

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторних робіт з дисципліни
«Бездротові технології»
для бакалаврів спеціальності 123 "Комп'ютерна інженерія",
усіх форм навчання

Мережі WiFi. Частина 1

2019

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Бездротові технології" для бакалаврів спеціальності 123 "Комп'ютерна інженерія", усіх форм навчання. Мережі WiFi. Частина 1 / Укл. Г.Г.Киричек. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – 30 с.

Укладач:

Г.Г. Киричек, доцент, к.т.н.

Рецензент:

М.Ю. Тягунова, доцент, к.т.н.

Відповідальний за випуск:

Г.Г. Киричек, доцент, к.т.н.

Затверджено
на засіданні кафедри КСМ
Протокол № 7 від 21.01.2019

Рекомендовано до видання
НМК КНТ
Протокол № 6 від 28.01.2019

ЗМІСТ

1 Загальні відомості	4
1.1 Середовище бездротового зв'язку.....	4
1.2 Огляд стандартів технології Wi-Fi.....	5
1.3 Фізичний рівень та рівень управління доступом	6
1.4 Типи з'єднань Wi-Fi мереж.....	9
1.5 Бездротова технологія Bluetooth.....	10
2 Лабораторна робота. Побудова бездротової мережі в режимі "ad hoc"	12
2.1 Загальні відомості	12
2.2 Бездротова мережа за допомогою вбудованої служби	14
2.2.1 Налаштування RMF01 (RMF11, RMF05, RMF25).....	14
2.2.2 Налаштування RMF02 (RMF10, RMF13, RMF24).....	15
2.2.3 Тестове копіювання інформації	16
2.2.4 Відновлення початкового стану комп'ютерів	17
2.3 Зміст письмового звіту.....	17
2.4 Контрольні питання	17
3 Лабораторна робота. Побудова бездротової мережі з точкою доступу в режимі "access point"	18
3.1 Загальні відомості	18
3.2 Налаштування бездротової точки доступу	20
3.2.1 Дії на комп'ютері RMF01 (RMF11, RMF05, RMF25)	20
3.3 Підключення бездротових клієнтів	24
3.3.1 Дії на комп'ютері RMF01 (RMF11, RMF05, RMF25)	24
3.3.2 Дії на комп'ютері RMF02 (RMF10, RMF13, RMF24)	26
3.4 Тестування мережі	26
3.4.1 Копіювання інформації у бездротовому сегменті мережі.....	26
3.4.2 Копіювання інформації з комп'ютера бездротового сегмента мережі.....	27
3.5 Відновлення обладнання в початковий стан	28
3.6 Зміст письмового звіту.....	29
3.7 Контрольні питання	29
Рекомендована література	30

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

1.1 Середовище бездротового зв'язку

Wi-Fi - скорочення від англійського Wireless Fidelity, що означає стандарт бездротового (радіо) зв'язку, який об'єднує декілька протоколів та має офіційне найменування IEEE 802.11 (від Institute of Electrical and Electronic Engineers - міжнародної організації, яка займається розробкою стандартів у галузі електронних технологій). Найбільш відомим та поширеним на сьогоднішній день є протокол IEEE 802.11b.

Він визначає функціонування бездротових мереж, в яких для передачі даних використовується діапазон частот від 2,4 до 2.4835 ГГц і забезпечується максимальна швидкість 11 Мбіт/сек. Максимальна дальність передачі сигналу у такій мережі складає 100 метрів, однак на відкритій місцевості вона може досягати й більших значень (до 300-400 м). Звичайно бездротові мережеві технології групуються в три типи, які розрізняються по масштабу дії їхніх радіосистем, але всі вони з успіхом застосовуються в бізнесі.

PAN (персональні мережі) - короткодіючі, радіусом до 10 м мережі, які зв'язують ПК і інші пристрої - КПК, мобільні телефони, принтери й т.п. За допомогою таких мереж реалізується проста синхронізація даних, усуваються проблеми з недостатком кабелів в офісах, реалізується простий обмін інформацією в невеликих робочих групах.

WLAN (бездротові локальні мережі) - радіус дії до 100 м. З їхньою допомогою реалізується бездротовий доступ до групових ресурсів у будинку, університетському корпусі й т.д. Такі мережі використовуються для продовження провідних корпоративних LAN.

WWAN (бездротові мережі широкої дії) - бездротовий зв'язок, який забезпечує мобільним користувачам доступ до їхніх корпоративних мереж і Інтернету.

На самому верхньому рівні ми можемо класифікувати бездротові мережі за двома критеріями: по-перше, через яку кількість бездротових переходів проходить пакет даних в бездротовій мережі, через один або декілька і по-друге, чи присутня в мережі будь-яка інфраструктура, наприклад, базова станція.

– одноперехідна мережа з інфраструктурою. У таких мережах є базова станція, яка підключається до провідної мережі (Інтернет).

Більш того, всі передачі між цією базовою станцією і бездротовим хостом здійснюється за один бездротовий перехід. Мережі стандарту 802.11 найчастіше використовуються в навчальних аудиторіях, кафе або бібліотеках. Стільникові мережі передачі даних 3G також потрапляють під цю категорію;

- одноперехідна мережа без інфраструктури. У таких мережах відсутня базова станція, яка підключається до бездротової мережі. Але один з вузлів такої одноперехідної мережі може виступати в якості координатора передачі даних між іншими вузлами. Мережі Bluetooth і мережі 802.11 в робочому режимі є одноперехідними мережами без інфраструктури;

- багатоперехідна мережа з інфраструктурою. У таких мережах базова станція присутня і підключається кабелем до більшої провідної мережі. Але бездротові вузли повинні здійснювати зв'язок через інші бездротові вузли для встановлення зв'язку через базову станцію. Під цю категорію підпадають деякі бездротові сенсорні мережі і так звані бездротові змішані мережі;

- багатоперехідна мережа без інфраструктури. У мережах такого типу відсутня базова станція і повідомлення, які відправляються одним вузлом, можуть передаватися за допомогою ще декількох вузлів, перш ніж досягнути місця призначення. Вузли мережі можуть бути мобільними і з'єднання між ними змінюватися. Мережі такого класу називають мобільними децентралізованими мережами (Mobile ad-hoc network, MANET). Якщо вузлами такої мережі є транспортні засоби, то мережу називається децентралізованою транспортною мережею (vehicular ad-hoc network, VANET).

1.2 Огляд стандартів технології Wi-Fi

Існує ряд стандартів сімейства IEEE 802.11 але не всі вони є на даний час діючими.

IEEE802.11 - стандарт бездротових LAN, заснований на передачі даних в діапазоні 2,4 ГГц. Обмін даними зі швидкістю 1-2Мбіт/с.

IEEE802.11a - стандарт бездротових LAN. Передача даних в діапазоні 5 ГГц. Діапазон роздільний на три непересічні піддіапазони. Максимальна швидкість обміну даними складає 54 Мбіт/с.

IEEE802.11b - стандарт бездротових LAN, заснований на бездротовій передачі даних в діапазоні 2,4 ГГц. У стандарті передбачено два типи модуляції - DSSS і FHSS. Максимальна швидкість роботи складає 11Мбіт/с. Стандартом 802.11b передбачене автоматичне зниження швидкості при погіршенні якості сигналу.

IEEE802.11e – призначення стандарту пов'язане з використанням засобів мультимедіа. Він обумовлює механізм призначення пріоритетів різним видам трафіка - аудіо- і відеододатків.

IEEE802.11g - стандарт бездротових LAN, заснований на бездротовій передачі даних в діапазоні 2,4 ГГц. Максимальна швидкість передачі даних у бездротових мережах IEEE 802.11g становить 54 Мбіт/с. Діапазон розділено на три непересічні канали - на одній території, не впливаючи одна на одну, можуть працювати три різні бездротові мережі. Для збільшення швидкості обміну даними, застосований метод модуляції з ортогональним частотним мультиплексуванням (OFDM - Orthogonal Frequency Division Multiplexing) і метод двійкового пакетного згорткового кодування PBCC (Packet Binary Convolutional Coding).

IEEE802.11i - стандарт вирішує проблеми захисту даних каналного рівня і дозволяє створювати безпечні бездротові мережі практично будь-якого масштабу.

IEEE802.11e (QoS, Quality of service) – гарантована якість обміну даними шляхом перестановки пріоритетів різних пакетів; необхідний для роботи таких потокових сервісів як VoIP або IP-TV.

IEEE802.11n - стандарт бездротових LAN, заснований на бездротовій передачі даних в діапазоні 2,4 ГГц. Він забезпечує швидкість на рівні Fast Ethernet; зворотно-сумісний з 802.11b і 802.11g. Основна відмінність - додавання до фізичного рівня (PHY) підтримки протоколу MIMO (multiple-input multiple-output).

IEEE802.11ac – новий стандарт бездротових мереж. Швидкості передачі даних до 1,3 Гбіт/с, енергоспоживання в порівнянні з 802.11n знижено до 6 разів. Зворотна сумісність з 802.11a/b/g/n.

IEEE802.11ad – модифікація IEEE 802.11ac (працює на 60Ghz).

1.3 Фізичний рівень та рівень управління доступом

Стандарт IEEE 802.11 визначає порядок організації бездротових мереж на рівні управління доступом до середовища (MAC - Medium

Access Control) і фізичному (PHY - Physical Transport protocol) рівні. Фізичний рівень поділяється на два підрівня:

- PLCP (Physical Layer Convergence Protocol - конвергентний протокол фізичного рівня);
- PMD (Physical Medium Dependent - залежний від фізичного носія).

Основними задачами керування рівнем PHY є настройка каналів.

Кожен з фізичних рівнів (PHY) має переваги, які дозволяють користувачам обирати оптимальну для свого випадку реалізацію бездротової мережі у межах стандарту. Недоліком є те, що користувачі повинні додатково погоджувати тип і швидкість своїх мережевих засобів, щоб досягти сумісності.

Стандарт IEEE 802.11 передбачає передачу сигналу одним з двох методів - прямої послідовності (Direct Sequence Spread Spectrum, DSSS) і частотних стрибків (Frequency Hopping Spread Spectrum, FHSS), які розрізняються способом модуляції, але використовують одну і ту ж технологію розширення спектру.

Основний принцип технології розширення спектру (Spread Spectrum, SS) - від вузькосмугового спектру сигналу, який виникає при потенційному кодуванні, перейти до широкосмугового спектру, що дозволяє значно підвищити завадостійкість переданих даних.

Метод FHSS передбачає зміну несучої частоти сигналу при передачі інформації. Для підвищення завадостійкості потрібно збільшити спектр переданого сигналу, для чого несуча частота міняється по псевдовипадковому закону, і кожен пакет даних передається на своїй несучій частоті.

При використанні FHSS конструкція приймача проста, але метод застосовний якщо пропускна спроможність не перевищує 2Мбіт/с (в доповненні IEEE 802.11b залишився один DSSS). Спільно з пристроями IEEE 802.11b може застосовуватися устаткування, що підтримує DSSS(швидкість передачі не перевищить максимальну швидкості в "вузькому місці" (2 Мбіт/с).

В основі методу DSSS лежить принцип фазової маніпуляції (передача інформації стрибкоподібною зміною початкової фази сигналу). Для розширення спектру переданого сигналу застосовується перетворення інформації в код Баркера, який є псевдовипадковою послідовністю.

У мережі IEEE 802.11 розширення досягається за допомогою послідовності (+1, -1, -1, +1, -1, +1, +1, +1, -1, -1, -1). На кожен переданий біт виділяється 11 біт в послідовності Баркера. Розрізняють пряму і інверсну послідовності Баркера. Одиначні біти передаються прямим кодом Баркера, а нульові - інверсним. Найголовнішою особливістю даного методу є стійкість до завад і нечутливість до багатопроменевого розповсюдження.

Під бездротові мережі в діапазоні 2,4ГГц відведений вузький "коридор" шириною 83МГц, розділений на 14 каналів. Для виключення взаємних перешкод між каналами необхідно, щоб їх смуги стояли один від одного на 25МГц.

В одній зоні одночасно можуть використовуватися тільки три канали. У таких умовах використовується кодування з високою надмірністю. Коли цей метод не дозволяє забезпечити достовірність передачі, швидкість з 11 Мбіт/с послідовно знижується до наступних значень: 5,5; 2; 1Мбіт/с. Зниження швидкості відбувається не тільки при високому рівні перешкод, але якщо відстань між елементами мережі велика.

На MAC-рівні визначаються базові складові архітектури мережі і перелік послуг, які їм надаються. Він має декілька функціональних блоків, які складаються з механізмів для конкурентного (contention) і вільного від конкуренції (contention-free) доступу на різних фізичних середовищах. Функції, які виконуються у рамках MAC, не залежать від швидкості і фізичних характеристик середовища передачі.

MAC є варіантом CSMA (carrier sense multiple access - множинного доступу з виявленням несучої), відомий під назвою - розподілена функція координації (DCF, distributed coordination function). Стандартом запропоновано дві версії DCF:

- основний доступ (basic access), який базується на двосторонній процедурі встановлення зв'язку;

- доступ RTS/CTS (request-to-send/clear-to-send), який базується на чотирьохканальній процедурі встановлення зв'язку. Ймовірність конфліктів для бездротових вузлів мінімізується шляхом попередньої відправки всім вузлам повідомлення (request to send, RTS) про адресат і тривалість передачі. Вузли затримують передачу на час, який дорівнює оголошеній тривалості повідомлення.

Станція відповідає на RTS посилкою (CTS – clear to send), за якою вузол, що передає знає, вільне середовище або ні і чи готовий вузол до приймання. Після приймання пакету вузол передає підтвердження (ACK) безпомилкового приймання. Якщо ACK не отримано, пакет буде передано повторно.

В обох випадках тільки перший пакет повинен боротися за середовище. Доступ станцій до середовища ґрунтується на двох періодах часу (часових інтервалах): перший - DIFS (DCF interframe space), DCF міжкадровий інтервал, другий - SIFS (short interframe space), короткий міжкадровий інтервал.

DIFS - міжкадровий інтервал, що використовується, як мінімальна затримка для асинхронних кадрів, які змагаються за доступ.

SIFS – мінімальний міжкадровий інтервал, що використовується для негайних відповідей у каналі. $SIFS < DIFS$.

Передбачена стандартом специфікація приписує розбиття даних на пакети, які містять контрольну і адресну інформацію. Стандарт рекомендує використовувати пакети довжиною 400 байт для фізичного каналу типу FHSS і 1500 або 2048 для каналу DSSS.

1.4 Типи з'єднань Wi-Fi мереж

Розглянемо існуючі типи та різновиди з'єднань у бездротових локальних мережах.

З'єднання Ad-Hoc (точка-точка). Wi-Fi мережа типу Ad-hoc аналогічна звичайній дротяній локальній мережі з топологією "лінія", тобто одноранговій мережі, в якій перший комп'ютер з'єднаний з другим, другий з третім і так далі. Для організації з'єднання безпроводної локальної мережі такого типу застосовуються адаптери Wi-Fi вбудовані або локального використання, наявність яких необхідна кожному бездротовому пристрою для підключення до мережі.

Інфраструктурне з'єднання (Infrastructure Mode). У режимі Infrastructure Mode станції взаємодіють одна з одною не напряму, а через точку доступу (Access Point), яка виконує в безпроводній локальній мережі роль своєрідного концентратора (аналогічно тому, як це відбувається у традиційних кабельних мережах).

Клієнтська точка. У цьому режимі точка доступу працює як клієнт і може з'єднуватися з точкою доступу, яка працює в

інфраструктурному режимі. Але до неї можна підключити тільки одну MAC-адресу. Вирішує завдання, яке полягає в тому, щоб забезпечити тільки два комп'ютери в бездротовим з'єднанні. У цьому випадку два Wi-Fi-адаптера можуть працювати один з одним безпосередньо без центральних антен.

Мостове з'єднання. Комп'ютери об'єднано в кабельну мережу. До кожної групи мереж підключені точки доступу, які з'єднуються одна з одною по радіоканалу. Цей режим призначений для об'єднання двох і більше кабельних мереж.

Підключення бездротових клієнтів до точки доступу, яка працює в режимі моста неможливо.

Репітер. Точка доступу просто поширює радіус дії іншої точки доступу, яка працює в інфраструктурному режимі.

1.5 Бездротова технологія Bluetooth

Бездротова технологія Bluetooth - технологія для малогабаритних пристроїв, з малою споживаною потужністю, малого радіусу дії, призначена для бездротової передачі даних між ноутбуками, мобільними телефонами та іншими портативними пристроями, включаючи домашні прилади. Вона характеризується невеликими розмірами пристроїв, низькою вартістю і невеликим радіусом дії. Bluetooth дозволяє здійснювати бездротове з'єднання електронних пристроїв в неліцензованому діапазоні 2,4 ГГц. Користувачі можуть здійснювати з'єднання комп'ютерних, мобільних та інших пристроїв без застосування з'єднувальних кабелів. Так як Bluetooth може бути використаний в різних пристроях, то він може стати потенційною заміною множинним кабельним з'єднанням за допомогою звичайної радіозв'язку. Bluetooth - технологія великих можливостей, розроблена для об'єднання широкого спектру різних пристроїв, здійснюючи між ними обмін даними. На підтвердження цього в багато пристроїв стали встановлювати Bluetooth (наприклад в ноутбуки та кишенькові комп'ютери). В даний час Bluetooth використовується навіть в телефонних гарнітурах для передачі мови з мобільного телефону на навушники і з мікрофона в телефон.

Bluetooth названа в честь Гарольда Блетанда (Harold Blatand) на прізвище Синій Зуб (Bluetooth) - датського вікінга X століття, який об'єднав і контролював більшу частину Скандинавії. Ця назва означає,

що в даній технології закладений величезний потенціал, здатний об'єднати телекомунікаційну та комп'ютерну індустрію. На початку для даної технології використовували кодове ім'я Ericsson, але для комерційного використання було вирішено придумати нову назву.

Основні характеристики Bluetooth наступні:

- Bluetooth працює на частоті 2,4 ГГц, яка не потребує ліцензування для бездротових комунікацій (діапазон частот 2,4 ГГц - неліцензованому спектр);

- в даний час радіус дії Bluetooth коливається, від 10 до 100 м;

- при використанні Bluetooth немає необхідності в прямої видимості між пристроями, як це було потрібно при використанні інфрачервоного зв'язку;

- Bluetooth підтримує бездротове з'єднання обох видів: як точка - точка, між двома пристроями безпосередньо, без будь-яких Проводів, так і точка - багато точок, утворюючи локальні бездротові мережі;

- для Bluetooth необхідний тільки малопотужний передавач, вбудований в пристрій. Такі передавачі використовуються і виробляються по всьому світу, так як їх робоча частота не має обмежень для використання. Номінальна потужність, що підводиться до антени 0 Дб, є дозволеною FCC для використання в промислових, наукових і медичних потребах. Потужність радіосигналу Bluetooth не перевищує 100 мВт, що дозволяє його використовувати по всьому світу. Діапазон частот, що використовується в Bluetooth, починається з 2,4 ГГц і закінчується 2,48 ГГц, що дозволяє створювати до 79 каналів з кроком в 1 МГц.

2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА.

Побудова бездротової мережі в режимі "ad hoc"

Мета роботи - на прикладі використання устаткування D-Link стандарту IEEE 802.11 показати основні способи побудови бездротових мереж Wi-Fi в режимі Ad Hoc.

Роботу можна виконувати на одному з наступних 4-х робочих місць (тільки з метою подальшого виконання частини 2 цієї роботи):

- робоче місце **1** (комп'ютери **RMF01, RMF02**);
- робоче місце **2** (комп'ютери **RMF11, RMF10**);
- робоче місце **3** (комп'ютери **RMF05, RMF13**);
- робоче місце **4** (комп'ютери **RMF25, RMF24**).

Методичні вказівки складені з орієнтацією на використання комп'ютерів **RMF01** та **RMF02** (робоче місце **1**). У випадку використання інших комп'ютерів (робоче місце **2, 3** або **4**) значення ряду параметрів для цих комп'ютерів та бездротової мережі в цілому вказується у круглих дужках.

2.1 Загальні відомості

Бездротові мережі Wi-Fi (Wireless Fidelity) підтримують декілька різних режимів роботи, що реалізуються для конкретних цілей.

В режимі **Ad Hoc** (рис. 2.1) клієнти встановлюють зв'язок безпосередньо один з одним. Встановлюється однорангова взаємодія по типу "точка-точка", і комп'ютери взаємодіють напряму без використання точок доступу. При цьому створюється тільки одна зона обслуговування, яка не має інтерфейсу для підключення до дротової локальної мережі.

Основна перевага даного режиму – простота організації: він не потребує додаткового устаткування (точки доступу).

Режим може використовуватися для створювання тимчасових мереж для передачі даних (між учасниками наради, ділової зустрічі, семінару). Також цей режим може використовуватися для зв'язку двох-трьох комп'ютерів у квартирі або малому офісі (зокрема, для сумісного використання принтера, підключеного до одного з цих комп'ютерів).

Однак, необхідно мати на увазі, що режим **Ad Hoc** дозволяє встановлювати з'єднання на швидкості не більше 11 Мбіт/с, незалежно від використовуваного устаткування.

Реальна швидкість обміну даними нижча і складе не більше $11/N$ Мбіт/с, де N – число пристроїв в мережі. Дальність зв'язку складає не більше ста метрів, а швидкість передачі даних швидко падає зі збільшенням відстані.

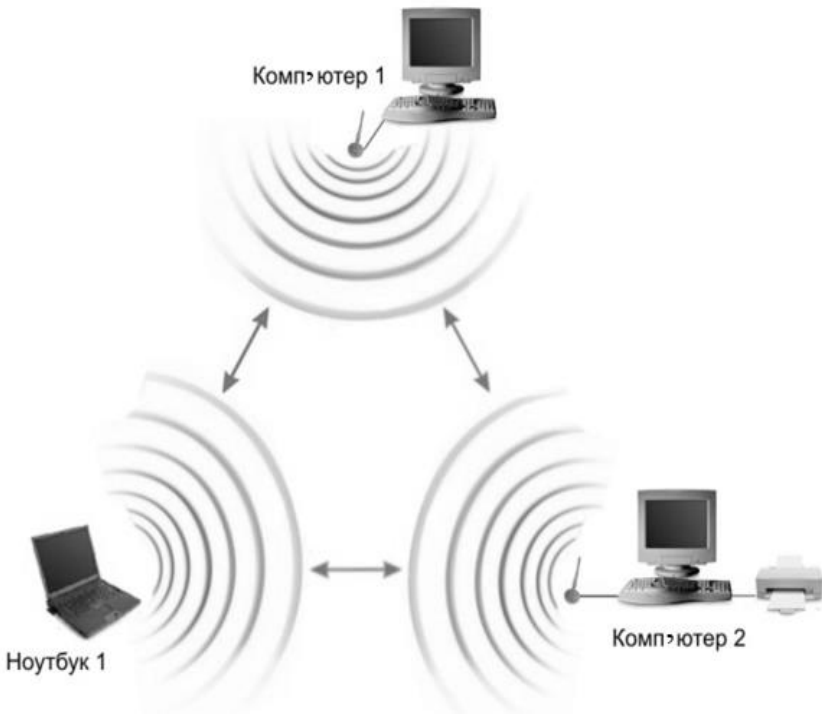


Рисунок 2.1 – Бездротова мережа в режимі **Ad Hoc**

На клієнтській стороні використовуємо бездротовий USB-адаптер. Всі налаштування для інших типів адаптерів (PCI, PCMCIA, ExpressCard і т.д.) проводяться аналогічним чином. Бездротову мережу в режимі **Ad Hoc** побудуємо з комп'ютера 1 і комп'ютера 2 (потім можна підключити і решту комп'ютерів).

Бездротову мережу в режимі **Ad Hoc** можна побудувати одним з двох наступних способів:

- за допомогою вбудованої служби Windows;
- за допомогою програми **D-Link AirPlus XtremeG Wireless Utility**, яка йде в комплекті з устаткуванням D-Link.

В разі використання Windows 7 перевагу слід віддати вбудованій службі, якщо вона працює або програмі **D-link Airplus XtremeG Wireless Utility**.

2.2 Бездротова мережа за допомогою вбудованої служби

2.2.1 Налаштування RMF01 (RMF11, RMF05, RMF25)

Виконайте наступні дії:

- завантажте **Windows 7** (користувач – **admin**, пароль – **1234567**);
- підключіть адаптер (зніміть ковпачок з адаптера, встановіть адаптер на базу D-Link);
- встановіть драйвер бездротового адаптера: виконайте: **Пуск => cmd.exe => у вікні Запуск программы** наберіть **диск:\Install\D-Link\DWL-G132_Win7_driver_Ver.1.40_1\setup.exe** і клацніть **OK**;
- з відкриттям вікна **Программа InstallShield Wizard завершена** опцію **Да, перезагрузить компьютер сейчас** і клацніть **Готово**;
- під час перезавантаження не забудьте перевести курсор на рядок **Windows 7**;
- після повного перезавантаження комп'ютера дочекайтеся завершення процесу установки драйвера бездротового адаптера;
- відключіть мережеві адаптери **дротової** мережі: **Пуск => Панель управления => Сеть и Интернет => Центр управления сетями и общим доступом => Изменения параметров адаптера => правою кнопкою миші Подключение по локальной сети => Отключить => правою кнопкою миші Подключение по локальной сети 2 => Отключить**;
- налаштуйте параметри бездротового адаптера: **Пуск => Панель управления => Сеть и Интернет => Центр управления сетями и общим доступом => Изменения параметров адаптера => правою кнопкою миші Беспроводное сетевое соединение**

=> **Свойства => Протокол Интернета версии 4(TCP/IPv4) => Свойства => увімкніть опцію Использовать следующий IP-адрес => введіть:**

**IP-адреса 192.168.0.51 (192.168.0.61, 192.168.0.55, 192.168.0.75)
Маска сети 255.255.255.0**

(решту полів залиште пустими) => **ОК => Закрыть.**

Якщо з'явиться повідомлення "IP-адрес, указанный для этого сетевого адаптера, уже назначен..." => виберіть **Нет**;

– вкажіть властивості бездротової мережі: **Пуск => Панель управления => Сеть и Интернет => Центр управления сетями и общим доступом => Настройка нового подключения или сети => Настройка беспроводной сети компьютер-компьютер => Далее => Далее;**

– в полі **Сетевое имя (SSID)** введіть: **AdHocNet_1 (AdHocNet_2, AdHocNet_3, AdHocNet_4)**, в полі **тип безопасности** поставте **"Нет проверки подлинности"** => **Далее => закрийте вікно.**

Мережа готова до використання.

2.2.2 Налаштування RMF02 (RMF10, RMF13, RMF24)

Виконайте наступні дії:

– завантажте **Windows 7** (користувач – **admin**, пароль – **1234567**);

– підключіть адаптер (зніміть захисний ковпачок з адаптера, встановіть адаптер на базу);

– встановіть драйвер бездротового адаптера (**покрокові дії наведено в п.2.2.1**);

– відключіть мережеві адаптери дротової мережі: **Пуск => Панель управления => Сеть и Интернет => Центр управления сетями и общим доступом => Изменения параметров адаптера => правою кнопкою миші Подключение по локальной сети => Отключить => правою кнопкою миші Подключение по локальной сети 2 => Отключить;**

– налаштуйте параметри бездротового адаптера:

Пуск => Панель управління => Сеть и Интернет => Центр управления сетями и общим доступом => Изменения параметров адаптера => правою кнопкою миші **Беспроводное сетевое соединение => Свойства => Протокол Интернета версии 4(TCP/IPv4) => Свойства =>** увімкніть опцію **Использовать следующий IP-адрес => введіть:**

IP-адрес 192.168.0.52 (192.168.0.60, 192.168.0.63, 192.168.0.74)
Маска сети 255.255.255.0
 (решту полів залиште пустими)

=> ОК => Закрывать. Якщо з'явиться повідомлення "IP-адрес, указанный для этого сетевого адаптера, уже назначен..." => **нажміть Нет.** Закриваємо вікно **Свойства беспроводных сетевых соединений.**

– в області tray клацніть на іконку мережі і виберіть **"AdHocNet_1" => Подключение.**

2.2.3 Тестове копіювання інформації

На комп'ютері RMF01 (RMF11, RMF05, RMF25) виконайте наступні дії:

– **Пуск => Панель управління => Центр управления сетями и общим доступом => Дополнительные параметры общего доступа => домашний и рабочий => отключить общий доступ с парольной защитой; общий => отключить общий доступ с парольной защитой;**

– на диску **G:** створіть папку **Ad Hoc** => створіть у ній текстовий файл **"test.txt"**, в ньому напишіть доменне ім'я комп'ютера **RMF01 (RMF11, RMF05, RMF25);**

– відкрийте загальний доступ до папки Ad Hoc: правою кнопкою миші клацніть на папці **"Ad Hoc"** => вкладка **Доступ => Общий доступ => клацніть Общий доступ => у вікні Общий доступ к файлам з'явиться шлях до цієї папки;**

– на комп'ютері **RMF02 (RMF10, RMF13, RMF24)** виконайте копіювання інформації по бездротовій мережі.

– зайдіть: **Пуск** => введіть шлях до папки **Ad Hoc** на комп'ютері **RMF01 (RMF11, RMF05, RMF25)** => скопіюйте потрібну папку на комп'ютер.

2.2.4 Відновлення початкового стану комп'ютерів

Після ознайомлення викладача з результатами роботи відновіть комп'ютери в початковий стан.

Виконайте наступні дії:

- відновіть початковий стан комп'ютера **RMF02 (RMF10, RMF13, RMF24)**;
- в області tray відключіться від мережі;
- виконайте «безопасное извлечение беспроводного устройства»;
- зніміть бездротовий адаптер;
- відновіть початковий стан комп'ютера **RMF01 (RMF11, RMF05, RMF25)** аналогічним чином;
- знищте папку **Ad Hoc**.

2.3 Зміст письмового звіту

1. Етапи побудови Ad Hoc – мережі.
2. Відповіді на контрольні питання.

2.4 Контрольні питання

1. Які два основних режими роботи підтримують бездротові мережі Wi-Fi?
2. Які основні переваги та недоліки режиму Ad Hoc. Коли слід використовувати режим Ad Hoc?
3. За допомогою яких програмних засобів можна побудувати бездротову мережу в режимі Ad Hoc?
4. Як дозволити безпарольний доступ по мережі в ОС Windows 7?

3 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА.

Побудова бездротової мережі з точкою доступу в режимі "access point"

Мета: на прикладі використання устаткування D-Link стандарту IEEE 802.11 показати основні способи побудови бездротових сегментів мережі (з точкою доступу в режимі Access Point) та підключення їх до дротових сегментів мережі.

Робота виконується на одному з наступних 4-х робочих місць (рис. 3.1):

- робоче місце **1** (точка доступу **AP1** та комп'ютери **RMF01, RMF02, RMF03**);
- робоче місце **2** (точка доступу **AP2** та комп'ютери **RMF11, RMF10, RMF09**);
- робоче місце **3** (точка доступу **AP3** та комп'ютери **RMF05, RMF13, RMF14**);
- робоче місце **4** (точка доступу **AP4** та комп'ютери **RMF25, RMF24, RMF23**).

Методичні вказівки складені для робочого місця **1** (з орієнтацією на використання точки доступу **AP1** та комп'ютерів **RMF01, RMF02, RMF03**). Для випадку використання іншого робочого місця значення ряду параметрів для відповідної точки доступу та відповідних комп'ютерів (а також бездротової мережі в цілому) указуються в круглих дужках.

3.1 Загальні відомості

В режимі "Access Point" точки доступу забезпечують зв'язок клієнтських комп'ютерів (рис. 3.2). Точку доступу можна розглядати як бездротовий комутатор.

Клієнтські станції не зв'язуються безпосередньо одна з іншою, а зв'язуються з точкою доступу, і вона вже направляє пакети адресатам.

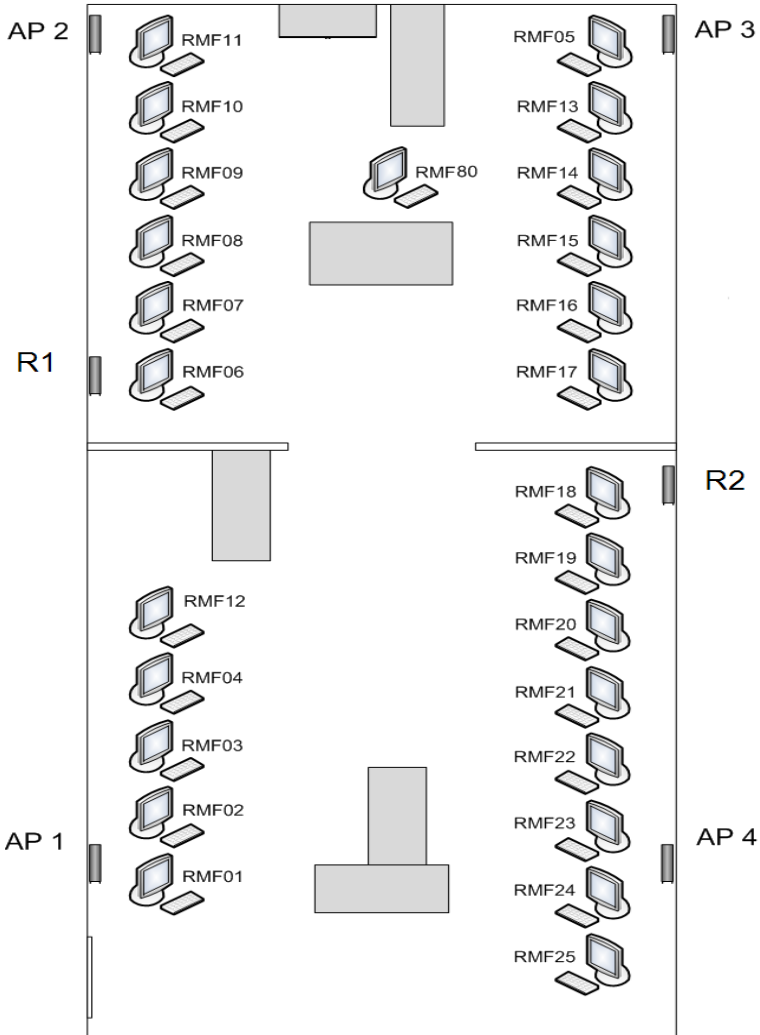


Рисунок 3.1 – План розміщення устаткування у комп’ютерному класі

Точка доступу має інтерфейс Ethernet, через який базова зона обслуговування підключається до дротової або змішаної мережі – до мережевої інфраструктури.

3.2 Налаштування бездротової точки доступу

Налаштування параметрів точки доступу можна виконати за допомогою наступних механізмів:

- майстра швидкої настройки (засобами Windows);
- "ручної" настройки (засобами Windows).

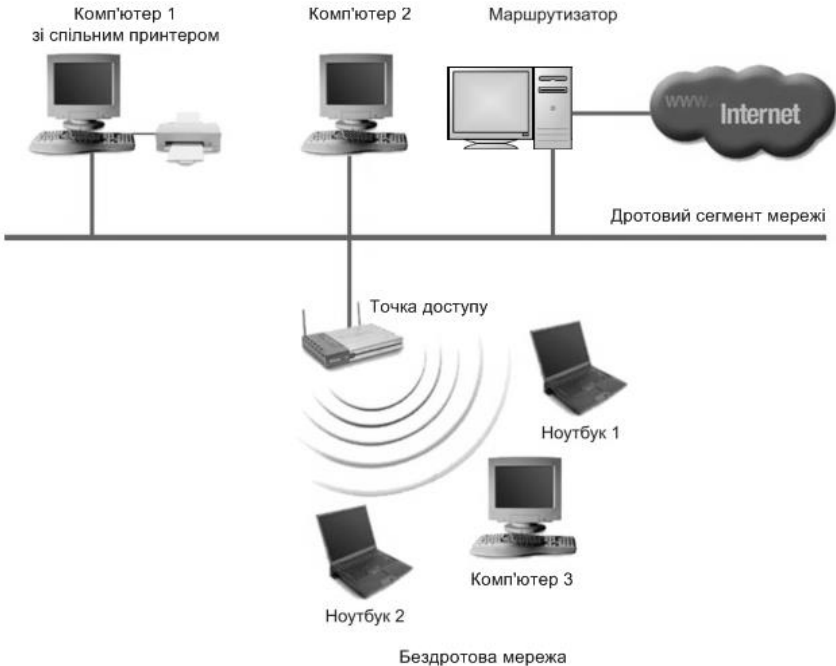


Рисунок 3.2 – Бездротова мережа з точкою доступу, підключена до дротової мережі

3.2.1 Налаштування RMF01 (RMF11, RMF05, RMF25)

Виконайте наступне:

- завантажте ОС **Windows 7** (користувач – **admin**, пароль – **1234567**);

– відключіть **нижній** мережевий адаптер **дротової** мережі => **Панель управління** => **Сеть и Интернет** => **Центр управління сетями и общим доступом**;

– клацніть лівою кнопкою миші **Подключение по локальной сети** => **Отключить**;

– налаштуйте **верхній** мережевий адаптер комп'ютера для зв'язку з точкою доступу;

– у вікні **Центр управління сетями и общим доступом** клацніть правою кнопкою миші => **Подключение по локальной сети 2** => **Свойства** => **Протокол Интернета версии 4 (TCP/IPv4)** => **Свойства** => вклучіть опцію **Использовать следующий IP-адрес** => введіть:

IP-адрес 192.168.0.51 (192.168.0.61, 192.168.0.55, 192.168.0.75)

Маска сети 255.255.255.0

(решту полів залиште пустими)

Точка доступу за замовчанням належить мережі **192.168.0.0/24** і має IP-адресу **192.168.0.50**) => **ОК** => **Закрыть** => закрийте вікно **Сетевые подключения**;

– створіть тимчасове (на час настройки точки доступу) дротове з'єднання комп'ютера з точкою доступу:

– від'єднайте **світло-сірий** кабель дротової мережі від **верхнього** мережевого адаптера комп'ютера;

– з'єднайте точку доступу з комп'ютером кабелем (для цього достатньо з'єднати **нижній** вільний кінець **темно-сірого** кабелю з **верхнім** мережевим адаптером комп'ютера), а верхній – з точкою доступу;

– подайте живлення (U=220 вольт) на точку доступу;

– перевірте наявність зв'язку: у вікні командного рядка **cmd** виконайте команди: **ping 192.168.0.50** (відповіді повинні бути позитивними) => закрийте вікно;

Примітка. При відсутності зв'язку з точкою доступу зробіть наступні дії:

– **або (1)** настройте **верхній** мережевий адаптер комп'ютера для зв'язку з точкою доступу на мережу **10.0.9.0/24**: у вікні **Центр управління сетями и общим доступом => Изменения параметров адаптера** клацніть правою кнопкою миші => **Подключение по локальной сети 2 => Свойства => Протокол Интернета версии 4 (TCP/IPv4) => Свойства =>** включіть опцію **Использовать следующий IP-адрес =>** введіть:

IP-адрес	10.0.9.51 (10.0.9.61, 10.0.9.55, 10.0.9.75)
Маска подсети	255.255.255.0

(решту полів залиште пустими) => **ОК => Закрьть =>** закрийте вікно **Сетевые подключения** (перевірте наявність зв'язку: у вікні командного рядка **cmd** виконайте команди: **ping 10.0.9.201 (10.0.9.202, 10.0.9.203, 10.0.9.204)**), якщо відповіді позитивні, виконайте дії з **пункту 3.5** (встановити заводські налаштування) та перевірте наявність зв'язку: у вікні командного рядка **cmd** виконайте команди: **ping 192.168.0.50** (відповіді повинні бути позитивними) => закрийте вікно;

– **або (2)** відновіть заводські настройки точки доступу: натисніть та утримуйте на протязі не менш **5** секунд кнопку **Reset** на задній панелі точки доступу (перевірте наявність зв'язку: у вікні командного рядка **cmd** виконайте команди: **ping 192.168.0.50** (відповіді повинні бути позитивними) => закрийте вікно);

– відключіть комп'ютер від університетського проху-сервера: у вікні **Internet Explorer** відкрийте **Сервис => Свойства обозревателя =>** вкладка **Подключения => Настройка сети =>** зніміть прапорець **Использовать прокси-сервер для локальных подключений (не применяется для коммутируемых или VPN-подключений) => ОК => ОК =>** закрийте вікно браузера;

– підключіться до точки доступу (зараз вона має IP-адресу **192.168.0.50**);

– у браузері **Internet Explorer** зверніться за адресою **http://192.168.0.50**;

– у вікні **Подключение к 192.168.0.50** в якості імені користувача введіть **admin** з паролем **admin**;

– призначте точці доступу нову IP-адресу;

– у розділі “**Network Information**” натиснути на значення **LAN IP** (повинно бути **192.168.0.50**);

– у відкритому пункті **LAN** ввести **IP 10.0.9.201 (10.0.9.202, 10.0.9.203, 10.0.9.204)**;

– в поле **Netmask** ввести маску **255.255.255.0**;

– натисніть **Save** та перезавантажите роутер, натиснувши **System => Save and reboot**;

– змініть настройку **верхнього** мережевого адаптера комп'ютера для зв'язку з точкою доступу вже у новому мережевому сегменті: **Пуск => Панель управління => Сеть и Интернет => Центр управління сетями и общим доступом => Изменения параметров адаптера** клацніть лівою кнопкою миші **Подключение по локальной сети 2 => Свойства => Протокол Интернета версии 4 (TCP/IPv4) => Свойства =>** включіть опцію **Использовать следующий IP-адрес =>** введіть:

IP-адрес **10.0.9.51 (10.0.9.61, 10.0.9.55, 10.0.9.75)**

Маска сети **255.255.255.0**

(інші поля залишіть порожніми; точка доступу зараз належить мережі **10.0.9.0/24** і має IP-адресу **10.0.9.201 (10.0.9.202, 10.0.9.203, 10.0.9.204)**;

ОК => Нет => Закрьть => закрийте вікно **Сетевые подключения**;

– підключіться до точки доступу:

1) в браузері **Internet Explorer** зверніться за адресою **10.0.9.201 (10.0.9.202, 10.0.9.203, 10.0.9.204)**;

2) у вікні, в якості імені користувача введіть **admin** з паролем **admin**;

– виконайте налаштування точки доступу:

1) у головному меню натисніть **Wireless network setting wizard** (в модулі **WiFi** повинне бути увімкнено поле **Enable Wireless**;

2) натисніть **Advanced setting**. Встановіть відповідний **MAC-адрес** в полі **BSSID** (**MAC: 2C:AB:25:08:C6:B0** (для AP1), **2C:AB:25:08:9A:E2** (для AP2), **2C:AB:25:0E:A5:41** (для AP3) та **2C:AB:25:0E:A3:5E** (для AP4) (вводити разом з двокрапками)) => **Next**;

3) в меню **Basic setting** встановіть: **SSID: Network_1 (Network_2, Network_3, Network_4)**;

4) **Country: Ukraine**;

5) **Channel: 3 (5, 8, 11)**;

6) **Max Associated Clients 10**;

7) натисніть **Next**, в меню **Security settings** встановіть аутентифікацію **open => Next**;

8) перевірте всі введені налаштування => **Save**;

– відключіть від точки доступу комп'ютер та підключіть до неї **дротовий** сегмент мережі **10.0.9.0/24**:

1) від'єднайте **нижній** кінець **темно-сірого** кабелю від **верхнього** мережевого адаптера комп'ютера;

2) відновіть з'єднання **верхнього** мережевого адаптера комп'ютера з **дротовою** мережею (за допомогою **світло-сірого** кабелю);

3) від'єднайте **верхній** кінець **темно-сірого** кабелю від точки доступу;

4) приєднайте до точки доступу **дротовий** сегмент мережі (для цього достатньо з'єднати вільний кінець **жовтого** кабелю з точкою доступу);

– відновіть підключення комп'ютера до університетського **проху-сервера**:

1) у вікні **Internet Explorer** відкрийте **Сервис => Свойства обозревателя => вкладка Подключения => Настройка сети**;

2) встановіть прапорець **Использовать прокси-сервер для локальных подключений** (не применяется для коммутируемых или VPN-подключений) => **ОК => ОК => закрийте вікно браузера**.

Тепер точка доступу налаштована на підключення **бездротових клієнтів** (яким необхідно встановити такі ж параметри) і має з'єднання з **дротовим** сегментом мережі.

3.3 Підключення бездротових клієнтів

3.3.1 Налаштування RMF01 (RMF11, RMF05, RMF25)

Виконайте наступне:

– підключіть бездротовий адаптер (встановіть адаптер на базу);

– якщо драйвер бездротового адаптера не встановлено виконайте наступні дії:

1) виконайте **Пуск => наберіть cmd => Запустіть програму cmd.exe;**

2) в консолі наберіть **диск:\Install\D-Link\DWL-G132_Win7_driver_v1.40_1\setup.exe** і клацніть **ОК;**

3) у вікні **Вас приветствует программа InstallShield Wizard для AirPlus XtremeG** клацніть **Далее;**

4) з відкриттям вікна **Программа InstallShield Wizard завершена** оберіть опцію **Да, перезагрузить компьютер сейчас** і клацніть **Готово;**

5) під час перезавантаження не забудьте перевести курсор на строку **Windows 7;**

6) дочекайтеся завершення процесу установки драйвера бездротового адаптера;

– відключіть мережеві адаптери дротової мережі: **Пуск => Панель управління => Центр управління сетями и общим доступом => клацніть лівою кнопкою миші Подключение по локальной сети 2 => Отключить=> клацніть лівою кнопкою миші Подключение по локальной сети => Отключить => закрийте вікно Сетевые подключения;**

– налаштуйте параметри бездротового адаптера:

Пуск => Панель управління => Сеть и Интернет => Центр управления сетями и общим доступом => Изменения параметров адаптера => правою кнопкою миші “Беспроводное сетевое соединение” => Свойства => Протокол Интернета версии 4(TCP/IPv4) => Свойства => увімкніть опцію Использовать следующий IP-адрес => введіть:

IP-адрес 10.0.9.51 (10.0.9.61, 10.0.9.55, 10.0.9.75)

Маска сети 255.255.255.0

Шлюз по умолчанию 10.0.9.100

закрийте вікно Сетевые подключения

– в області tray клацніть по іконці **Сети => виберіть мережу Network_1 (Network_2, Network_3, Network_4) => підключення;**

– перевірте наявність зв'язку – у вікні **cmd** виконайте команди: **ping 10.0.9.201 (ping 10.0.9.202, ping 10.0.9.203, ping 10.0.9.204), ping 10.0.9.100** (відповіді повинні бути позитивними) => закрийте вікно.

3.3.2 Налаштування RMF02 (RMF10, RMF13, RMF24)

Виконайте наступне:

– завантажте **Windows 7** (користувач – **admin**, пароль – **1234567**);

– підключить адаптер (зніміть захисний ковпачок з адаптера, встановить адаптер на базу);

– встановить драйвер бездротового адаптера (покрокові дії наведено в п. **3.3.1**);

– відключить мережеві адаптери дротової мережі: **Пуск => Панель управління => Сеть и Интернет => Центр управления сетями и общим доступом => Изменения параметров адаптера** клацніть лівою кнопкою миші **Подключение по локальной сети 2 => Отключить => клацніть лівою кнопкою миші Подключение по локальной сети => Отключить**;

– налаштуйте параметри бездротового адаптера за аналогом **RMF01** (для **RMF02** => **IP-адрес 10.0.9.52 ...**);

– в області **tray** клацніть по іконці **Сети** => виберіть мережу **Network_1 (Network_2, Network_3, Network_4)** => підключення;

– перевірте наявність зв'язку: у вікні **cmd** виконайте команди: **ping 10.0.9.201 (ping 10.0.9.202, ping 10.0.9.203, ping 10.0.9.204), ping 10.0.9.100** (відповіді повинні бути позитивними) => закрийте вікно.

3.4 Тестування мережі

3.4.1 Копіювання інформації у бездротовому сегменті мережі

Виконайте наступне:

– на комп'ютері **RMF01 (RMF11, RMF05, RMF25)** відкрийте загальний доступ:

– **Пуск => Панель управління => Центр управления сетями и общим доступом => Дополнительные параметры общего доступа => домашний и рабочий => отключить общий доступ с парольной защитой; общий => отключить общий доступ с парольной защитой**;

– на диску **G:** створіть папку "**Infrastructure**" => створіть в ній текстовий файл **test.txt** => у ньому запишіть доменне ім'я комп'ютера **RMF01 (RMF10, RMF05, RMF25)**;

– відкрийте загальний доступ до папки "**Infrastructure**": правою кнопкою миші клацніть по папці **Infrastructure** => вкладка **Доступ** => **Общий доступ** => натисніть **Общий доступ**;

– на комп'ютері **RMF02 (RMF10, RMF13, RMF24)** виконайте копіювання інформації по бездротовій мережі: **Пуск** => введіть шлях до папки **Infrastructure** на комп'ютері **RMF01 (RMF11, RMF05, RMF25)** => скопіюйте папку.

Після ознайомлення викладача з результатами роботи видаліть скопійовану папку.

3.4.2 Копіювання інформації з комп'ютера бездротового сегмента мережі

Виконайте копіювання інформації з комп'ютера бездротового сегмента мережі на комп'ютер у дротовому сегменті мережі:

– включіть у **дротовому** сегменті мережі комп'ютер **RMF03 (RMF09, RMF14, RMF23)** зі завантаженням **Windows 7** (користувач – **admin**, пароль – **1234567**);

– виконайте на ньому наступні настройки: **Пуск** => **Панель управління** => **Сеть и Интернет** => **Центр управления сетями и общим доступом** => **Изменения параметров адаптера** клацніть правою кнопкою миші => **Подключение по локальной сети** => **Свойства** => **Протокол Интернета версии 4 (TCP/IPv4)** => **Свойства** => включіть опцію **Использовать следующий IP-адрес** => введіть:

IP-адрес **10.0.9.53 (10.0.9.59, 10.0.9.64, 10.0.9.73)**

Маска подсети **255.255.255.0**

(решту полів залиште пустими) => **ОК** => **Закрыть** => закрийте вікно **Сетевые подключения**;

– на комп'ютері **RMF03 (RMF09, RMF14, RMF23)** виконайте копіювання інформації: **Пуск** => введіть шлях до папки **Infrastructure** на комп'ютері **RMF01 (RMF11, RMF05, RMF25)** => скопіюйте папку.

Після ознайомлення викладача з результатами роботи видаліть скопійовану папку.

З будь-якого з двох клієнтських комп'ютерів бездротового сегменту мережі організуйте вихід в Інтернет (наприклад, за адресою <http://google.com>) з відключеним проксі.

3.5 Відновлення обладнання в початковий стан

Після ознайомлення викладача з результатами роботи відновіть систему в початковий стан, щоб інший студент зміг би повторити виконання цієї роботи:

– на точці доступу **AP1 (AP2, AP3, AP4):**

1) в браузері **Internet Explorer** зверніться за адресою **10.0.9.201 (10.0.9.202, 10.0.9.203, 10.0.9.204);**

2) у вікні, в якості імені користувача введіть **admin** з паролем **admin;**

3) встановіть заводські налаштування, зайдіть **System => Factory**, заждіть поки налаштування відбудеться, зніміть живлення (U=220 вольт);

4) від'єднайте від точки доступу **жовтий** кабель, приєднайте **верхній кінець темно-сірого** кабелю;

– відновіть початковий стан комп'ютера **RMF01 (RMF11, RMF05, RMF25):**

1) в області tray **відключиться від мережі;**

2) видаліть драйвер бездротового адаптера: **Пуск =>** правою кнопкою миші клацніть на **Компьютер => Управление => Диспетчер устройств =>** відкрийте розділ **Сетевые адаптеры =>** клацніть правою кнопкою миші по **D-Link AirPlus Xtreme G DWL-G132 Wireless USB Adapter (rev.A)** та виберіть **Удалить** (з видаленням програми драйверів для цього пристрою) => **ОК =>** закрийте всі вікна;

3) зніміть бездротові адаптери і передайте їх викладачу;

– виконайте пункт **3.5** для комп'ютерів **RMF02 (RMF10, RMF13, RMF24)** та **RMF03 (RMF09, RMF14, RMF23);**

– **відновіть роботу адаптерів дротової мережі** на всіх задіяних при виконанні роботи комп'ютера та перевірте підключення до мережі **Internet;**

- продемонструйте результати відновлення викладачу (**після цього робота визнається завершеною**);
- виконайте команду на перезавантаження комп'ютера (**Пуск => Выключение => Перезагрузка**).

3.6 Зміст письмового звіту

1. Етапи побудови бездротової мережі з точкою доступу у режимі "Access Point".
2. Відповіді на контрольні питання.

3.7 Контрольні питання

1. У яких режимах може працювати бездротова точка доступу? Яке призначення кожного з них?
2. За допомогою яких програмних засобів можна виконати налаштування параметрів точки доступу?
3. Що необхідно враховувати при виборі номеру радіоканалу для бездротової мережі?
4. Чи може точка доступу з'єднувати комп'ютери з різних мереж?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Куроуз Д. Компьютерные сети. Настольная книга системного администратора / Д. Куроуз, К. Росс. – М.: ЭКСМО, 2016. – 912 с.
2. Росс Дж. Беспроводная компьютерная сеть Wi-Fi своими руками. Установка, настройка, использование. Самоучитель / Дж. Росс. – СПб.: Наука и Техника, 2009. – 384 с.
3. Ватаманюк, А.И. Создание и обслуживание сетей в Windows7. – СПб.: Питер, 2010. – 224 с.
4. Беделл П. Сети. Беспроводные технологии / П. Беделл. – М.: ИТ Пресс, 2008. – 448 с.
5. Гельгор А.Л. Технология LTE мобильной передачи данных / А.Л.Гельгор, Е.А.Попов. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – 204 с.
6. Олифер, В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. // Учебник для вузов. – 5-е изд. – СПб.: Питер, 2016. – 992 с.
7. Таненбаум, Э. Компьютерные сети / Э. Таненбаум, Д.Уэзеролл. – 5-е изд. – СПб.: Питер, 2012. – 960 с.
8. Методичні вказівки до проходження професійного тесту «Загальні поняття мережної взаємодії. Технології та стандарти локальних мереж» з дисципліни "Комп'ютерні мережі" для бакалаврів спеціальності 123 "Комп'ютерна інженерія", усіх форм навчання. Частина 1 / Укл. Г.Г. Киричек. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. – 38 с.
9. Методичні вказівки до проходження професійного тесту «Загальні поняття мережної взаємодії. Технології та стандарти локальних мереж» з дисципліни "Комп'ютерні мережі" для бакалаврів спеціальності 123 "Комп'ютерна інженерія", усіх форм навчання. Частина 2 / Укл. Г.Г. Киричек. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. – 38 с.
10. Хабрейкен, Д. Домашние беспроводные сети = Беспроводная сеть своими руками / Джо Хабрейкен; пер. с англ. Е.А. Кедрова. – М.: ИТ Пресс, 2009. – 400 с.