

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

В.М. Безрук, Ю.М. Бідний, Ю.М. Колтун, А.А. Астраханцев, І.В. Свид,
А.В. Ширяєв, Н.А. Харченко

ІНФОРМАЦІЙНІ МЕРЕЖІ ЗВ'ЯЗКУ

Навчальний посібник

Частина 2

ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ СТАЦІОНАРНИХ МЕРЕЖ ЗВ'ЯЗКУ

РЕКОМЕНДОВАНО
науково-методичною радою
університету.
Протокол № 6 від 16.06.2010.

Харків 2011

УДК 621.39
ББК 882
Б39

Безрук В.М., Бідний Ю.М., Колтун Ю.М., Астраханцев А.А., Свид І.В., Ширяєв А.В., Харченко Н.А. Інформаційні мережі зв'язку. Ч. 2. Телекомунікаційні технології стаціонарних мереж зв'язку: навч. посібник. – Харків: ХНУРЕ, 2011. – 492 с.

Друга частина навчального посібника містить систематизований опис основних мережних технологій, протоколів і концепцій; поряд із найсучаснішими представлені також традиційні технології стаціонарних інформаційних мереж зв'язку. У посібнику подано загальний огляд найбільш значних і важливих особливостей кожної технології.

Для студентів усіх форм навчання спеціальностей напряму «Телекомунікації».

Рецензенти: О.А. Серков, д-р техн. наук, професор, Харківський національний технічний університет «ХПІ»;

Г.В. Худов, д-р техн. наук, с.н.с., науковий співроб. наукового центру Харківського університету повітряних сил ім. Івана Кожедуба

© В.М. Безрук, Ю.М. Бідний, Ю.М. Колтун,
А.А. Астраханцев, І.В. Свид, А.В. Ширяєв,
Н.А. Харченко, 2011

ЗМІСТ

Вступ.....	9
1 Стандартизація технологій та послуг інформаційних мереж зв'язку.....	12
Перелік скорочень.....	12
1.1 Організація робіт зі стандартизації.....	13
1.2 Концепція та еталонна модель взаємодії відкритих систем як основний стандарт для інформаційних мереж зв'язку.....	16
1.3 Розподіл компонентів інформаційних мереж зв'язку за характером взаємодії відкритих систем.....	26
1.4 Послуги та якість обслуговування в інформаційних мережах зв'язку.....	31
Контрольні запитання і завдання.....	36
Список рекомендованої літератури.....	37
2 Технології локальних мереж і систем абонентського доступу.....	38
Перелік скорочень.....	38
2.1 Базові технології локальних мереж.....	39
2.1.1 Сімейство стандартів IEEE 802.X.....	39
2.1.2 Стандарти технології Ethernet.....	42
2.1.3 Технологія Token Ring.....	51
2.1.4 Технологія FDDI.....	54
2.2 Технології організації високошвидкісних каналів xDSL. Загальні положення й класифікація.....	57
2.2.1 Загальні тенденції розвитку й характеристики сімейства технологій xDSL.....	62
2.2.2 Синхронний та асинхронний режими доступу.....	66
2.2.3 Рішення завдань останньої милі на базі технологій ADSL, ADSL2 і ADSL 2+.....	67
2.2.4 Тенденції розвитку абонентського доступу xDSL в Україні.....	71
2.3 Системи абонентського радіодоступу.....	73
2.4 Бездротовий доступ до базових телекомунікаційних мереж.....	80
2.4.1 Технології RadioEthernet WiFi 802.11, WiMax 802.16 і HiperLAN/2.....	80
2.4.1.1 Принципи організації доступу до локальних мереж та Internet. RadioEthernet стандарти серії IEEE 802.11.....	82
2.4.1.2 Фізичний рівень IEEE 802.11.....	83
2.4.1.3 Канальний рівень IEEE 802.11.....	85
2.4.1.4 Технічні характеристики стандарту IEEE 802.16.....	90
2.4.1.5 Технологія бездротового доступу HiperLAN/2.....	91
2.4.2 Технологія BlueTooth.....	96
2.4.3 Технологія Infrared.....	97
Контрольні запитання і завдання.....	101
Список рекомендованої літератури.....	103

3	Технологія і протоколи доступу до послуг мереж загального користування з комутацією пакетів за рекомендацією ІТУ-Т Х.25	105
	Перелік скорочень	105
3.1	Загальна характеристика технології Х.25	106
3.2	Структури та характеристики інтерфейсів фізичного рівня технології Х.25	108
3.3	Протокол каналного рівня технології Х.25 (LAPB)	111
3.4	Протоколи мережного рівня технології Х.25	120
	Контрольні запитання і завдання	127
	Список рекомендованої літератури	127
4	Технологія і протоколи доступу до послуг вузькосмугових цифрових мереж інтегрального обслуговування (ISDN)	128
	Перелік скорочень	128
4.1	Загальна характеристика технології ISDN	129
4.2	Структури й характеристики інтерфейсів фізичного рівня технології ISDN	131
4.3	Протокол рівня сигнального каналу технології ISDN (LAPD)	136
4.4	Протокол мережного рівня доступу до ISDN	137
4.5	Адресація у технології ISDN	139
	Контрольні запитання і завдання	141
	Список рекомендованої літератури	142
5	Технологія ретрансляції кадрів (FR)	143
	Перелік скорочень	143
5.1	Загальна характеристика технології FR	144
5.2	Протокол каналного рівня LAPF	147
5.3	Взаємодія з протоколами верхніх рівнів	155
	Контрольні запитання і завдання	158
	Список рекомендованої літератури	159
6	Технологія і протоколи асинхронного режиму доставки (ATM)	160
	Перелік скорочень	160
6.1	Загальна характеристика технології ATM	161
6.2	Інтерфейси та функціональні пристрої ATM	164
6.3	Протоколи рівня ATM	170
6.4	Протоколи рівня адаптації ATM (AAL)	176
	6.4.1 Функції рівня AAL	176
	6.4.2 Протоколи AAL 1-го типу	178
	6.4.3 Протоколи AAL 2-го типу	180
	6.4.4 Протоколи AAL 3/4-го типу	182
	6.4.5 Протоколи AAL 5-го типу	187
	Контрольні запитання і завдання	190
	Список рекомендованої літератури	190
7	Технологія і протоколи міжмережної взаємодії (TCP/IP)	192
	Перелік скорочень	192
7.1	Загальна характеристика технології TCP/IP	193

7.2	Протоколи мережного інтерфейсу	197
7.2.1	Протокол SLIP	197
7.2.2	Протокол PPP	198
7.3	Протокол міжмережної взаємодії IP	202
7.4	Протоколи транспортного рівня	208
7.4.1	Протокол UDP	209
7.4.2	Протокол TCP	210
7.5	Протоколи прикладного рівня для надання послуг IP-телефонії	215
7.5.1	Протоколи RTP і RTCP	215
7.5.2	Протоколи H.323	218
7.5.3	Протокол SIP	221
7.5.4	Протокол MGCP/H.248	223
	Контрольні запитання і завдання	224
	Список рекомендованої літератури	225
8	Технології та протоколи маршрутизації в інформаційних мережах зв'язку	226
	Перелік скорочень	226
8.1	Загальна характеристика технологій маршрутизації	327
8.2	Маршрутизація в IP-мережах	234
8.2.1	IP-адресація	234
8.2.2	Протоколи маршрутизації в IP-мережах	239
8.2.2.1	Протоколи статичної маршрутизації	239
8.2.2.2	Протоколи динамічної маршрутизації	240
8.2.3	Протоколи динамічної маршрутизації на основі стану каналу зв'язку	251
8.2.3.1	Протокол вибору найкоротшого шляху (OSPF)	251
8.3	Маршрутизація в АТМ-мережах	254
8.3.1	Призначення протоколів маршрутизації в АТМ-мережі	254
8.3.2	Ієрархія приватного міжмережного інтерфейсу (PNNI)	255
8.3.3	Групи вузлів PNNI	256
8.3.4	NSAP-адресація в PNNI	257
8.3.5	Протокол передачі сигналів PNNI	258
8.3.6	Створення, підтримка й розрив каналу зв'язку	258
8.3.7	Протокол маршрутизації PNNI	259
8.3.8	Метрики PNNI-маршрутизації	259
8.4	Багатопротокольна комутація по мітках (MPLS)	262
8.4.1	Загальна характеристика технології та протоколів MPLS	262
8.4.2	Розподіл міток у MPLS	265
8.4.3	Тунелювання у MPLS	270
8.4.4	Концепція інжинірингу трафіка у MPLS	274
	Контрольні запитання і завдання	276
	Список рекомендованої літератури	277
9	Технології та протоколи сигналізації в інформаційних мережах зв'язку	278
	Перелік скорочень	278
9.1	Основні принципи сигналізації	280

9.2	Технологія спільноканальної сигналізації (СКС) № 7	282
9.2.1	Загальна характеристика технології СКС № 7	282
9.2.2	Протоколи підсистеми передачі повідомлень (МТР)	283
9.2.3	Підсистема керування з'єднаннями сигналізації (SCCP)	289
9.2.4	Підсистема можливостей транзакцій (ТСАР)	291
9.2.5	Підсистема користувачів цифрових мереж інтегрального обслуговування (ISUP)	293
9.2.6	Підсистема користувачів інтелектуальних мереж (INAP)	297
9.3	Технології сигналізації у мережах АТМ	301
9.3.1	Протокол сигналізації В-ISUP	301
9.3.2	Протокол сигналізації Q.2140	305
9.3.3	Протокол метасигналізації	305
9.3.4	Протоколи сигналізації по віртуальних каналах «точка–точка» і «точка–багатоточка» в інтерфейсі UNI	308
9.3.5	Протокол сигналізації UNI 4.0	310
9.3.6	Протокол сигналізації HSP	311
9.3.7	Протокол сигналізації PNNI	311
9.3.8	Протокол сигналізації SPANS	312
9.3.9	Протокол сигналізації VIVID MPOA	313
9.4	Технології сигналізації у мережах ІР-телефонії	314
9.4.1	Загальні принципи сигналізації у мережах ІР-телефонії	314
9.4.2	Сигналізація у мережі ІР-телефонії за стандартом H.323	316
9.4.2.1	Сигналізація RAS	317
9.4.2.2	Сигналізація протоколів H.225.0 (Q.931) і H.245	320
9.4.2.3	Сигналізація за протоколами H.450	322
9.4.3	Сигналізація у мережі ІР-телефонії на основі протоколу SIP	322
9.4.4	Особливості сигналізації за концепцією TIPHON	329
9.4.5	Сигналізація при міжмережній взаємодії	333
9.5	Сигналізація при конвергенції мереж зв'язку	335
	Контрольні запитання і завдання	337
	Список рекомендованої літератури	340
10	Технологія і набори послуг інтелектуальних мереж (ІН)	341
	Перелік скорочень	341
10.1	Загальні положення концептуальної та архітектурної організації ІН	343
10.1.1	Основи організації та спрощена схема ІН	343
10.1.2	Базова архітектурна концепція технології ІН	345
10.1.3	Подання ІН у рамках її концептуальної моделі	348
10.1.4	Фізична архітектура ІН	351
10.1.5	Етапи стандартизації технології ІН	352
10.2	Принципи побудови та архітектура ІН у рамках набору можливостей CS-1	354
10.3	Функціональні особливості побудови ІН з підтримкою набору	

послуг CS-2.....	359
10.3.1 Порівняльний аналіз наборів послуг CS-1 і CS-2.....	359
10.3.2 Послуги набору CS-2.....	361
10.3.3 Глобальна функціональна площа набору CS-2.....	362
10.3.4 Розподілена функціональна площа набору CS-2.....	364
10.3.5 Фізична площа набору CS-2.....	365
10.4 Особливості подальшого розвитку можливостей IN.....	367
10.4.1 Набір CS-3.....	367
10.4.2 Набір CS-4.....	368
10.5 Опис алгоритмів і процедур надання інтелектуальних послуг для набору CS-1.....	368
10.5.1 Схема надання і процедура встановлення з'єднання послуги FPH.....	368
10.5.2 Схема надання і процедура встановлення з'єднання послуги ACC.....	370
10.5.3 Схема надання і процедура встановлення з'єднання послуги PRM.....	374
10.5.4 Особливості надання послуги CCC.....	376
10.5.5 Алгоритм і процедура встановлення з'єднання під час надання послуги VOT.....	376
10.6 Узагальнені моделі обслуговування викликів в IN.....	377
Контрольні запитання і завдання.....	381
Список рекомендованої літератури.....	383
11 Технології та протоколи мультисервісних мереж наступного покоління (NGN).....	384
Перелік скорочень.....	384
11.1 Визначення та основні поняття мультисервісних NGN.....	386
11.2 Архітектурні подання мультисервісних NGN.....	393
11.2.1 Базова архітектура мультисервісної NGN.....	393
11.2.2 Архітектура Parlay.....	396
11.2.3 Архітектура мультимедійних IP-орієнтованих підсистем (IMS).....	398
11.2.4 Узагальнена архітектура інформаційної мережі зв'язку на основі концепції NGN.....	405
11.3 Структура і технологічні рішення щодо реалізації програмних комутаторів Softswitch.....	407
11.3.1 Основні функції та характеристики Softswitch.....	407
11.3.2 Структура Softswitch.....	410
11.4 Технології та протоколи забезпечення якості обслуговування у мультисервісних NGN.....	414
11.4.1 Визначення, типи та функції забезпечення якості обслуговування.....	414
11.4.2 Технологія інтегрованих послуг (IntServ) і протокол резервування ресурсів (RSVP).....	416

11.4.3 Технологія диференційованих послуг (DiffServ)	422
Контрольні запитання і завдання	427
Список рекомендованої літератури	428
12 Технології та протоколи керування інформаційними мережами зв'язку	429
Перелік скорочень	429
12.1 Основні задачі та принципи мережного керування	431
12.2 Технології мережного керування	435
12.2.1 Технологія мережі керування телекомунікаціями (TMN)	435
12.2.2 Технологічна схема мережної експлуатації (TOM)	446
12.2.3 Технологія керування у середовищі розподілених обчислювань (TINA)	453
12.2.4 Технологія брокера об'єктних запитань (CORBA)	456
12.3 Протоколи мережного керування	461
12.3.1 Протокол простого мережного керування (SNMP)	461
12.3.1.1 Примітиви протоколу SNMP	462
12.3.1.2 Структура SNMP MIB	462
12.3.1.3 Формат повідомлень SNMP	466
12.3.1.4 Недоліки протоколу SNMP	467
12.3.2 Протоколи загальних послуг інформації керування (CMIS) і загальної інформації керування (CMIP)	467
12.3.2.1 Функціональні модулі й послуги CMIS	470
12.3.2.2 Загальний протокол інформації керування CMIP	473
Контрольні запитання і завдання	475
Список рекомендованої літератури	477
Глосарій	478

ВСТУП

Розвиток телекомунікацій в Україні ставить перед сучасними спеціалістами особливі задачі, спрямовані на прискорення виконання важливого політичного завдання – інформатизації держави, входження до глобальної інформаційної інфраструктури. Технології інформаційних мереж зв'язку постійно оновлюються, що потребує різноманітних знань у цій галузі.

Саме тому друга частина навчального посібника містить систематизований опис основних мережних технологій, протоколів і концепцій; поряд із найсучаснішими також представлено й традиційні технології стаціонарних інформаційних мереж зв'язку. Автори навчального посібника не ставили перед собою за мету надати всю можливу інформацію про мережні технології, замість цього дають загальний огляд, підкресливши найбільш значні та важливі особливості кожної технології. Посібник складається з окремих розділів, які можна вивчати у будь-якій послідовності або вибірково. Для зручності засвоєння матеріалу на початку кожного розділу подано перелік скорочень, наприкінці – контрольні запитання і завдання, а також список рекомендованої літератури.

Під час підготовки другої частини навчального посібника автори використали досвід викладання дисциплін циклу підготовки бакалаврів, спеціалістів і магістрів у Харківському національному університеті радіоелектроніки за напрямом «Телекомунікації» по кафедрі «Мережі зв'язку» для спеціальності «Інформаційні мережі зв'язку». Друга частина навчального посібника допоможе студентам під час вивчення таких дисциплін, як «Вступ до спеціальності», «Мережеві технології», «Локальні мережі зв'язку», «Технології мереж абонентського доступу», «Цифрові мережі інтегрального обслуговування», «Мультисервісні мережі наступного покоління», «Маршрутизація в мережах зв'язку», «Сигналізація в мережах зв'язку», «Керування інформаційними мережами зв'язку», а також докладніше ознайомитись з новими технологіями інформаційних мереж зв'язку.

У першому розділі наведено основні організації зі стандартизації технологій та послуг інформаційних мереж зв'язку, розроблену ними концепцію та еталонну модель взаємодії відкритих систем (OSI), що забезпечують ієрархічний опис мережних процесів із використанням понять протоколів, інтерфейсів, точок доступу до послуг, примітивів, мережних технологій; розглянуто розподіл компонентів інформаційних мереж зв'язку (абонентських, адміністративних й асоціативних систем) за характером взаємодії відкритих систем.

У другому розділі розглянуто технології локальних мереж (IEEE 802.X, Ethernet, Token Ring, FDDI) і систем абонентського доступу, як по проводових цифрових лініях зв'язку (xDSL), так і по безпроводових лініях зв'язку (RadioEthernet WiFi 802.11, WiMax 802.16, HiperLAN/2, BlueTooth, Infrared).

У третьому розділі викладено технологію доступу до послуг мереж загального користування з комутацією пакетів за рекомендацією ITU-T X.25 з

відповідними їй протоколами фізичного рівня (Рекомендації ITU-T V.24, V.35, X.21, X.21bis), каналного рівня (LAPB) і мережного (пакетного) рівня моделі OSI.

У четвертому розділі наведено технологію та протоколи доступу до послуг вузькосмугових цифрових мереж інтегрального обслуговування (ISDN), що містить опис базового (BRI) та первинного (PRI) інтерфейсів фізичного рівня за Рекомендацією ITU-T I.430, каналного рівня LAPD за Рекомендацією ITU-T Q.920/Q.921, мережного рівня за Рекомендацією ITU-T Q.930/Q.931, а також адресації в ISDN.

У п'ятому розділі розглянуто технологію ретрансляції кадрів (Frame Relay, FR), що може використовуватися для передачі даних в ISDN із використанням протоколу каналного рівня LAPF і принципів взаємодії з протоколами верхніх рівнів (інкапсуляції та фрагментації).

У шостому розділі викладено технологію асинхронного режиму доставки (ATM) для побудови широкосмугових цифрових мереж інтегрального обслуговування (B-ISDN) із використанням відповідних інтерфейсів і функціональних пристроїв та протоколів рівня ATM для передачі інформації з використанням пакетів фіксованої довжини – чарунок і протоколів рівня адаптації ATM (AAL) для формування корисного навантаження чарунок за рахунок конвергенції до послуг і сегментації або збірки конвертованих блоків даних.

У сьомому розділі розглянуто технологію міжмережної взаємодії на основі стека протоколів TCP/IP, серед яких основну увагу приділено протоколам рівня мережного інтерфейсу (SLIP, PPP), міжмережної взаємодії (IP), транспортного рівня (UDP, TCP), а також протоколам прикладного рівня для IP-телефонії (H.323, SIP, MGCP, RTP, RTCP).

У восьмому розділі наведено технології маршрутизації, включаючи базові поняття для неї, особливості використання адресації у мережах IP й ATM, відповідні протоколи статичної та динамічної маршрутизації, а також багатопроотокової комутації по мітках (MPLS) із принципами розподілу міток, тунелювання та інженірингу трафіка.

У дев'ятому розділі розглянуто технологію спільноканальної сигналізації (СКС) № 7 для мереж із комутацією каналів із відповідними підсистемами користувачів, технології сигналізації у мережах ATM для інтерфейсів «користувач – мережа» (UNI) і «мережа – мережа» (NNI), протоколи сигналізації у мережах IP-телефонії (H.323, SIP, MGCP), а також при конвергенції мереж.

У десятому розділі наведено технологію інтелектуальних мереж (IN), зокрема її концепцію, архітектурні моделі, набори послуг CS-1, CS-2, CS-3, CS-4, а також алгоритми і процедури встановлення з'єднань для них.

В одинадцятому розділі викладено технології мультисервісних мереж наступного покоління (NGN) з їх архітектурними моделями, використанням програмних комутаторів Softswitch і методів забезпечення якості обслуговування (QoS).

У дванадцятому розділі наведено технології та протоколи керування інформаційними мережами зв'язку, включаючи принципи, задачі та показники

якості мережного керування, опис технології мережі керування телекомунікаціями (TMN), технологічної схеми мережної експлуатації (ТОМ), керування у середовищі розподілених обчислювань (TINA), брокера об'єктних запитань (CORBA), протоколів простого мережного керування (SNMP) і керування взаємодією відкритих систем (CMIP/CMIS).

Другу частину навчального посібника підготували:

вступ – В.М. Безрук, Ю.М. Бідний;

розділ 1 – Ю.М. Бідний, Ю.М. Колтун, І.В. Свид;

розділ 2 – Н.А. Харченко, А.В. Ширяєв;

розділ 3 – Ю.М. Бідний;

розділ 4 – Ю.М. Бідний;

розділ 5 – Ю.М. Бідний;

розділ 6 – Ю.М. Бідний;

розділ 7 – Ю.М. Бідний;

розділ 8 – А.А. Астраханцев, Ю.М. Колтун;

розділ 9 – Ю.М. Бідний, Ю.М. Колтун;

розділ 10 – Ю.М. Колтун, Н.А. Харченко;

розділ 11 – Ю.М. Колтун, Н.А. Харченко;

розділ 12 – І.В. Свид.

Загальне редагування виконали В.М. Безрук, Ю.М. Бідний.

Автори висловлюють особливу вдячність співробітникам кафедри «Мережі зв'язку» В.В. Томак і Н.А. Харченко за активну участь у технічній підготовці матеріалу.

1 СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ПОСЛУГ ІНФОРМАЦІЙНИХ МЕРЕЖ ЗВ'ЯЗКУ

Список рекомендованої літератури

1. Стеклов В.К., Беркман Л.Н. Телекомунікаційні мережі. – К.: Техніка, 2001. – 392с.
2. Битнер В.И., Попов Г.Н. Нормирование качества телекоммуникационных услуг / Под ред. проф. В.П. Шувалова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 312 с.
3. Дансмор Б., Скандьер Т. Справочник по телекоммуникационным технологиям. – М.: Вильямс, 2004. – 640 с.
4. Кульгин М.В. Технологии корпоративных сетей. Энциклопедия. – СПб.: Питер, 1999. – 704 с.
5. Кульгин М.В. Компьютерные сети. Практика построения. Для профессионалов. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2003. – 462 с.
6. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2006. – 958 с.
7. Телекоммуникационные системы и сети. Том 1 – Современные технологии / Б.И. Крук, В.Н. Попантонопуло, В.П. Шувалов; под ред. проф. В.П. Шувалова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 647 с.
8. Телекоммуникационные системы и сети. Том 3 – Мультисервисные сети / В.В. Величко, Е.А. Субботин, В.П. Шувалов, А.Ф. Ярославцев; под ред. проф. В.П. Шувалова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 592 с.
9. Шварц М. Сети связи: протоколы, моделирование и анализ. Том 1. – М.: Наука, 1992. – 336 с.

2 ТЕХНОЛОГІЇ ЛОКАЛЬНИХ МЕРЕЖ І СИСТЕМ АБОНЕНТСЬКОГО ДОСТУПУ

Список рекомендованої літератури

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – СПб.: Питер, 2004. – 863 с.
2. Новиков Ю.В., Кондратенко С.В. Основы локальных сетей. Курс лекций. – М.: Интернет-университет информационных технологий, 2005. – ISBN 5-9556-0032-9.
3. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Сетевые операционные системы. – СПб.: БХВ-Петербург, 2001. – 540 с.
4. Сергеев А.П. Офисные локальные сети. – М.: Диалектика, 2003. – 320 с.
5. Гольдштейн А.Б., Гольдштейн Б.С. Технология и протоколы MPLS. – СПб.: БХВ – Санкт-Петербург, 2005. — 304 с.
6. Поляк-Брагинский А. Локальные сети. Самое необходимое. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – 592 с.
7. Поляк-Брагинский А. Локальные сети. Модернизация и поиск неисправностей. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 640 с.
8. Борисенко А.А. Локальная сеть. Просто как дважды два. – М.: Эксмо, 2008. – 192 с.
9. Вивек О. Структура и реализация современной технологии MPLS. Руководство Cisco = Advanced MPLS Design and Implementation. – М.: Вильямс, 2004. – 480 с.
10. Пролетарский А.В., Баскаков И.В., Чирков Д.Н. Беспроводные сети Wi-Fi. – М.: Бином, 2007. – 172 с.
11. Зайченко Н., Сайко В. Современные DSL-технологии в Украине // Сети и телекоммуникации. – 2002. – № 1. – С. 33-37.
12. John A.C. Bingman. Multicarrier modulation for data transmission: an idea whose time has come // IEEE Communication Magazine. – May, 1990. – P. 7-14.
13. Балашов В.А., Ляховецкий Л.М. Алгоритмы оптимизации спектра группового сигнала в многоканальных модемах // Научные труды УГАС им. А.С. Попова. – 1999. – № 1. – С. 37-43.
14. Балашов В.А., Ляховецкий Л.М. Моделирование характеристик цифровых абонентских линий // Зв'язок. – 2003. – № 2. – С. 19–23.
15. Ляховецкий Л.М. ADSL: проверка готовности // Телекоммуникации и сети. – 2002. – № 9. – С. 38-42.
16. Мирошников Д.Г. Современные решения беспроводного доступа / Электросвязь. – № 4. – 1998.
17. Громаков Ю.А. Современные технологии подвижной связи / Электросвязь. – № 8. – 1993.
18. Громаков Ю.А. Стандарты и системы подвижной радиосвязи. – М.: Эко-Трендз. Т. 67. – 1996.
19. Крылов В.В. Беспроводные таксофонные аппараты – новые элементы

телефонных сетей общего пользования / Электросвязь. – № 8. – 1993.

20. Невдяев Л.М. Мобильная связь третьего поколения. Серия изданий "Связь и бизнес". – М: МЦНТИ, ООО "Мобильные коммуникации" – 2000. – 208 с.

21. Связь с подвижными объектами в диапазоне СВЧ / Под ред. У.К. Джейкса. – М.: Связь, 1979. – 520 с.

22. Андрианов В.И., Соколов А.В. Средства мобильной связи. – СПб.: BHV, 1998. – 256 с.

З ТЕХНОЛОГІЯ І ПРОТОКОЛИ ДОСТУПУ ДО ПОСЛУГ МЕРЕЖ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ З КОМУТАЦІЄЮ ПАКЕТІВ ЗА РЕКОМЕНДАЦІЄЮ ІТУ-Т X.25

Список рекомендованої літератури

1. Стеклов В.К., Беркман Л.Н. Телекомунікаційні мережі. – К.: Техніка, 2001. – 392 с.
2. Мельников Д.А. Информационные процессы в компьютерных сетях. Протоколы, стандарты, интерфейсы, модели. – М.: Кудиц-образ, 1999. – 256 с.
3. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2006. – 958 с.
4. Шварц М. Сети связи: протоколы, моделирование и анализ. Том 1. – М.: Наука, 1992. – 336 с.

4 ТЕХНОЛОГІЯ І ПРОТОКОЛИ ДОСТУПУ ДО ПОСЛУГ ВУЗЬКОСМУГОВИХ ЦИФРОВИХ МЕРЕЖ ІНТЕГРАЛЬНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ (ISDN)

Список рекомендованої літератури

1. Стеклов В.К., Беркман Л.Н. Телекомунікаційні мережі. – К.: Техніка, 2001. – 392 с.
2. Бакланов И.Г. ISDN и FRAME RELAY: Технология и практика измерений. – М.: Эко-Трендз, 1998. – 188 с.
3. Боккер П. ISDN. Цифровая сеть с интеграцией служб. Понятия, методы, системы. – М.: Радио и связь, 1991. – 304 с.
4. Гольдштейн Б.С. Протоколы сети доступа. Том 2. – М.: Радио и связь, 1999. – 317 с.
5. Ершов В.А., Кузнецов Н.А. Мультисервисные телекоммуникационные сети. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 432 с.
6. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – СПб.: Питер, 2006. – 958 с.

5 ТЕХНОЛОГІЯ РЕТРАНСЛЯЦІЇ КАДРІВ (FR)

Список рекомендованої літератури

1. Бакланов И.Г. ISDN и FRAME RELAY: Технология и практика измерений. – М.: Эко-Трендз, 1998. - 188 с.
2. Дансмор Б., Скандьер Т. Справочник по телекоммуникационным технологиям. – М.: Вильямс, 2004. - 640 с.
3. Мельников Д.А. Информационные процессы в компьютерных сетях. Протоколы, стандарты, интерфейсы, модели. – М.: Кудиц-образ, 1999. – 256 с.
4. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – СПб.: Питер, 2006. – 958 с.

6 ТЕХНОЛОГІЯ І ПРОТОКОЛИ АСИНХРОННОГО РЕЖИМУ ДОСТАВКИ (АТМ)

Список рекомендованої літератури

1. Стеклов В.К., Беркман Л.Н. Телекомунікаційні мережі. – К.: Техніка, 2001. – 392 с.
2. Бакланов И.Г. Технология измерений первичной сети. Ч. 2. Системы синхронизации, В-ISDN, АТМ. – М.: Эко-Трендз, 2002. – 152 с.
3. Дансмор Б., Скандьер Т. Справочник по телекоммуникационным технологиям. – М.: Вильямс, 2004. – 640 с.
4. Денисова Т.Б., Лихтцендер Б.Я., Назаров А.Н., Симонов М.В., Фомичев С.М. Мультисервисные АТМ-сети. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 320 с.
5. Захаров Г.П., Симонов М.В., Яновский Г.Г. Службы и архитектура широкополосных цифровых сетей интегрального обслуживания. – М.: Эко-Трендз, 1993. – 102 с.
6. Кульгин М.В. Технологии корпоративных сетей. Энциклопедия. – СПб.: Питер, 1999. – 704 с.
7. Назаров А.Н., Симонов М.В. АТМ: технология высокоскоростных сетей. – М.: Эко-Трендз, 1999. – 252 с.
8. Телекоммуникационные системы и сети: Мультисервисные сети, Том 3 / В.В. Величко, Е.А. Субботин, В.П. Шувалов, А.Ф. Ярославцев. – М.: Горячая линия. – Телеком, 2005. – 592 с.

7 ТЕХНОЛОГІЯ І ПРОТОКОЛИ МІЖМЕРЕЖНОЇ ВЗАЄМОДІЇ (ТСР/IP)

Список рекомендованої літератури

1. Стеклов В.К., Беркман Л.Н. Телекомунікаційні мережі. – К.: Техніка, 2001. – 392 с.
2. Гольдштейн Б.С., Пинчук А.В., Суховицкий А.Л. IP-телефония. – М.: Радио и связь, 2001. – 336 с.
3. Дансмор Б., Скандьер Т. Справочник по телекоммуникационным технологиям. – М.: Вильямс, 2004. – 640 с.
4. Кульгин М.В. Технологии корпоративных сетей. Энциклопедия. – СПб.: Питер, 1999. – 704 с.
5. Кульгин М.В. Компьютерные сети. Практика построения. – СПб.: Питер, 2003. – 462 с.
6. Мельников Д.А. Информационные процессы в компьютерных сетях. Протоколы, стандарты, интерфейсы, модели. – М.: Кудиц-образ, 1999. – 256 с.
7. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – СПб.: Питер, 2006. – 958 с.
8. Росляков А.В., Самсонов М.Ю., Шибаета И.В. IP-телефония. – М.: Эко-Трендз, 2003. – 252 с.

8 ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРОТОКОЛИ МАРШРУТИЗАЦІЇ В ІНФОРМАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ ЗВ'ЯЗКУ

Список рекомендованої літератури

1. Амато В. Основы организации сетей Cisco, т.1.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 512 с.
2. Амато В. Основы организации сетей Cisco, т.2.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 464 с.
3. Гольдштейн А.Б., Гольдштейн Б.С. Технология и протоколы MPLS. – СПб.: Питер, 2005. – 304 с.
4. Кульгин М.В. Компьютерные сети. Практика построения. Для профессионалов. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2003. – 462 с.
5. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы. Технологии. Протоколы. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2006. – 958 с.
6. Остерлох Х. Маршрутизация в IP-сетях. Принципы, протоколы, настройка: Пер. с англ. – СПб.: ООО ДиаСофтЮП, 2002. – 512 с.
7. Палмер М., Синклер Р. Проектирование и внедрение компьютерных сетей. 2-е изд.: Пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 752 с.
8. Таненбаум Э. Компьютерные сети. – СПб.: Питер, 2002. – 848 с.

9 ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРОТОКОЛИ СИГНАЛІЗАЦІЇ В ІНФОРМАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ ЗВ'ЯЗКУ

Список рекомендованої літератури

1. Стеклов В.К., Беркман Л.Н. Телекомунікаційні мережі – К.: Техніка, 2001. – 392 с.
2. Гольдштейн Б.С. Сигнализация в сетях связи. Т.1. – М.: Радио и связь, 1998. – 423 с.
3. Гольдштейн Б.С., Пинчук А.В., Суховицкий А.Л. IP-телефония. – М.: Радио и связь, 2001. – 336 с.
4. Кульгин М.В. Технологии корпоративных сетей. Энциклопедия. – СПб.: Питер, 1999. – 704 с.
5. Росляков А.В. Общеканальная система сигнализации № 7. М.: Эко-Трендз, 1999. – 176 с.
6. Росляков А.В., Самсонов М.Ю., Шибаета И.В. IP-телефония. – М.: Эко-Трендз, 2003. – 252 с.

10 ТЕХНОЛОГІЯ І НАБОРИ ПОСЛУГ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ МЕРЕЖ (ІН)

Список рекомендованої літератури

1. Стеклов В.К., Беркман Л.Н. Телекомунікаційні мережі. – К.: Техніка, 2001. - 392с.
2. Гольдштейн Б.С., Ехриель И.М. и др. Интеллектуальные сети. – М.: Радио и связь, 2000. - 500 с.
3. Ершов В.А., Кузнецов Н.А. Мультисервисные телекоммуникационные сети. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 432 с.
4. Крестьянинов С.В., Полканов Е.И., Шнепс-Шнеппе М.А. Интеллектуальные сети и компьютерная телефония. – М.: Радио и связь, 2001. – 204 с.
5. Лихтциндер Б.Я., Кузякин М.А. и др. Интеллектуальные сети связи. – М.: Эко-Трендз, 2000. – 207 с.
6. Росляков А.В. Общеканальная система сигнализации №7. – М.: Эко-Трендз, 1999. – 176 с.

11 ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРОТОКОЛИ МУЛЬТИСЕРВІСНИХ МЕРЕЖ НАСТУПНОГО ПОКОЛІННЯ (NGN)

Список рекомендованої літератури

1. Бакланов И.Г. NGN: принципы построения и организации / Под ред. Ю.Н. Чернышова. – М.: Эко-Трендз, 2008.
2. Телекоммуникационные системы и сети: Мультисервисные сети, Том 3 / В.В. Величко, Е.А. Субботин, В.П. Шувалов, А.Ф. Ярославцев. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 592 с.
3. Гольдштейн А.Б., Гольдштейн Б.С. SOFTSWITCH. – СПб.: БХВ – Санкт-Петербург, 2006. – 368 с.
4. Денисова Т.Б., Лихтцендер Б.Я., Назаров А.Н., Симонов М.В., Фомичев С.М. Мультисервисные АТМ-сети. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 320 с.
5. Ершов В.А., Кузнецов Н.А. Мультисервисные телекоммуникационные сети. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 432 с.
6. Кох Р., Яневский Г. Эволюция и конвергенция в электросвязи. – М.: Радио и связь, 2001. – 279 с.
7. Росляков А.В. Сети следующего поколения NGN. – Москва: Эко-Трендз, 2008. – 424 с.

12 ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРОТОКОЛИ КЕРУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИМИ МЕРЕЖАМИ ЗВ'ЯЗКУ

Список рекомендованої літератури

1. Стеклов В.К., Кільчицький Є.В. Основи управління мережами та послугами телекомунікацій: Підручник. – К.: Техніка, 2002. – 438 с.
2. Стеклов В.К., Беркман Л.Н. Телекомунікаційні мережі: Підручник. – К.: Техніка, 2001. – 392 с.
3. Стеклов В.К., Беркман Л.Н. Проектування телекомунікаційних мереж: Підручник. – К.: Техніка, 2002. – 792 с.
4. Безрук В.М., Свид І.В., Корсун І.В. Нейронні технології в телекомунікаціях та системах управління: Навч. посібник. – Харків: СМІТ, 2008. – 230 с.
5. Битнер В.И., Попов Г.Н. Нормирование качества телекоммуникационных услуг. Учебное пособие / Под ред. проф. В.П. Шувалова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 312 с.
6. Гребешков А.Ю. Стандарты и технологии управления сетями связи. – М.: Эко-Трендз, 2003. – 288 с.
7. Довгий С.О., Савченко О.Я., Воробієнко П.П. та ін. Сучасні телекомунікації: мережі, технології, економіка, керування, регулювання / За ред. С.О. Довгого. – К.: Український Видавничий Центр, 2002. – 520 с.
8. Дьяченко В.Ф., Лазарев В.Г., Саввин Г.Г. Управление на сетях связи. – М.: Наука, 1997. – 166 с.
9. Протоколы и методы управления в сетях передачи данных / Под ред. Ф.Ф. Куо. – М.: «Радио и связь», 1985. – 480 с.
10. Рогинский В.Н. Теория сетей связи. – М.: Связь, 1981. – 192 с.
11. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие. Том 3. Мультисервисные сети / В.В. Величко, Е.А. Субботин, В.П. Шувалов и др. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 592 с.

Навчальне видання

БЕЗРУК Валерій Михайлович
БІДНИЙ Юрій Михайлович
КОЛТУН Юрій Миколайович
АСТРАХАНЦЕВ Андрій Анатолійович
СВИД Ірина Вікторівна
ШИРЯЄВ Андрій Володимирович
ХАРЧЕНКО Наталія Андріївна

ІНФОРМАЦІЙНІ МЕРЕЖІ ЗВ'ЯЗКУ

Навчальний посібник

Частина 2

ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
СТАЦІОНАРНИХ МЕРЕЖ ЗВ'ЯЗКУ

Відповідальний випусковий

В.М. Безрук

Редактор

О.С. Белянінова

Комп'ютерна верстка

Г.М. Голоднікова

План 2011 (перше півріччя) поз.5

Підп. до друку 20.12.2010. Формат 60х84 1/16. Спосіб друку – ризографія.
Умов.-друк. арк. 29,1. Облік.-вид. арк. 25,9.
Зам. 1-5. Ціна договірна. Тираж 25 прим.

ХНУРЕ, 61166, Україна, Харків, просп. Леніна, 14

Віддруковано в навчально-науковому
видавничо-поліграфічному центрі ХНУРЕ
61166, Харків, просп. Леніна, 14