

В. Чернега
Б. Платтнер

Безпроводні локальні мережі комп'ютерні мережі



В. Чернега, Б. Платтнер

БЕЗПРОВІДНІ ЛОКАЛЬНІ КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ

Рекомендовано Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України
як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів

Київ



2015

ББК 32.973.202 я73

Ч 46

УДК 004.732 (075)

Рекомендовано Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України

як навчальний посібник для вищих навчальних закладів

(Лист МОНМСУ № 1/11-2276 від 20.02.12)

Рецензенти:

Апраксін Ю.К. д-р техн. наук, проф., Севастопольський національний технічний університет, кафедра кібернетики та обчислювальної техніки.

Кушнір В.М. д-р техн. наук, проф., Морський гідрофізичний інститут НАН України.

Сапожніков М.Є., д-р техн. наук, проф., Севастопольський національний університет ядерної енергії і промисловості, зав. кафедрою комп'ютеризованих систем.

Науковий редактор: Скатков О.В., проф., д-р техн. наук.

Чернега В., Платтнер Б.

Ч 46 Безпроводні локальні комп'ютерні мережі: Навчальний посібник для технічних університетів / В. Чернега, Б. Платтнер. — К.: Кондор-Видавництво, 2015. — 238 с.

ISBN 978-966-2781 -31-1

Навчальний посібник призначений для студентів технічних університетів, що навчаються за напрямками "Телекомунікаційні системи", "Комп'ютерна інженерія" та "Комп'ютерні науки". У ньому викладено основні теоретичні положення архітектури і технології сучасних безпроводних локальних комп'ютерних мереж стандарту IEEE 802.11, а також способи забезпечення їх захисту від несанкціонованого доступу.

УДК 004.732 (075)

ББК 32.973.202 я73

ISBN 978-966-2781-31-1

© Віктор Чернега, 2015

© Кондор-Видавництво, 2015

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ	7
ПЕРЕДМОВА	17
ВВЕДЕННЯ	20
1. Топології безпроводних локальних комп'ютерних мереж	23
1.1. Мережі з незалежною базовою зоною обслуговування — AD-Нос.....	23
1.2. Мережі з базовою станцією — BSS.....	25
1.3. Мережі з розширеною зоною обслуговування — ESS	27
1.4. Комірчасті мережі — Mesh networks.....	28
1.5. Рівні і підрівні моделі взаємодії відкритих систем.....	30
1.6. Контрольні запитання.....	32
2. Основні формати кадрів мереж стандарту IEEE 802.11	33
2.1. Види кадрів.....	33
2.2. Узагальнений формат MAC-кадрів і кадрів даних.....	35
2.3. Службові кадри та їх формати.....	38
2.4. Управляючі кадри та їх формати.....	40
2.5. Контрольні запитання.....	41
3. Способи доступу до мережевих ресурсів	43
3.1. Запобігання колізіям у безпроводних локальних комп'ютерних мережах.....	43
3.2. Контроль сигналу-носія із запобіганням колізіям.....	44
3.3. Функція розподіленої координації доступу.....	46
3.4. Функція централізованої координації доступу.....	51
3.5. Контрольні запитання.....	54
4. Процедури встановлення з'єднання	55
4.1. Сканування середовища передачі сигналів.....	55
4.2. Аутентифікація.....	58
4.3. Асоціювання.....	60
4.4. Синхронізація станцій в мережі.....	62
4.5. Робота клієнтських комп'ютерів у режимі енергозбереження	63
4.6. Контрольні запитання.....	65
5. Передача сигналів у мережах стандарту IEEE 802.11	66
5.1. Особливості поширення радіохвиль у приміщеннях.....	66

5.2.	Вимоги до сигналів для безпроводної передачі даних.....	68
5.3.	Способи модуляції та передачі сигналів.....	70
5.3.1.	Спосіб частотних стрибків.....	70
5.3.2.	Розширення спектра сигналів способом прямої послідовності.....	73
5.3.3.	Використання комплементарних кодових послідовностей.....	77
5.3.4.	Мультиплексування з розділенням по ортогональним частотам.....	80
5.4.	Просторово-часове розділення потоків і кодування.....	85
5.4.1.	Спосіб багатоантенної передачі МІМО.....	85
5.4.2.	Режими роботи систем з МІМО.....	88
5.4.3.	Просторово-часове кодування Аламоуті.....	90
5.5.	Контрольні запитання.....	92
6.	Захист інформації у мережах стандарту IEEE 802.11	94
6.1.	Способи шифрування даних.....	94
6.1.1.	Симетричне шифрування.....	95
6.1.2.	Асиметричні системи шифрування.....	96
6.1.3.	Блокове шифрування.....	97
6.1.4.	Потокове шифрування.....	100
6.2.	Алгоритми шифрування.....	101
6.2.1.	Алгоритм RC-4.....	101
6.2.2.	Алгоритм AES.....	103
6.3.	Способи аутентифікації.....	109
6.3.1.	Аутентифікація на основі ключа спільного користування	110
6.3.2.	Аутентифікація на основі MAC-адрес.....	114
6.3.3.	Уразливості аутентифікації на основі WEP-шифрування та MAC-адрес.....	114
6.4.	Посилення системи захисту безпроводних локальних комп'ютерних мереж.....	116
6.4.1.	Аутентифікація мережених пристроїв за стандартом IEEE 802.1x	117
6.4.2.	Покадрова зміна ключа.....	120
6.4.3.	Протокол захисту даних TKIP.....	121
6.4.4.	Захист доступу за технологією WPA і стандартом IEEE 802.11 і.....	123
6.4.5.	Динамічний розподіл ключів.....	126
6.5.	Політика безпеки у безпроводних локальних комп'ютерних мережах.....	127

6.6. Контрольні запитання.....	130
7. Стандарти і пристрої безпроводних локальних комп'ютерних мереж.....	132
7.1. Стандарти безпроводних локальних комп'ютерних мереж.....	132
7.1.1. Стандарт IEEE 802.1 Іb.....	133
7.1.2. Стандарт IEEE 802.11a.....	134
7.1.3. Стандарт IEEE 802.1 Іg.....	135
7.1.4. Стандарт IEEE 802.1 Іn.....	138
7.1.5. Стандарт HIPERLAN/2.....	140
7.2. Комунікаційні пристрої безпроводних локальних комп'ютерних мереж.....	143
7.2.1. Базові станції — точки доступу.....	143
7.2.2. Клієнтські адаптери.....	145
7.2.3. Комутатори безпроводних локальних комп'ютерних мереж.....	146
7.2.4. Рівні передачі та прийому радіосигналів.....	147
7.3. Схемотехнічна реалізація точок доступу і клієнтських адаптерів.....	148
7.3.1. Узагальнена структура точки доступу.....	148
7.3.2. Реалізація радіочастотних блоків.....	149
7.3.3. Структура блоків обробки даних.....	155
7.3.4. Багатоантенні пристрої з просторово-часовим розділенням.....	159
7.4. Контрольні запитання.....	161
8. Антени безпроводних локальних комп'ютерних мереж.....	163
8.1. Загальна характеристика антен.....	163
8.1.1. Основні параметри і типи антен.....	163
8.1.2. Симетричний і несиметричний вібратори.....	169
8.2. Всенаправлені антени.....	170
8.2.1. Антена Omni-directional.....	170
8.2.2. Колінеарна антена.....	171
8.3. Направлені антени.....	173
8.3.1. Антени типу "хвилевий канал".....	173
8.3.2. Патч-антени.....	176
8.3.3. Дзеркальні антени.....	177
8.3.4. Спіральні антени.....	181
8.3.5. Рупорні антени.....	182
8.3.6. Напівнаправлені секторні антени.....	183

8.3.7. Фазовані антенні решітки.....	185
8.4. Антенно-фідерні тракти радіосистем із виносними та зовнішніми антенами.....	187
8.5. Контрольні запитання.....	189
9. Підтримка мобільних клієнтів у мережах стандарту	
IEEE 802.11	191
9.1. Способи і фази виконання процедури роумінгу.....	191
9.2. Реалізація роумінгу на канальному рівні.....	192
9.3. Роумінг при переміщенні комп'ютерів в інші підмережі	194
9.4. Швидкий роумінг за стандартом IEEE 802.11r.....	199
9.5. Контрольні запитання.....	199
10. Якість обслуговування у мережах стандарту IEEE 802.11 ...	201
10.1. Пріоритезація трафіку.....	202
10.2. Гібридна функція координації з роботою в режимі конкуренції	203
10.3. Гібридна функція координації з роботою в режимі по чергового доступу.....	205
10.4. Реалізація служби підтримки якості в безпроводній локальній мережі.....	207
10.5. Контрольні запитання.....	209
11. Оцінка дальності зв'язку у мережах стандарту IEEE 802.11 і конфігурація мережевого устаткування.....	211
11.1. Оцінка дальності зв'язку.....	212
11.2. Конфігурація мережевого адаптера.....	214
11.3. Конфігурація точки доступу.....	216
11.4. Налаштування розподілених безпроводних мереж WDS.....	221
11.5. Налаштування безпеки мережі WDS.....	223
11.6. Тестування параметрів безпроводної розподіленої мережі.....	225
11.7. Контрольні запитання.....	229
ВИСНОВКИ	230
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	232
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК	234