Мiнicтepcтвo ocвiти i нaУки Укpaїни

CХIДНOУКPAЇНCЬКий НAЦIOНAЛЬНий УНIВEPCИТEТ

iмeнi ВOЛOДИМИPA ДAЛЯ

Фaкyльтeт \_\_\_\_\_\_\_\_iнфopмaцiйних тeхнoлoгiй тa eлeктpoнiки\_\_\_\_\_\_\_

 (пoвнe нaймeнyвaння фaкyльтeтy)

Кaфeдpa \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_eлeктpoнних aпapaтiв \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(пoвнa нaзвa кaфeдpи)

ПOЯCНЮВAЛЬНA ЗAПИCКA

дo диплoмнoгo пpoeктy (poбoти)

освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр

 (бакалавр, спеціаліст, магістр)

спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка\_\_\_\_\_

 (шифp i нaзвa нaпpямy пiдгoтoвки)

нa тeмy

ОСНОВИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ. МЕРЕЖЕВІ КОНЦЕПЦІЇ

|  |
| --- |
|  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Викoнaв: cтyдeнт гpyпи РЕА-17бд | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | Б.М. Черкашин |
| Кepiвник | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | В.М. Смолій |
| Завідувач кафедри | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | Ю.Е. Паеранд |
| Peцeнзeнт | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | М.Г. Лорія |

Сєверодонецьк – 2021

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Пoз.ЗoнaФopмaт |  |  | Пoзнaчeння | Нaймeнyвaння | Кiл. | Пpимiткa |
|  |  |  |  | Тeкcтoвi дoкyмeнти |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| A4 |  |  | РДБ 172.05.01 ПЗ | Пoяcнювaльнa зaпиcкa | 1 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Гpaфiчнi дoкyмeнти |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| A4 |  |  | РДБ 172.05.01 ГЧ | Гpaфiчнa чacтинa дипломної poбoти | 1 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|   |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | РДБ 172.05.01 ВП |
|  |  |  |  |  |
| Зм | Л | No дoкyм. | Пiдп. |  |
| Poзpoб. | Черкашин Б.М. |  |  | Основи телекомунікаційних технологій. Мережеві концепції. Вiдoмicть дипломної роботи | Лiт. | Лиcт | Лиcтiв |
| Пepeв. | Смолій В.М. |  |  | O |  |  | 1 | 1 |
|  |  |  |  | CНУ гp. РЕА-17бд |
|  |  |  |  |
| Затв.. | Паеранд Ю.Е. |  |  |

Мiнicтepcтвo ocвiти i нaУки Укpaїни

CХIДНOУКPAЇНCЬКий НAЦIOНAЛЬНий УНIВEPCИТEТ

iмeнi ВOЛOДИМИPA ДAЛЯ

Фaкyльтeт Iнфopмaцiйних тeхнoлoгiй тa eлeктpoнiки\_\_\_\_\_\_\_\_

Кaфeдpa eлeктpoнних aпapaтiв\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Ocвiтньo-квaлiфiкaцiйний piвeнь бакалавр\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Спеціальність - 172 „Телекомунікації та радіотехніка”

|  |
| --- |
| ЗAТВEPДЖУЮВ.о.зaвiдyвaча кaфeдpи ЕА\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Паеранд Ю.Е.“\_\_\_\_” \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2021 poкy |

ЗAВДAННЯ

НA ДИПЛOМНУ POБOТУ CТУДEНТУ

Черкашину Богдану Миколайовичу

1. Тeмa пpoeктy (poбoти) «Основи телекомунікаційних технологій. Мережеві концепції.»

2. Кepiвник пpoeктy (poбoти)\_\_\_\_\_Смолій В.М., д.т.н., проф.

зaтвepджeнi нaкaзoм вищoгo нaвчaльнoгo зaклaдy вiд

“\_12\_”\_\_лютого\_\_2021 poкy №\_36/15.14\_

3. Cтpoк пoдaння cтyдeнтoм пpoeктy (poбoти)\_\_\_ 10 червня 2021\_\_\_\_\_\_

4. Вихiднi дaнi дo пpoeктy (poбoти)

4.1 Iнcтpyкцiя з oхopoни пpaцi.

5. Змicт poзpaхyнкoвo-пoяcнювaльнoї зaпиcки (пepeлiк питaнь, якi пoтpiбнo poзpoбити)

5.1. Поняття технології в телекомунікаціях 5.2. Стандарти протокольних моделей

5.3 Мережеві концепції. 5.4 Основні тенденції розвитку телекомунікацій

5.5. Заходи з охорони праці

5.6. Висновки

5.7. Перелік посилань

6. Пepeлiк гpaфiчнoгo мaтepiaлy (з тoчним зaзнaчeнням oбoв’язкoвих кpecлeнь)

Слайди презентації

7. Консультанти розділів проекту

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Розподіл | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис,дата |
| завдання видав  | завдання прийняв |
| Охорона праці  | Доц. Самойлова Ж.Г. |  |  |

8. Дaтa видaчi зaвдaння\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_10 березня 2021\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

КAЛEНДAPНИЙ ПЛAН

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Нaзвa eтaпiв пpoeктy (poбoти) | Cтpoк викoнaння eтaпiв пpoeктy  | Пpимiтки |
| 1 | Поняття технології в телекомунікаціях | 01.02.21 |  |
| 2 | Стандарти протокольних моделей | 18.03.21 |  |
| 3 | Мережеві концепції.  | 29.04.21 |  |
| 4 | Основні тенденції розвитку телекомунікацій | 12.05.21 |  |
| 5 | Розробка заходів з охорони праці  | 21.05.21 |  |
| 6 | Оформлення пояснювальної записки дипломного проекту та презентації  | 05.06.21 |  |

Cтyдeнт Черкашин Б.М.

Кepiвник пpoeктy (poбoти) Смолій В.М.

|  |
| --- |
| PEФEPAТ |
| Пoяcнювaльнa зaпиcкa дo диплoмнoгo пpoeктy мicтить:78 лиcтів, 23pиcyнків, 24 джepeла.ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНА МЕРЕЖА, ЕЛЕКТРИЧНИЙ ЗВ`ЯЗОК, ПРОТОКОЛЬНІ МОДЕЛІ, МЕРЕЖНІ ТЕХНОЛОГЇЇ, МЕРЕЖЕВІ КОНЦЕПЦІЇ, ОХОРОНА ПРАЦІ, АРХІТЕКТУРАOб’єктoм дослідження даної роботи є телекомунікаційні технології, мережеві концепції. Мeтa poбoти - виконати аналіз телекомунікаційних технологій, мережевих концепцій.Метод дослідження – теоретичний із застосуванням комп'ютерної техніки. У процесі роботи були проведені систематизація і вивчення основних понять що пов`язані з основами телекомунікаційних технологій, мережевих концепцій. Проведено аналіз основних технологій телекомунікаційних мереж, мережевих концепцій, проведена оцінка динаміки розвитку мереж.  |
|  |  |  |  |  | РДБ 172.05.01 ПЗ |
|  |  |  |  |  |
| Зм | Л | No дoкyм. | Пiдп. |  |
| Poзpoб. | Черкашин Б.М. |  |  | Основи телекомунікаційних технологій. Мережеві концепції. | Лiт. | Лиcт | Лиcтiв |
| Пepeв. | Смолій В.М |  |  | O |  |  | 5 | 78 |
|  |  |  |  | CНУ гp.РЕА -17бд |
|  |  |  |  |
| Затв. | Паеранд Ю.Е. |  |  |

ЗМICT

Пepeлiк cкopoчeнь………….……………….…………………………………...7

Вступ…..……………………………………….……………………….……..…8

1 ПОНЯТТЯ МЕРЕЖІ, ТЕХНОЛОГІЇ…………………………………………9

1.1 Телекомунікаційна мережа …………………………………………………9

1.2 Поняття технології в телекомунікації………………………………….....10 1.3 Класифікація сучасних телекомунікаційних мереж за технологіями …12

2 ОСНОВИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ…………………...15

2.1 Протокольні моделі взаємодії відкритих систем………………………...15

2.2 Протокольні моделі мережних технологій……………………………….19

2.3 Узагальнена модель взаємодії відкритих систем.......................................23

2.4 Технології фізичного та канального рівнів………………………………262.5 Технології мережно-транспортного рівня………………………………..28

2.6 Технології прикладного рівня…………………………………………….30

2.7 Технології проектування та створення послуг…………………………..32

3 МЕРЕЖЕВІ КОНЦЕПЦІЇ………………………………………. …..………34

3.1 Концепція Єдиної автоматизованої мережі зв'язку (ЄАМЗ) …………..34

3.2 Концепція цифрової мережі інтегрального обслуговування (ISDN)….36

3.3 Концепція інтелектуальної мережі (IN)………………………...………..45

3.4 Концепції керування мережами (TMN і TINA)…………………………..52 3.5 Концепції мереж наступного покоління (NGN) …………………………58

3.6 Основні тенденції розвитку телекомунікацій…………………………….64

4. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ……………………………….……..……67

4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів ……………………………67

4.2 Заходи з охорони праці ……………………………………….….…..…....68

ВИCНOВКИ………………………………………………………………….....75

ПEPEЛIК ПOCИЛAНЬ………………………………………………………...76

ПЕPEЛIК CКOPOЧEНЬ

ДCТУ – дepжaвний cтaндapт Укpaїни;

B-ISDN (Broadband ISDN) – широкосмугова цифрова мережа інтегрального обслуговування

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) – Інститут інженерів з електротехніки та електроніки

IN (Intelligent Network) – інтелектуальна мережа

INAP (Intellegent Network Application Protocol) – протокол прикладного рівня

IP (Internet Protocol) – інтернет протокол

IS (Internetwork Services) – сервіси мережевого рівня

ISDN (Integrated Services Digital Network) – цифрова мережа інтегрального обслуговування

ISO (International Organization for Standardization) – Міжнародна організація стандартизації

OSI (Open System Interconnection) – еталонної моделі взаємодії відкритих систем

QoS (Quality of Service) – режим якісного обслуговування

TINA (Telecommunications Information Networking Architecture) – архітектура мережевого інформаційного забезпечення телекомунікацій

WWW (World Wide Web) – всесвітня павутина

ВСТУП

Повсякчасний розвиток інформаційних технологій зумовлений появою нових послуг. Зростаючі вимоги користувачів до якості традиційних послуг змушують власників телекомунікаційних мереж бути в процесі їх модернізації. Процесу такої модернізації передує стадія обрання стратегії розвитку власних мереж. Особливої складності цьому процесу додає наявність великої кількості різноманітних моделей мереж наступних поколінь, кожна з яких має свій погляд на той самий процес з різних точок (розвиток технологій, мережна архітектура, впровадження та експлуатація послуг тощо).

Із появою нових телекомунікаційних технологій, орієнтованих на пакетний спосіб передавання інформації, використання різних середовищ передавання (оптичне волокно, радіочастотний ресурс) та забезпечення мобільності зв’язку, виникла можливість суттєво підвищити продуктивність, ефективність та якість обслуговування телекомунікаційних мереж, а також розширити діапазон послуг, які ними надаються.

Саме тому тема дипломної роботи «Основи телекомунікаційних технологій. Мережеві концепції.», що передбачає дослідження основних технологій телекомунікаційних мереж, оцінку ефективності побудови телекомунікаційних мереж, є на даний час досить актуальною.

1 ПОНЯТТЯ МЕРЕЖІ, ТЕХНОЛОГІЇ

1.1 Телекомунікаційна мережа

Загальне поняття «телекомунікації» базується на уявленні про засоби, які дозволяють організувати зв'язок між двома і більше віддаленими пунктами.

Секція телекомунікацій Міжнародного союзу електрозв'язку (Telecommunications Standardization Sector of International Telecommunications Unionl, ITU-T) у рекомендаціях серії і (і.110, і.112) визначає термін «телекомунікації» (Telecommunications) як сукупність засобів, які забезпечують перенесення інформації, поданій у необхідній формі, на значну відстань за допомогою поширення сигналів в одному з середовищ (міді, оптичному волокні, ефірі) або сукупності середовищ.

Засобами, визначеними загальним поняттям «засоби телекомунікацій», є лінії зв'язку, пристрої з’єднання середовищ, системи передачі, комунікаційні пристрої мережі, обладнання сигналізації, синхронізації та ін.

Ґрунтуючись на цих поняттях, дамо визначення телекомунікаційній мережі.

Телекомунікаційна мережа (Telecommunication Network, TN) – це системоутворююча сукупність засобів телекомунікацій, що надає територіальновіддаленим об'єктам можливість інформаційної взаємодії шляхом обміну сигналами (електричними, оптичними або радіо).

Об'єктами при цьому можуть виступати як термінальні пристрої користувачів та кінцеві системи мережі, так і окремі мережі.



Рисунок 1.1. - Телекомунікаційна мережа

Кінцем (інтерфейсною точкою) телекомунікаційної мережі є або телекомунікаційний роз'єм, до якого під’єднано пристрій користувача (мережевий інтерфейс), або кінцеве мережеве обладнання, яке забезпечує з’єднання мереж (міжмережевий інтерфейс) (див. рисунок 1.1).

 У англомовній науковій літературі, акцентуючи саме на цьому аспекті, телекомунікаційну мережу називають Carrier Network (мережа-переносник).

1.2 Поняття технології в телекомунікаціях

Поняття «технологія» (Technology) у сфері телекомунікацій - це совокупність алгоритмів, методів та засобів передавання інформації.

Термін «режим перенесення» (Transfer Mode) узагальнено розуміють як сукупність методів мультиплексування, передавання та комутації, за допомогою

яких у телекомунікаційній мережі уможливлюється транспортування інформації з кінця в кінець, тобто від джерела до одержувача. Поява даного терміна зумовлена тим, що в цифрових телекомунікаційних мережах межі між технікою мультиплексування, передавання та комутації стають важче помітними.

Нагадаємо, що під терміном «метод передавання» (на відміну від «режим перенесення») розуміють спосіб організації взаємодії приймача й передавача в процесі обмінювання сигналами між двома суміжними вузлами

мережі, безпосередньо з'єднаними лінією зв'язку (проводовою або безпроводовою). Ці методи ґрунтуються на теорії передавання сигналів.

Фізичною основою будь-якої телекомунікаційної технології є лінії зв'язку та комунікаційне (мережеве) устатковання.

Лінії зв'язку – це узагальнене поняття, яке, залежно від застосування певної телекомунікаційної технології, можна конкретизувати таким чином:

- ланка, лінк (Link) – це фізичний сегмент, який забезпечує передавання сигналів між суміжними вузлами без використання проміжного комунікаційного обладнання мультиплексування й комутації;

- канал (Channel) – це частина пропускної здатності ланки, яка незалежно використовується під час комутації. Канали в ланці можуть бути утворені за допомогою демультиплексора або апаратури ущільнення (наприклад, ланка з 30 каналів, кожен з яких має пропускну здатність 64 Кбіт/с);

- комутований канал (Circuit) – це складений канал, який утворюється в сегменті з комутованою топологією з окремих проміжних ланок або каналів та

комутаційного обладнання вузлів;

- тракт передавання (Highway) – це всі пристрої та споруди, які беруть участь в утворенні шляху проходження інформації з кінця в кінець. Тракт, як правило, утворюють засоби кросової комутації декількох каналів у транзитних вузлах мережі.

 Лінії зв'язку є середовищем передавання сигналів, а, отже, безпосередньо підтримують технології фізичного рівня моделі OSI/ISO. Комунікаційне обладнання залежно від функціональності можна поділяти на обладнання фізичного, канального та мережевого рівнів моделі OSI/ISO.

Режим перенесення інформації в мережі можна організувати синхронним способом або асинхронним.

Синхронний режим перенесення (Synchronous Transfer Mode) ґрунтується на принципі синхронного часового мультиплексування та часового розділення каналів у процесі передавання інформації від одного вузла комутації до іншого.

При цьому всі ланки тракту передавання інформації з кінця в кінець працюють синхронно. Таку синхронізацію забезпечують спеціальні синхронні технології, основані на використанні генераторів тактових сигналів, які працюють від єдиного еталонного джерела в мережі.

Для асинхронного режиму перенесення (Asynchronous Transfer Mode) достатньо забезпечити синхронне передавання інформації лише між суміжними об'єктами (передавачем і приймачем вузлів, безпосередньо з'єднаних лінією зв'язку). У транзитному вузлі інформаційні блоки зберігаються деякий час у пристрої запам’ятовування, а потім передаються в наступний вузол мережі. При цьому швидкості у вхідному та вихідному каналах вузла можуть відрізнятися. Таким чином, при асинхронному режимі інформація переміщується мережею естафетним способом.

1.3 Класифікація сучасних телекомунікаційних мереж за технологіями

Класифікацію мереж за масштабно-територіальною ознакою подано ієрархією, наведеною на рисунку 1.2.



Рисунок 1.2 - Рівні ієрархії мереж різного масштабу

Глобальна мережа (Global Area Network, GAN) – це загальнопланетарна мережа, яка об’єднує всі країни та континенти й забезпечує доступ користувачів мережі в будь-якій точці земної кулі.

Великомасштабна територіальна мережа (Wide Area Network, WAN) – призначена для об’єднання мереж міського масштабу або сільських районів, які

лежать на території великого регіону, держави, континенту, а також на різних континентах.

Мережа мегаполісу (Metropolitan Area Network, MAN) – охоплює територію

міста, сільського району, області або регіону.

Локальна мережа (Local Area Network, LAN) – мережа, у якої основна частина трафіка замикається всередині невеликої території, установи, промислового підприємства тощо. До LAN відносять також мережі, утворені поєднанням декількох локальних мережних сегментів, розташованих на невеликій відстані один від одного (мережі кампусів).

Класифікація мереж за масштабно-територіальною ознакою становить інтерес при декомпозиції задач синтезу мережі. Крім того, застосовані в них телекомунікаційні технології суттєво відрізняються один від одного. Зважаючи на

відмінність технологій локальних і глобальних мереж, неважко зрозуміти, чому

донедавна локальні та територіальні мережі обслуговувалися різними фахівцями.

Тенденції до зближення локальних і територіальних мереж (конвергенції мереж), а також конвергенції застосованих у них технологій стали причинами того, що сьогодні виділення будь-яких мереж розглядається як фрагментація єдиної глобальної мережі.

Перед фахівцями в галузі локальних мереж постала необхідність об’єднати

декілька локальних мереж, розташованих у різних географічних районах. Це, в

свою чергу, спричинило потребу розширити сфери їх спеціалізації до рівня глобальних телекомунікацій.

У свою чергу, фахівці з глобальних мереж, прагнучи розширити набір і якість пропонованих послуг, підвищити пропускну спроможність і швидкість передачі даних, змушені зосереджувати свою увагу на провідних досягненнях у технологіях локальних мереж.

Еволюційний характер розвитку мереж, на відміну від бурхливого розвитку

технологій передавання даних, які забезпечують різноманіття варіантів реалізації

функції транспорту інформаційних потоків, надав можливість розглядати телеко-

мунікаційну мережу як сукупність сегментів, різниця між якими зумовлена теле-

комунікаційними технологіями, застосованими в них. Причому розміри таких

сегментів можуть досягати масштабів LAN, MAN, WAN мереж.

Визначаючи сегменти за ознаками телекомунікаційної технології, вживають

поняття, пов’язане з назвою відповідного технологічного стандарту або протоколу, наприклад «мережа Ethernet», «мережа ISDN», «мережа АТМ», «мережа SDH», «IP-мережа», «мережа Wi-Fi», «мережа мобільного доступу» та ін.

Принцип технологічної однорідності дозволяє видокремлення сегментів, до

яких вживається термін «хмара».

Хмара – це територіальна телекомунікаційна мережа з однорідними зовнішніми інтерфейсами, внутрішня будова якої при організації через неї транс-

портування інформаційних потоків не деталізується і не розглядається.

Цей термін зазвичай вживається в контексті опису схем взаємодії двох і більше віддалених локальних мереж через телекомунікаційні мережі операторів.

Прикладом цього є корпоративна мережа, в якій мережі центральної штаб-квар-

тири та філій об’єднуються за допомогою зовнішніх телекомунікацій (крізь теле-

комунікаційну хмару).

Слід зазначити також, що єдиної загальноприйнятої класифікації саме телекомунікаційних технологій не існує. Однак на основі досвіду їх використання можна запропонувати класифікацію за такими критеріальними ознаками:

- за типом переданого трафіка (забезпечуваного сервісу): передачі даних, передавання звуку, передавання відеозображення, конвергентні;

- за наявністю механізмів забезпечення QoS: без забезпечення якості, з дотриманням параметрів QoS;

- за типом комутації: з комутацією каналів, з комутацією пакетів;

- за типом доступу до середовища: з монопольним доступом до середовища,

розділяється середовищем (TDMA, FDMA/WDMA, CDMA);

- за масштабом сегмента, для якого застосована технологія: технології LAN, технології MAN, технології WAN;

- за типом розташування елементів інфраструктури: наземні, супутникові;

- за кількістю абонентів, що підключаються: точка-точка (unicast), точка-ба-

гатоточка (Multicast Broadcast);

- за типом мобільності абонента: фіксованого зв’язку, рухомого зв’язку;

- за характером переданих сигналів: аналогові, цифрові;

- за типом використовуваного фізичного середовища передачі: на металевих

лініях, на оптичних лініях, з використанням безпроводового середовища;

- за використовуваною шириною смуги частот: вузькосмугові, широкосмугові;

- по можливості двобічної передачі по одному каналу: сімплексні, дуплексні, напівдуплексні;

- за кількістю використовуваних для передачі каналів: послідовні (однока-

нальні), паралельні (багатоканальні).

2 ОСНОВИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

2.1 Протокольні моделі взаємодії відкритих систем

Протокол – це набір правил і дій (черговості дій), який дозволяє здійснювати з'єднання та обмін даними між двома і більше включеними в мережу пристроями.

Модель OSI

Протокольна модель – опис правил взаємодії систем у мережі на рівні взаємодії об’єктів і логічних модулів, необхідних для реалізації процесів передавання й оброблення інформації взаємодіючими системами. У цій моделі всі правила (протоколи) взаємодії згруповано за їх функціональним призначенням в окремі групи – протокольні блоки [1]. Ці блоки розміщуються в ієрархічному порядку, і кожний з них являє собою перелік протоколів взаємодії об’єктів певного рівня систем (рисунок 2.1).

Завдання n-го рівня виконують n-об’єкти, які мають комплекс певних функцій цього рівня. Протокольні блоки систем розбиті за рівнями таким чином, що виконання завдань рівня n системи «А» забезпечується за участі об’єктів рівня n+1. Об’єкти рівня n системи взаємодіють з об’єктами n+1 та n–1 рівнів. Кожен нижчий рівень системи «А» надає сервіс вищим рівням. Будь-який об’єкт n-го рівня системи в активному стані може:

- формувати (при передаванні) та використовувати й видаляти (при прийманні) керуючу інформацію, за допомогою якої здійснюється координація процедур «з’єднання» n-об’єктів взаємодіючих систем;

- інкапсулювати та «просувати» інформацію (дані користувача), що передається між n-об’єктами взаємодіючих систем.

Правила взаємодії об’єктів систем у мережі класифікуються як протоколи

(правила взаємодії об’єктів n-го рівня різних систем) та інтерфейси (правила взаємодії об’єктів сусідніх рівнів системи).

Взаємодія різнотипних відкритих сучасних систем в інформаційно-обчислювальних та телекомунікаційних мережах відповідає концепції протокольної моделі, яка закладена в основі базової (еталонної) моделі взаємодії відкритих систем (ВВС) – OSI (Open System Interconnection), що стандартизована міжнародними організаціями.

Міжнародна організація зі стандартизації (МОС) – ISO (International Organization for Standardization), затвердила стандарт ISO 7498:1984 Open System Interconnection basic reference model [2]. Цей стандарт діяв до прийняття в 1994 р. стандарту ISO/IEC 7498-1: 1994 (IEC – International Electrotechnical Commission) [3]. Враховуючи концептуальну важливість взаємодії систем телекомунікацій, Міжнародний союз електрозв’язку (МСЕ) – ITU (International Telecommunication Union) у 1994 р. стандартизував модель ISO/IEC 7498-1 у рекомендації Х.200 [4].



Рисунок 2.1 - Принцип взаємодії об’єктів систем

Базова модель OSI структурує процеси, що мають місце під час сеансів зв’язку, додатків систем на сім функціональних рівнів (рисунок 2.2). Ці рівні сформовано відповідно до послідовності подій, які виникають протягом сеансу зв’язку.

Нижні чотири рівні моделі OSI реалізують функції передачі даних у каналах

зв’язку, а верхні рівні – обробки даних. Протоколи від сьомого до четвертого рівнів моделі ВВС визначають правила взаємодії між об’єктами віддалених сис-

тем, а протоколи нижчих рівнів починаючи з третього – правила взаємодії сусідніх об’єктів мережі, з’єднаних фізичною лінією.



Рисунок 2.2 - Базова модель взаємодії відкритих системРозглянемо більш детальніше основні функції рівнів моделі OSI. Першим

рівнем моделі OSI є фізичний рівень (Physical Layer), який забезпечує інтерфейси

між мережними пристроями та каналами зв’язку. Протоколи фізичного рівня ви-

значають характеристики і параметри: середовищ передачі, носіїв інформації –

сигналів; обробки та перетворення сигналів – корекція, фільтрація, реєстрація,

синхронізація, регенерація, модуляція, кодування, мультиплексування тощо. Зауважимо, що середовища передачі умовно відносять до нульового рівня моделі OSI.

Другим рівнем моделі OSI є канальний рівень (Data Link Layer), який забезпечує логічне з’єднання систем та передачу даних через інтерфейси фізичного рівня. Протоколи канального рівня визначають логічну топологію мережі, керування доступом до середовища передачі, фізичну адресацію інтерфейсів, формування блоків даних (кадрів, комірок), управління потоком даних, методи виявлення помилок у блоках даних тощо.

Третім рівнем моделі OSI є мережний рівень (Network Layer), який забезпечує визначення шляху передачі даних у мережі. Протоколи мережного рівня визначають методи маршрутизації, логічну адресацію інтерфейсів, контроль і сервіси просування блоків даних (пакетів) у мережі, механізми трансляції логічних адрес та імен у фізичні тощо.

Четвертим рівнем моделі OSI є транспортний рівень (Transport Layer), який

забезпечує ефективну або надійну передачу даних між вузлами мережі. Протоколи транспортного рівня визначають механізми й процедури установлення, підтримки та розриву транспортного з’єднання, сегментації даних, мультиплексування й демультиплексування даних за номерами портів, виявлення помилок у сегментах даних тощо.

П’ятим рівнем моделі OSI є рівень сеансів (Session Layer), який підтримує та контролює діалог між мережними додатками. Протоколи рівня сеансів визначають механізми та процедури початку, відновлення й закінчення сеансу зв’язку, перевірки імені користувача, пароля та прав доступу до мережних ресурсів, правила підтримки сеансу зв’язку в активному стані, контроль часу, тривалості й режиму сеансу зв’язку тощо.

Шостим рівнем моделі OSI є рівень подання даних (Presentation Layer), що забезпечує інтерпретацію даних під час діалогу мережних додатків. Протоколи цього рівня виконують функції перетворення формату даних додатків у формат для передачі мережею, також за необхідності кодування (шифрування) й декодування (дешифрування), компресію й декомпресію даних тощо.

Сьомим рівнем моделі OSI є прикладний рівень (Application Layer), який забезпечує керування завданнями під час діалогу мережних додатків. Сьогодні розроблено велику кількість мережних додатків, протоколи яких забезпечують

функції пересилання електронної пошти, передачі файлів, гіпертексту, мультимедійних даних, керування мережними об’єктами тощо.

Стандартизована концепція моделі OSI дає можливість виробникам розробляти технології й мережні продукти, що реалізують функції одного або декількох суміжних рівнів моделі, не зачіпаючи функцій інших рівнів. Наприклад, у концентраторах реалізують функції фізичного рівня, в комутаторах – функції фізичного й канального рівнів, а в маршрутизаторах – функції фізичного, канального та мережного рівнів. Це дозволяє операторам зв’язку будувати та розвивати свої мережі з використанням широкого спектра сумісних мережних продуктів різного функціонального призначення й різних фірм виробників.

2.2 Протокольні моделі мережних технологій

Протокольна модель TCP/IP. Розвиток сучасних мультисервісних мереж базується на наборі протоколів TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol). Протоколи стека TCP/IР розроблено у 70-х роках минулого сторіччя за

ініціативою Міністерства оборони США та використано при побудові мережі ARPAnet, яка надалі трансформувалась в Internet. Великий внесок для удосконалення стека протоколів TCP/IP зробили університети США, а особливо університет у Берклі, який реалізував його в операційній системі UNIX.

Розвиток, розробку, удосконалення та стандартизацію протоколів стека TCP/IP здійснює Управляюча рада з питань архітектури Інтернет – IAB (Internet

Architecture Board), яку створено в 1983 р. за підтримки Суспільства Інтернет, що

складається з фізичних осіб та організацій. Широке коло технічних питань Інтернет, у тому числі обов’язкові стандарти протоколів стека TCP/IP, пропозиції зі стандартів та інформаційні повідомлення опубліковано в документах, які називають RFC (Request for Comments). Деякі з RFC набули статусу міжнародних стандартів після їх затвердження ISO та ITU.

Архітектура протоколів TCP/IP має чотири рівні [5]. Архітектуру моделі ISO, що з’явилась набагато пізніше, можна розглядати як подальший розвиток TCP/IP, а саме декомпозицію двох рівнів TCP/IP. Справді, відмінність у цих протокольних моделях полягає в тому, що три вищі рівні (прикладний, представлення даних та сеансовий) моделі OSI в архітектурі TCP/IP об’єднані в один – прикладний рівень (рисунок 2.3). Рівень мережних інтерфейсів моделі TCP/IP відповідає двом рівням моделі OSI – канальному й мережному [1].

Протоколи прикладного рівня ТСР/IP визначають процедури організації

взаємодії прикладних процесів різних мережних комп’ютерів і форми подання інформації за такої взаємодії. Серед традиційних послуг, котрі забезпечують протоколи прикладного рівня із сімейства ТСР/IP, сьогодні найбільш популярні такі:

- електронна пошта, котру реалізують протоколи SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) та POP3 (Post Office Protocol);

- емуляції віддаленого термінала за допомогою протоколу Telnet;

- передачі файлів за допомогою протоколів FTP (Fail Transfer Protocol), ТFTP (Trivial FTP);

- довідкові служби, які реалізуються за допомогою DNS (Domain Name System) та X.500;

- допоміжні служби, наприклад одержання ідентифікаторів (протокол DHCP), часу (протокол NTP – Network Time Protocol), діагностики – Echo.

У 90-х роках ХХ століття в Інтернеті активно запроваджується технологія

WWW (World Wide Web), яка ґрунтується на протоколі передачі гіпертексту HTTP (Hypertext Transfer Protocol). Сьогодні популярні послуги передачі мультимедійних даних у реальному часі за допомогою протоколів RTP (Real-time

Transport Protocol), резервування ресурсів RSVP (Resource Reservation Protocol),

ініціювання сесії SIP (Session Initiation Protocol) тощо. Особливе місце у стеку ТСР/IP посідають протоколи моніторингу SNMP (Simple Network Management Protocol) та дистанційного контролю RMON (Remote Monitoring).

Протоколи транспортного рівня ТСР/IP надають транспортні послуги прикладним процесам. Основними протоколами транспортного рівня ТСР/IP є протокол керування передачею ТСР (Transmission Control Protocol) і протокол доставляння датаграм UDP (User Datagram Protocol), послуги яких істотно відрізняються. Протокол UDP не гарантує доставляння датаграм. Протокол ТСР

забезпечує надійну передачу сегментів із попереднім встановленням транспортного дуплексного з’єднання між модулями ТСР комп’ютерів. Кожен прикладний процес взаємодіє з модулем транспортного рівня ТСР або UDP через окремий порт, що дозволяє при взаємодії систем однозначно ідентифікувати прикладні процеси.

Протоколи мережного рівня ТСР/IP забезпечують взаємодію між мережами

різної архітектури. Основним протоколом мережного рівня стека ТСР/IP є протокол IP та допоміжні протоколи, як-от:

- адресний ARP, який визначає фізичну адресу вузла за ІР адресою;

- діагностичних повідомлень ICMP (Internet Control Message Protocol), який

надсилає повідомлення про помилки, що виникають при передачі пакетів.



Рисунок 2.3- Протокольна модель систем TCP/IP

Основна функція протоколу ІР – це комутація пакетів даних між системами в різнотипних комп’ютерних мережах. Функціонування мережного рівня забезпечує низка протоколів динамічної маршрутизації RIP (Routing Information Protocol), OSPF (Open Shortest Path First), BGP (Border Gateway Protocol), які динамічно формують маршрути передачі даних між системами.

Протоколи рівня мережних інтерфейсів не входять до стека TCP/IP. Але протокол IP може взаємодіяти з великою кількістю протоколів та мережних технологій (Ethernet, WiFi, WiMAX, FDDI, PPP, X.25, Frame Relay, ATM тощо), які функціонують на канальному та фізичному рівнях моделі OSI.

Протокольні моделі IЕЕЕ. Великий вплив на розвиток і поширення локальних мереж (LAN – Local Area Network) зробили стандарти ІEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). Архітектура протоколів систем цих мереж охоплює два нижні рівні моделі OSІ, а саме – фізичний та канальний. Стандартизація та модернізація технологій LAN потребувала декомпозиції цих рівнів моделі на підрівні. Так, канальний рівень у стандарті ІEEE 802.2 передбачає два підрівні –керування логічним каналом LLC та керування доступом MAC. У технології LAN Ethernet (стандарт ІEEE 802.3) фізичний рівень розділено на три підрівні, а в технології Fast Ethernet (стандарт ІEEE 802.3u) – на шість підрівнів [6]. Така деталізація структурує n-рівневі об’єкти на відповідних рівнях моделі OSІ та не порушує загальної структури моделі OSІ, оскільки стандарт визначає верхній інтерфейс протоколів кожного рівня.

Протокольна модель технології ITT. Сучасна концепція побудови мультисервісних мереж наступних поколінь (NGN) базується на принципі пакетної комутації з використанням IP та поступовим переходом від IP4 до IPv6 (принцип «All over IP»). Цей підхід є зваженим компромісом між існуючою інфраструктурою мережі Інтернет і новими викликами часу, зокрема високими вимогами до якості обслуговування при передачі трафіка реального часу. Водночас цей підхід використовує багаторівневу модель взаємодії відкритих систем і відповідну доволі ускладнену схему інкапсуляції протокольних одиниць даних (PDU). Численні заголовки різних рівнів такої моделі призводять до значного навантаження каналів зв’язку і мережного обладнання службовим трафіком, що, у свою чергу, обмежує ефективність використання мережних ресурсів та швидкість передачі корисної інформації.

Тому у світовій практиці пропонувались технології та методи, які зменшують кількість службових заголовків і обсяг службової інформації в мережних протоколах.

Модель ITT є подальшим розвитком метода пакетної комутації, але на відміну від принципу «All over IP» в моделі ITT запропоновано нову уніфіковану систему відкритої адаптивної адресації об’єктів мережі зі змінною довжиною адреси, а також метод динамічної комутації цифрових потоків з орієнтацією на з’єднання кінцевих абонентів мережі. Відкритість системи адресації в моделі ITT дозволяєпрактично необмежено розширювати адресний простір у разі необхідності без зміни базових протоколів взаємодії різних рівнів моделі. Окрім того, довжина адреси в моделі ITT може адаптуватися до взаємного розташування відправника та одержувача повідомлень на загальній топологічній схемі глобальної адресації. Це дозволяє використовувати короткі адреси для абонентів мережі, які мають невелику «топологічну відстань» одне від одного.

Мережний рівень моделі ITT об’єднує в собі п’ять рівнів сучасної моделі OSI/ISO (частково канальний, мережний, транспортний, сеансовий, а також проміжний рівень, який умовно позначається як L2.5 OSI і використовується в транспортних мережних сегментах з технологіями MPLS (Multiprotocol Label Switching), PBB (Provider Backbone Bridges) тощо. Співвідношення між протокольними рівнями моделей OSI, TCP/IP, IEEE та ITT пояснюються схемою рисунок 2.4.

Рисунок 2.4 - Співвідношення рівнів протокольних систем

Виграш за пропускною здатністю каналу взаємодіючих систем технології UA-ITT порівняно із системами RTP over UDP over ІРv6 /MPLS/ over GbE при передачі сегментів медіа-даних обсягом до 100 байт оцінюється приблизно у 40%.

2.3 Узагальнена модель взаємодії відкритих систем

Розвиток та глобалізація телекомунікацій, інтелектуалізація систем, розширення асортименту й якості послуг підвищує роль допоміжних функцій систем, зокрема синхронізації, сигналізації, контролю, керування тощо. Одновимірна стандартизована модель OSІ не дає відповідей на проблеми сукупної взаємодії підсистем, що реалізують допоміжні функції систем. Тому у світовій практиці порушувалися та вирішувалися питання уведення площин, що реалізують основні й допоміжні функції систем [8]. Зокрема, в протокольній моделі систем мережі B-ІSDN (Broadband Integrated Services Digital Network) уведено поняття площин.

Тобто модель B-ІSDN подано двовимірною. Таке розширення моделі дозволило більшкомпактно й чітко структурувати та вирішувати проблеми, які виникали у B-ІSDN при взаємодії систем.

У [9] запропоновано концепцію двовимірної моделі ВВС, яка структурує

взаємодію систем як за рівнями, так і за площинами. При уведенні площин насамперед виходили з їх функціонального призначення, тобто родинні функції збиралися на одній площині. При цьому площини діляться на підплощини.

Зазначимо особливості, характерні для площин узагальненої моделі ВВС:

- кількість площин системи визначається за кількістю допоміжних функцій,

які можливо виокремити та згрупувати за певними ознаками;

- об’єкти будь-якої площини системи взаємодіють за принципами, закладеними в моделі OSI;

- деякі площини можуть не мати об’єктів усіх рівнів моделі OSI;

- взаємодія об’єктів різних площин на n-му рівні не строго ієрархічна на

відміну від взаємодії об’єктів різних рівнів у певній площині.

Розглянемо функціональне призначення площин узагальненої моделі ВВС.

Основну функцію системи – обробку та передачу даних користувача в каналах зв’язку за заданою якістю забезпечує площина користувача. Площина користувача може складатися з підплощин, що реалізують функції обробки й передачі даних користувача в термінальному та мережному обладнаннях (рисунок 2.5). Функції рівнів площини користувача узагальненої моделі ВВС відповідають функціям моделі OSI, за винятком деяких функцій, які входять до інших площин.

Одна з важливих допоміжних функцій системи, яка передбачає попереднє

установлення фізичного чи віртуального з’єднання, може бути реалізована за допомогою об’єктів площини сигналізації. Об’єкти цієї площини забезпечують установлення, контроль і роз’єднання зв’язку. Площина сигналізації може мати

підплощини контролю та метасигналізації. Об’єкти підплощини контролю реалізують функції, які стосуються з’єднання в мережному інтерфейсі, а об’єкти

підплощини метасигналізації реалізують функції, які стосуються з’єднання в інтерфейсі користувач–мережа.



Рисунок 2.5 - Узагальнена модель взаємодії відкритих систем

Для забезпечення функції керування об’єктами системи в узагальненій моделі ВВС уведено площину керування. Причому керування може відбуватися об’єктами різних рівнів системи. Тому площину керування поділено на такі підплощини:

- керування системами, коли функції керування стосуються об’єктів усіх рівнів системи;

- керування m-рівнями, коли функції керування стосуються об’єктів декількох рівнів моделі;

- операцій n-рівня, коли функції керування стосуються керуючої інформації,

яка міститься в комунікаційних протоколах лише зазначеного рівня.

Специфічну допоміжну функцію системи, що забезпечує просування пакетів мережею від користувача до користувача реалізують за допомогою об’єктів, віднесених до площини маршрутизації. Для розв’язання завдання маршрутизації пакетів необхідно мати адекватну інформацію про структуру та властивості мережі.

Для автоматизованого збирання цієї інформації розроблено певні алгоритми (протоколи). Щодо адрес, то в мережах з комутацією пакетів для адресації певного мережного інтерфейсу одночасно застосовують логічну, фізичну й символьну адреси.

Тому об’єкти площини маршрутизації мають розв’язувати завдання щодо установлення відповідності між цими адресами. Зрештою в площині маршрутизації виділено такі підплощини:

- збирання та поширення інформації про стан мережі;

- автоматизованого процесу призначення логічних адрес;

- установлення відповідності між символьною та логічною адресами;

- установлення відповідності між логічною та фізичною адресами.

Окремі важливі функціональні завдання виконує система синхронізації. Тому уведено площину синхронізації. Об’єкти цієї площини забезпечують синхронізацію тактових частот взаємодіючих систем, синхронізацію цифрових потоків та цифрових (дискретних) відліків тощо.

Крім розглянутих допоміжних функцій систем, важливими є функції, які притаманні всім площинам та рівням системи. Основними з цих функцій є енергозабезпечення й енергозбереження, захист інформації, екологічна та виробнича безпека, надійність, живучість тощо.

2.4 Технології фізичного та канального рівнів

Фізичний рівень (Physical layer) відповідає за передачу бітів фізичними каналами зв’язку, такими, як коаксіальний кабель, вита пара, оптоволоконний кабель, радіоефір.

Прикладом протоколу фізичного рівня може бути специфікація 100Base-TХ

технології Ethernet, яка визначає як використовуваний кабель неекрановану виту пару категорії 5 із хвильовим опором 100 Ом, роз’єм RJ-45, максимальну довжину фізичного сегмента 100 метрів, код 4В/5В для подання даних в кабелі, а також деякі інші характеристики середовища й електричних сигналів.

Одним із завдань канального рівня (Data Link layer) є перевірка доступності

середовища передачі. Інше завдання канального рівня – реалізація механізмів виявлення і корекції помилок. Для цього на канальному рівні біти групуються в набори, які звуться кадрами (frames). Канальний рівень забезпечує коректність передачі кожного кадру, розміщаючи спеціальну послідовність біт у початок і кінець кожного кадру для його виділення, а також обчислює контрольну суму, обробляючи всі байти кадру певним способом, і додає контрольну суму до кадру. Коли кадр приходить мережею, одержувач знову обчислює контрольну суму отриманих даних і порівнює результат з контрольною сумою з кадру. Якщо вони збігаються, кадр вважається правильним і приймається. Якщо ж контрольні суми не збігаються, то фіксується помилка. Канальний рівень може не тільки виявляти помилки, але і виправляти їх за рахунок повторної передачі пошкоджених кадрів.Прикладом технологій канального рівня є технології Ethernet, PPP (Point-to-Point Protocol), HDLC (High-Level Data Link Control), частково Frame Relay та ін.

Управління каналом.

Протокол LLC (Logical Link Control) забезпечує для технологій локальних мереж потрібну якість послуг транспортної служби, передаючи свої кадри або дейтаграмним способом, або за допомогою процедур із встановленням з’єднання та відновленням кадрів. Протокол LLC обіймає рівень між мережними протоколами та протоколами рівня MAC. Протоколи мережевого рівня передають через міжрівневий інтерфейс дані для протоколу LLC – свій пакет (наприклад, пакет IP, IPX або NetBEUI), адресну інформацію про вузол призначення, а також вимоги до якості транспортних послуг, які протокол LLC повинен забезпечити.

В основу протоколу LLC покладено протокол HDLC (High-level Data Link

Control Procedure), що є стандартом ISO. Власне стандарт HDLC являє собою узагальнення кількох близьких стандартів, характерних для різних технологій: протоколу LAP-B мереж Х.25 (стандарту, поширеного в територіальних мережах),

LAP-D, що використовується в мережах ISDN, LAP-M, що працює в сучасних модемах.

Базові принципи комутації пакетів.

Комутація пакетів – це техніка комутації абонентів, спеціально розроблена

для ефективної передачі комп’ютерного трафіка.

При комутації пакетів усі передані користувачем мережі повідомлення розбиваються у вихідному вузлі на порівняно невеликі частини, звані пакетами. Пакети зазвичай можуть мати змінну довжину, але у вузьких межах, наприклад від 46 до 1500 байт. Кожен пакет забезпечується заголовком, в якому зазначається адресна інформація, необхідна для доставки пакета вузлу призначення, а також номер пакета, який буде використовуватися вузлом призначення для збору повідомлення. Пакети транспортуються в мережі як незалежні інформаційні блоки. Комутатори мережі приймають пакети від кінцевих вузлів і на підставі адресної інформації передають їх один одному, а після всього – вузлу призначення.

Комутатори пакетної мережі відрізняються від комутаторів каналів тим, що вони мають внутрішню буферну пам’ять для тимчасового зберігання пакетів, якщо вихідний порт комутатора під час прийняття пакета здійснює передачу іншого пакета. У цьому разі пакет перебуває деякий час у черзі пакетів у буферній пам’яті вихідного порту, а коли до нього дійде черга, то він передається наступному комутаторові. Така схема передачі даних дозволяє згладжувати пульсації трафіка на магістральних зв’язках між комутаторами і тим самим використовувати їх найефективнішим способом для підвищення пропускної здатності мережі в цілому.

Більш висока ефективність мереж з комутацією пакетів порівняно з мережами з комутацією каналів (при рівній пропускній спроможності каналів зв’язку) була доведена в 60-ті роки як експериментально, так і за допомогою імітаційного моделювання.

2.5 Технології мережно-транспортного рівня

Згідно зі стандартною моделлю взаємодії відкритих систем до функцій мережного рівня належить розв’язання таких завдань: передача пакетів між кінцевими вузлами в складених мережах; вибір маршруту передачі пакетів, найкращого за деяким критерієм; узгодження різних протоколів канального рівня, що використовуються в деяких підмережах однієї складеної мережі.

МаршрутизаціяМережа в загальному випадку розглядається як сукупність декількох мереж і називається складеною мережею, або інтермережею (internetwork або internet). Мережі, що входять у складену мережу, називаються підмережами (subnet), складовими мережами або просто мережами (рисунок 2.6).

Підмережі з’єднуються між собою маршрутизаторами. Компонентами складеної мережі можуть бути як локальні, так і глобальні мережі. Всі вузли в межах однієї підмережі взаємодіють, використовуючи єдину для них технологію. Так, до складеної мережі, зображеної на рисунку, входить кілька мереж різних технологій: локальні мережі Ethernet, Fast Ethernet, Token Ring, FDDI і глобальні мережі Frame Relay, X.25, ISDN. Кожна з цих технологій достатня для того, щоб організувати взаємодію всіх вузлів у своїй підмережі, але не здатна побудувати інформаційний зв’язок між довільно обраними вузлами, що належать різним підмережам, наприклад між хостом А і хостом В на рисунку 2.6. Отже, для організації взаємодії між довільною парою вузлів цієї «великої» складеної мережі потрібні додаткові засоби. Такі засоби і надає мережний рівень.

Мережний рівень виступає як координатор, що організує роботу всіх підмереж, які лежать на шляху просування пакета складеною мережею. Для переміщення даних в межах підмереж мережевий рівень звертається до використовуваних в цих підмережах технологій.



Рисунок 2.6 - Архітектура складеної мережі

Хоча багато технологій локальних мереж (Ethernet, Token Ring, FDDI, Fast

Ethernet тощо) використовують ту саму систему адресації вузлів на основі МАС-адрес, існує чимало технологій (X.25, АТМ, frame relay), в яких застосовуються інші схеми адресації. Адреси, які присвоєно вузлам відповідно до технологій підмереж,називають локальними. Щоб мережний рівень міг виконати своє завдання, йому необхідна власна система адресації, яка не залежить від способів адресації вузлів в окремих підмережах і яка дозволила б на мережному рівні універсальним і однозначним способом ідентифікувати будь-який вузол складеної мережі.

Завдання вибору маршруту з декількох можливих вирішують маршрутизатори, а також кінцеві вузли. Маршрут вибирається на підставі наявної у цих пристроїв інформації про поточну конфігурацію мережі, а також на підставі зазначеного критерію вибору маршруту. Звичайно як критерій виступає затримка проходження маршруту окремим пакетом або середня пропускна здатність маршруту для послідовності пакетів. Коли на маршрутизатор надходить новий пакет, з нього вилучається номер мережі призначення і послідовно порівнюється з номерами мереж з кожного рядка таблиці. Рядок з таким же номером мережі показує, на який найближчий маршрутизатор слід відправити пакет.

Транспортний рівень забезпечує передачу даних між будь-якими вузлами мережі з необхідним рівнем надійності. Протоколи транспортного рівня призначені для забезпечення безпосереднього інформаційного обміну між двома призначеними для користувача процесами. Для цього на транспортному рівні є засоби встановлення з’єднання, нумерації, буферизації і упорядкування пакетів.

Два найважливіші протоколи транспортного рівня – це протокол користувальних датаграм UDP (User Dtagram Protocol) і протокол управління транспортом TCP (Transport Control Protocol). Розробники додатків можуть вибирати один з цих протоколів залежно від вимог до додатка.

Пакети, що надходять на транспортний рівень, організуються операційною системою у вигляді безлічі черг до точок входу різних прикладних процесів. У

термінології TCP/IP такі системні черги називаються портами.

2.6 Технології прикладного рівня

Прикладний рівень – сьомий рівень моделі OSI, призначений для забезпечення взаємодії користувача (процесу-відправника) з додатками на віддаленому комп’ютері (процесом-одержувачем).

Прикладний рівень забезпечує: опис форм і методів взаємодії прикладних процесів; управління завданнями, передачу файлів, управління системою тощо; ідентифікацію користувачів за їх паролями, адресами і електронним підписом; визначення функціонуючих абонентів; оголошення про можливість доступу до нових прикладних процесів; визначення достатності наявних ресурсів; посилання запитів на з’єднання з іншими прикладними процесами; управління даними, якими обмінюються прикладні процеси; синхронізацію взаємодії прикладних процесів тощо.

З огляду на великий спектр можливих застосувань і, як наслідок, спектр можливих прикладних контекстів взаємозв’язку, основним технологічним принципом побудови прикладних сутностей стає принцип модульності. Цей принцип підтримує формування функціональності прикладних сутностей за допомогою агрегування в їх складі стандартизованих функціональних груп, поданих у вигляді самостійних компонент або модулів.

Необхідно зазначити, що сучасна концепція побудови функціональних компонент протоколів прикладного рівня розвиває принципи модульності, допускаючи можливість конструювання прикладних сутностей процесів у вигляді

ієрархічних, в загальному випадку побудованих з використанням рекурсії, системфункціональних компонент. Така концепція подана в сучасній версії стандарту X.207 [19]. У цьому стандарті визначено систему понять, архітектурні принципи розробки та структуризації функцій прикладних протоколів, категорії ідентифікованих об’єктів, а також описано модульний підхід до структуризації

функціональності прикладного рівня.

Технологія клієнт-сервер

Архітектура «клієнт-сервер» визначає загальні принципи організації взаємодії в мережі, де є сервери, вузли-постачальники деяких специфічних функцій (сервісів) і клієнти, споживачі цих функцій. Практичні реалізації такої архітектури називаються клієнт-серверними технологіями. Кожна технологія визначає власні або використовує наявні правила взаємодії між клієнтом і сервером, які називаються протоколом обміну (протоколом взаємодії).

Архітектура клієнт-сервер застосовується у великому числі мережних технологій, що використовуються для доступу до різних мережних сервісів. Стисло розглянемо деякі типи найпоширеніших на теперішній час сервісів (і серверів).

2.7 Технології проектування та створення послуг

Для створення та впровадження нових інфокомунікаційних послуг використовуються технології та методи прискореної розробки та моделювання, а саме: CASE-системи, уніфікована мова моделювання UML, методи об’єктно-орієнтованого аналізу та проектування послуг. Однією з найбільш ефективних та детально розроблених технологій об’єктно-орієнтованого аналізу та проектування є The Open Group Architectural Framework (Інфраструктура Архітектури підприємства, TOGAF).

CASE (Computer-Aided Software Engineering – Автоматизована розробка програм) – набір інструментів і методів програмної інженерії для проектування програмного забезпечення, який допомагає забезпечити високу якість програм,

відсутність помилок і простоту в обслуговуванні програмних продуктів [20]. Та-

кож під CASE розуміють сукупність методів і засобів проектування інформаційних систем з інтегрованими автоматизованими інструментами, які можуть бути використані в процесі розробки програмного забезпечення.

До функції CASE входять засоби аналізу, проектування та програмування. За допомогою CASE автоматизуються процеси проектування інтерфейсів, документування та виробництва структурованого коду бажаною мовою програмування.

Технології IP-телефонії

Залежно від використовуваної для передачі голосових даних мережної технології розрізняють такі поняття, як VoATM (Voice over ATM), VoFR (Voice over Frame Relay) та VoIP (Voice over IP), тобто передача голосу на базі протоколів ATM, FR і IP. Сьогодні в результаті популярності протоколу IP найбільш поширеною є технологія VoIP, яка також часто називається IP-телефонією. Розвиток IP-телефонії обумовлено стрімким зростанням мереж передачі даних всіх масштабів (збільшення пропускної спроможності каналів зв’язку, вдосконалення систем мережного управління тощо).

Технологія VoIP може працювати в будь-якому фізичному середовищі, яке може використовуватися звичайним протоколом IP. Такі середовища можуть бути у вигляді кабелю UTP (використовується в традиційному Ethernet), телефонних

проводів, бездротових з’єднань (протокол IEEE 802.11) тощо.

Другий рівень моделі OSI – канальний рівень – вказує, що протокол IP для

створення фреймів може використовувати різні формати (PPP (Multilink PPP), Frame Relay (FR) і ATM). При проектуванні мережі можливі й інші варіанти, оскільки передавати голос можуть також Ethernet, Wi-Fi та інші технології локальних мереж.

3 МЕРЕЖЕВІ КОНЦЕПЦІЇ

Концепція побудови мережі відтворює систему поглядів на те, як повинна функціонувати мережа зв'язку, яка задовольняє певні потреби користувачів, і уявлення про те, як це можна практично реалізувати.

Формування певної мережевої концепції ґрунтується, насамперед, на конкретизації переліку функцій, виконання яких передбачено в мережі, способі їх поєднання й групування в функціональні модулі та способі реалізації цих функціональних модулів (програмний, апаратний, програмно-апаратний).

З’ясовуючи перспективи впровадження тієї чи іншої мережевої концепції, враховують рівень науково-технічного прогресу в суспільстві, якість розробок телекомунікаційних технологій та потреби суспільства в певному наборі послуг зв'язку.

3.1 Концепція Єдиної автоматизованої мережі зв'язку (ЄАМЗ)

Особливістю початкового етапу розвитку мереж зв'язку, як глобальних об'єктів, є побудова окремих мереж для кожного виду інформації, яку необхідно було передати.

Провідною на цьому етапі була телефонна мережа, оскільки телефонний зв’язок на той час дістав найбільшу популярність в суспільстві.

Помітний прогрес у розвитку технічних засобів доставки різних видів інформації надала концепція Єдиної Автоматизованої мережі зв'язку (ЄАМЗ), яка виникла на початку 90-х років минулого століття. Її основною ідеєю стало

об'єднання мереж, структурно й функціонально відмінних і призначених для передавання різної інформації, у єдину мережу зв'язку, побудовану з максимальним використанням спільних систем передавання й розподілення інформації.

Концепція ЄАМЗ ґрунтувалася на виокремленні сукупності мережевих вузлів, мережевих станцій та ліній передавання, які утворюють мережу типових каналів передавання та типових лінійних трактів - первинну мережу ЄАМЗ. Ця мережа з відповідними пристроями керування й експлуатацією стала своєрідним «кістяком» загальної мережі, типові канали якої виділялися для створення різних, так званих, вторинних мереж. Будь-яка вторинна мережа визначалась сукупністю каналів, виокремлених із загальної первинної мережі для її організації і кінцевих пристроїв-перетворювачів інформації певного виду в електричні сигнали, які передавалися індивідуальними абонентськими лініями до найближчих вузлових пунктів, де налаштовано комутаційне обладнання даної вторинної мережі.

Вторинні мережі розділялись за типом передаваної інформації та відомчої приналежності. У межах сформульованої концепції до складу ЄАМЗ входять наступні вторинні мережі:

 - телефонного зв'язку загального користування (ТфЗК), яку одночасно можна використовувати для передавання даних, факсимільної передачі, «повільного» відеотелефона;

- телеграфного зв'язку загального користування (ТлгЗК) між підприємствами зв'язку;

- абонентського телеграфу між підприємствами та установами;

- загальнодержавної мережі передавання даних;

- передавання програм телемовлення;

- фототелеграфного передавання газет;

- факсимільного зв'язку;

- різних відомств.

 Технічна реалізація концепції ЄАМЗ ґрунтувалася на аналогових системах передавання, основою яких були канали тональної частоти (ТЧ) зі смугою частот 0,3 – 3,4 кГц.

Відповідно до рекомендацій Міжнародного консультативного комітету з телеграфії й телефонії (МККТТ), реорганізованого надалі в ITU-T, канали ТЧ об'єднувалися в такі групи: первинна – 12 каналів ТЧ, перенесених в діапазон 60 – 108 кГц; вторинна – п'ять первинних груп (60 каналів ТЧ),

перенесених в діапазон частот 312 – 552 кГц; третинна – п'ять вторинних груп (300 каналів ТЧ), перенесених в діапазон частот 812– 2044 кГц. Крім того, МККТТ допускав варіанти створення інших груп, наприклад, зі смугою 8516 – 12388 кГц (три 300-канальні групи) та вище. Максимальна кількість каналів у загальних лінійних трактах кабельних ліній або стовбурах радіорелейних ліній, визначала назву системи передавання (наприклад, К–1920 – кабельна система на 1920 каналів ТЧ).

На базі первинної мережі ЄАМЗ, заснованої на аналогових системах передавання з частотним розподілом каналів, можна було утворювати також широкосмугові канали для звукового мовлення та звукового супроводу програм телебачення та ін.

ЄАМЗ набула поширення в основному в країнах колишнього соціалістичного табору. Сьогодні розглядаємо концепцію ЄАМЗ як «доцифровий» період еволюційного розвитку мереж зв'язку.

Терміни «первинна мережа» та «вторинні мережі» дотепер є активними у вжитку, хоча їх семантика трансформувалася під впливом технологічного прогресу, на чому зосереджено увагу в наступних розділах.

3.2 Концепція цифрової мережі інтегрального обслуговування (ISDN)

Поява програмно-керованих електронних АТС, систем ІКМ з часовим розподілом каналів (ЧПК), а також перехід до наскрізних цифрових трактів передавання в мережі з кінця в кінець дало змогу створити інтегровані цифрові мережі зв'язку, якими розпочато другий – цифровий етап розвитку

телекомунікаційних мереж. Інтеграція комутаційного й каналоутворювального обладнання визначили концептуальну сутність цифрової інтегрованої мережі.

Розробка методу комутації пакетів і створення перших мереж ЕОМ з пакетною комутацією уможливили появу гібридних мереж, у яких інтегровано метод комутації каналів (КК) і метод комутації пакетів (КП).

Гібридні та інтегровані цифрові мережі забезпечили на початку 80-х років минулого століття перехід до цифрової мережі інтегрального обслуговування (Integrated Services Digital Network, ISDN). ITU-T в Рекомендації I.112 подано таке визначення цієї мережі: «ISDN - це мережа, яка забезпечує надання декількох різних видів обслуговування зв'язком і передбачає цифрові з'єднання між інтерфейсами користувач-мережа». У ISDN на основі єдиних принципів побудови й функціонування інтегровано не тільки комутаційне й передавальне обладнання, а й різні типи переданої інформації (мова, дані і т.д.), методи комутації (КК, КП), різні види обслуговування (скорочений номер, зворотний виклик, переадресація виклику та ін.)

Користувачі ISDN отримали можливість позбутися незручностей, пов'язаних з необхідністю мати кілька абонентських ліній спеціалізованих вторинних мереж і декілька абонентських номерів одного й того ж абонентського пункту для передавання різних видів інформації.

Окрім однієї абонентської лінії й одного абонентського номера, очевидними перевагами ISDN є також:

- наявність багатофункціональних терміналів;

- потужна пакетна система сигналізації № 7 (СС-7), яка забезпечує ефективне використання засобів зв'язку.

 ISDN широко розповсюджена в Європі, США, Канаді, Японії та інших країнах світу. Відповідно до рекомендацій ITU-T ISDN поділяють на два види:

- вузькосмугові (Narrow ISDN, N-ISDN) (Рекомендація I.120);

- широкосмугові (Broadband ISDN, B-ISDN) (Рекомендація I.121).

 N-ISDN – це такі мережі, в яких швидкість передавання від 64 Кбіт/с до 2,048 Мбіт/с, а B-ISDN – такі, в яких використовують широкосмугові канали із швидкістю передавання понад 2 Мбіт/с.

Вузькосмугова ISDN

 Особливістю концепції N-ISDN були інтегрований доступ з обмеженою кількістю інтерфейсів та все ще окремі спеціалізовані мережі. Передбачено три таких мережі: мережа з КК, мережа з КП та мережа CC-7. Термінальне обладнання (ТО) під’єднувалося до цих мереж через спеціальний інтерфейс в точці доступу, забезпечуючи тим самим для ТО інтегрований (універсальний) доступ до будь-якої з перерахованих мереж.

На рисунку 3.1 подано концептуальне уявлення про декомпозицію функціональної структури з виділенням трьох технологічних підмереж N-ISDN.



Рисунок 3.1 - Концептуальне уявлення N-ISDN

Засоби реалізації N-ISDN

 Концепція N-ISDN, як і будь-яка мережева концепція, ґрунтується на комплексі технічних засобів, за допомогою яких вона може бути реалізована, основними серед яких є такі:

 - ІSDN-станції (ISDN-комутатори);

- ISDN-термінали (цифрові телефонні апарати);

- внутрішні адаптери ISDN (мости/маршрутизатори) для під’єднання ПК до ISDN-мережі;

- зовнішні пристрої (блоки) для під’єднання ПК або ЛОМ до ISDN-мережі;

- мережеві закінчення (Network Terminator, NT) NT1 і NT2;

- інтерфейси ліній зв'язку (BRI та PRI).

 Інтерфейси N-ISDN

 У ISDN-мережах використовують два специфічних типи інтерфейсів:

 - інтерфейс базового доступу (Basic Rate Interface, BRI), який регламентує з'єднання ISDN-станції з абонентом;

- інтерфейс первинного доступу (Primary Rate Interface, PRI), який забезпечує зв'язок між ISDN-станціями.

 Інтерфейс BRI в основному застосовують для під’єднання окремих абонентів або невеликих організацій. До цього інтерфейсу може бути під’єднано до восьми ISDN-пристроїв, але при цьому доступними в кожний момент часу є лише два В-канали, інші виклики утримуються (режим HOLD) за допомогою сигналізації в D-каналі.

На логічному рівні BRI – це особливим чином структурований цифровий потік, розділений на три канали: два інформаційні канали типу В з пропускною здатністю 64 Кбіт/с кожен та один службовий канал типу D з

пропускною здатністю 16 Кбіт/с. Саме тому BRI ще називають 2В + D.

Протокол обміну сигналами D-каналу діє на 1-3 рівнях еталонної моделі OSI.

Інтерфейс PRI, зазвичай, використовують для поєднання телефонних станцій та локальних мереж. ISDN-станції, в яких сходяться BRI-інтерфейси, з'єднуються між собою широкосмуговими магістралями, які й підтримують

інтерфейс PRI.

Логічно PRI побудовано за тим же принципом, що й BRI-інтерфейс: певна кількість В-каналів та один D-канал.

Іншими словами, PRI можна описати формулою nB + D (23В + D в США та Японії, де стандартним є канал Т1, і 30В + D в Європі, де діє стандарт Е1). При цьому слід зазначити, що D-канали в PRI й BRI відрізняються пропускною здатністю: якщо в BRI швидкодія D-каналу дорівнює 16 Кбіт/с, то в PRI – 64 Кбіт/с.

 Термінали ISDN. Еталонна конфігурація інтерфейсу «користувач-мережа»

 Розрізняють два типи терміналів в ISDN:

 - термінальне обладнання типу 1 (Тerminal Еquipment type 1, TE1) – це спеціалізовані цифрові телефонні апарати, термінали ISDN (цифрування аналогового мовного сигналу відбувається безпосередньо в апараті). Термінали ТЕ1 під’єднують до мережі ISDN через цифрову лінію зв'язку з чотирьох скручених пар проводів;

- термінальне обладнання типу 2 (Тerminal Еquipment type 2, TE2) – це термінали, які було розроблено не для ISDN (вони з'явилися раніше стандартів ISDN).

Термінали ТЕ2 під’єднують до мережі ISDN через спеціальні термінальні адаптери.

 На рисунку 3.2 зображено еталонну конфігурацію інтерфейсу "користувач-мережа” (Рекомендація I.411), яка забезпечує під’єднання користувачів до мережі ISDN.



Рисунок 3.2 - Еталонна конфігурація інтерфейсу

«користувач-мережа»

Вона складена з таких елементів, як термінальне обладнання (TE1 і TE2), термінальний адаптер (ТА), кінцеве обладнання мережі (мережеві закінчення NT1 і NT2) та інтерфейсні еталонні точки (R, S, T, U, V).

Еталонна точка R забезпечує узгодження терміналу TE2 з термінальним адаптером (ТА ISDN). Терміналами можуть бути аналоговий телефонний апарат, факсимільний, телетексний, відеотексний та інші апарати, а також

персональні ЕОМ. ТА ISDN може бути або автономним пристроєм, або платою всередині ТЕ2. Якщо ТЕ2 реалізовано як автономний пристрій, то він під’єднується до ТА через стандартний інтерфейс фізичного рівня (наприклад, RS-232, V.24 або V.35).

Еталонна точка S реалізує взаємодію терміналу TE1 або ТА ISDN, якщо даний термінал не є терміналом ISDN, і мережевого закінчення NT2. До однієї абонентської лінії ISDN можна під’єднувати (до чотирипроводової шини S на основі інтерфейсу S) до восьми терміналів. Уважають, що мережа починається з NT2. У NT2 виконуються функції другого та третього рівнів моделі OSI. Опції NT2 може здійснювати міні-АТС з функціями ISDN, яка обслуговує свої термінали. У цьому випадку вона відразу під’єднується до мережевого закінчення NT1 через еталонну точку Т.

Еталонна точка Т забезпечує взаємозв'язок NT2 з NT1, у якій реалізуються функції першого (фізичного) рівня моделі OSI. Фактично NT1 є пристроєм (лінійним терміналом), який утворює дуплексний канал з відповідним пристроєм, налаштованим на території оператора мережі ISDN.

Еталонна точка U забезпечує взаємозв'язок з абонентською лінією NT1, яка знаходиться на стороні абонента з аналогічним пристроєм на вході комутатора. U-інтерфейс (вита пара) призначено для роботи з віддаленим

користувачами (до 4 – 7 кілометрів).

Еталонна точка V – це інтерфейс для з'єднання з іншими комутаторами. Цей інтерфейс цікавить тільки оператора мережі ISDN. Основним призначенням N-ISDN є передавання телефонного трафіку. Тому за основу адреси ISDN було взято формат міжнародного телефонного плану номерів, описаного у Рекомендації E.163 (ITU-T). Для підтримки більшої кількості абонентів і для використання адрес інших мереж, наприклад Х.25, формат було розширено. Стандарт адресації в мережах ISDN отримав номер Е.164.

У мережах ISDN розрізняють номер абонента та адресу абонента. Номер абонента відповідає точці Т під’єднання всього призначеного для користувача устатковання до мережі.

Наприклад, уся офісна МІНІ-АТС може ідентифікуватися одним номером ISDN. Номер ISDN складається з 15 десяткових цифр та містить, як і телефонний номер, за стандартом Е.163 поле "Код країни" (від 1 до 3 цифр), поле "Код міста" і поле "Номер абонента". Адреса ISDN містить номер плюс до 40 цифр підадреси. Підадресу використовують для нумерації термінальних пристроїв за інтерфейсом користувачів, тобто під’єднаних до шинного інтерфейсу – точки S.

 Широкосмугова ISDN

 Накопичений досвід зі створення та експлуатації вузькосмугових ISDN, у яких застосовано канали передавання 64 кбіт/с, а також подальший розвиток технологій засобів зв'язку та обчислювальної техніки, волоконно-оптичних

кабелів, уможливили створення широкосмугової ISDN (B-ISDN), яка використовує швидкість передавання каналом вищу від 2 Мбіт/с. B-ISDN таким чином забезпечила інтеграцію більш широкого спектру видів зв'язку, зокрема кабельне телебачення.

Концепцію побудови B-ISDN було подано ITU-T в Рекомендації I.121. У ній задекларовано такі аспекти, як принципи побудови B-ISDN, види широкосмугового сервісу, особливості організації інтерфейсів «користувач-мережа» та «мережа-мережа», використання технології АТМ як основної транспортної технології, сполучення B-ISDN з N-ISDN.

На рисунку 3.3 наведено концептуальне уявлення B-ISDN.



Рисунок 3.3 - Концептуальне уявлення B-ISDN

B-ISDN містить широкосмугові (понад 64 кбіт/с) і вузькосмугові (64 кбіт/с) інформаційні канали та відповідні комутаційні системи (Ш-КС І У-КС), а також систему сигналізації СС-7. Легко зрозуміти, що вузькосмугові

інформаційні канали й комутаційні системи в поєднанні з системою сигналізації СС-7, утворюють вузькосмугову ISDN.

Еталонна конфігурація інтерфейсу “користувач-мережа”

Еталонну конфігурацію N-ISDN з невеликими змінами та доповненнями визнано також придатною для B-ISDN, що закріплено Рекомендацією I. 413 (ITU-T). Еталонну конфігурацію інтерфейсу “користувач-мережа” для B-ISDN наведено на рисунку 3.4.



Рисунок 3.4 - Еталонна конфігурація інтерфейсу «користувач-

мережа» для B-ISDN

Широкосмугові термінали В-ТЕ1 (Broadband Terminal Equipment) під’єднують до широкосмугового мережевого закінчення B-NT, яке забезпечує під’єднання терміналів до мережі АТМ, а також можливість спільного використання абонентської лінії декількома В-ТЕ1. Можливим є також поділ B-NT на два типи мережевих закінчень:

 - B-NT1–широкосмугове мережеве закінчення для під’єднання терміналів зі стандартним для B-ISDN інтерфейсом;

- B-NT2 – широкосмугове мережеве закінчення для під’єднання терміналів з нестандартним для B-ISDN інтерфейсом.

 У B-ISDN виділяють, за аналогією до N-ISDN, інтерфейсні еталонні точки доступу: R, SВ, TВ та еталонну точку доступу до широкосмугової абонентської лінії – UВ.

 На відміну від N-ISDN, де використовують шинну структуру під’єднання абонентських терміналів за S-інтерфейсом, у B-ISDN застосовують структуру під’єднання «зірка» за SВ-інтерфейсом до мережевого закінчення B-NT.

Мережеве закінчення B-NT2 виконує функції як фізичного рівня, так і більш високих рівнів моделі OSI, основними серед яких є адаптація до різних інтерфейсів фізичних середовищ (мідь, оптичне волокно) й топологій,

мультиплексування або концентрація трафіку джерел, контроль параметрів користувача, керування протоколами сигналізації та ін. Мережеве закінчення B-NT2 може бути відсутнім за умов, коли можливим є пряме з'єднання терміналу

В-ТЕ1 з широкосмуговим мережевим закінченням B-NT1.

Еталонна точка ТВ є інтерфейсом між B-NT2 і B-NT1. У комутаційній системі забезпечується комутація як широкосмугових, так і вузькосмугових каналів (для N-ISDN).

Широкосмуговий доступ орієнтовано на стандартні швидкості передавання 155 Мбіт/с і 622 Мбіт/с. У еталонних точках SВ і TВ підтримуються всі види широкосмугового сервісу.

Інтерфейс зі швидкістю 155 Мбіт/с допускає використання як асинхронного, так і синхронного методу мультиплексування, передбачено передавання як окремих комірок, так і їх груп, об'єднаних в кадри, з під’єднанням міжкадрових блоків синхронізації.

Аналогічно, шляхом об'єднання чотирьох інтерфейсів зі швидкістю передавання 155 Мбіт/с, організовано інтерфейс, який підтримує швидкість 622 Мбіт/с.

Сигнальна інформація та інформація користувачів передаються по окремих віртуальних каналах. Сигнальне повідомлення із запитом на налаштування віртуального каналу може додатково містити статистичні параметри потоку інформації, що передається та необхідну якість обслуговування.

 Еталонна модель протоколів B-ISDN

 Розбиття на рівні (рівнева архітектура) є центральною ідеєю створення будь-якої протокольної моделі і еталонної моделі протоколів B-ISDN зокрема. Загальний вигляд еталонної моделі протоколів на технології АТМ подано на рисунку 3.5.



Рисунок 3.5 - Еталонна модель протоколів B-ISDN

Відповідно до Рекомендації I.321 (ITU-T), модель містить у собі три площини: площину користувача, площину керування й площину менеджменту.

Площина користувача (U-plane) забезпечує транспортування всіх видів інформації з відповідними механізмами захисту від помилок, контролю й керування потоком, обмеження навантаження та ін. Площина користувача має рівневу структуру.

Площина керування (С-plane) визначає протоколи налаштування, контролю й роз'єднання з'єднань; виконує функції сигналізації. Площина керування також має рівневу структуру.

Площина менеджменту (М-plane) забезпечує виконання функцій двох типів: адміністративне керування площинами й рівнями. Адміністративне керування площинами здійснює координацію між усіма «гранями» моделі протоколів і всієї B-ISDN, пов'язуючи її в єдине ціле. Сфера керування площинами не має рівневої структури.

Функціями керування рівнями є розподілення мережевих ресурсів, узгодження їх з параметрами трафіку, обробляння інформації експлуатації та технічного обслуговування, керування мережею. Керування рівнями має рівневу структуру.

Опції рівневої еталонної моделі протоколів B-ISDN визначено в Рекомендаціях I.321 і I.413 (ITU-T). Перші три рівні – це фізичний рівень; рівень АТМ, де відбувається структурування комірок; рівень адаптації АТМ, який підтримує послуги більш високого рівня (такі, як емуляцію каналів, високу швидкість передавання даних без налаштування з'єднання, ретрансляцію кадрів тощо).

Фізичний рівень відповідає першому рівню еталонної моделі OSI/ISO, рівень АТМ і частина рівня адаптації АТМ відповідають другому рівню OSI/ISO та вищим.

Мережі B-ISDN на основі технології АТМ розраховано на використання в локальному секторі, міських і глобальних мережах для передавання різних видів трафіку: аудіо, відео на вимогу, телебачення високої чіткості. B-ISDN фактично є першою мультисервісною мережею.

 3.3 Концепція інтелектуальної мережі (IN)

Якщо в раніше розглянутих концепціях основні функції мережі було зосереджено в комутаційному вузлі, монолітному функціональному модулі, то

тепер з'явилася можливість відокремити функції керування з'єднаннями від функцій пов'язаних з логікою формування послуг і, таким чином, відобразити функціональну модель мережі дворівневою архітектурою (див. рисунок 3.6). Це, у свою чергу, дозволило реалізувати зазначені функції в окремому обладнанні та забезпечити до нього віддалений доступ з метою спільного використання всіма комутаційними вузлами мережі зв'язку.

Програмну реалізацію принципу формування послуг, серед яких, наприклад, переадресація виклику, обмеження потоку викликів, телефонні картки та ін., можна розглядати як наділення мережі «інтелектуальністю».



Рисунок 3.6 - Архітектура інтелектуальної мережі

ITU-T у Рекомендаціях Q. 1201 і Q. 1290 дає таке визначення терміна «інтелектуальна мережа».

Інтелектуальна мережа (Intelligent Network, IN) є архітектурною концепцією, яку застосовують для мереж електрозв'язку, передбачає чітко визначений набір гнучковикористовуваних засобів, які сприяють створенню та

долученню в мережі зв'язку нових послуг, зокрема послуг, керованих користувачем.

Концепція IN, таким чином, встановлює набір правил, відмінною рисою яких є те, що вони не залежать від створюваної послуги й від структури мережі, яка надає цю послугу. Більшу частину логіки, що є частиною програмного забезпечення АТС, для реалізації інтелектуальної мережі перенесено на невелику кількість спеціалізованих комп'ютерів.

Послуги IN підтримуються шляхом інформаційного обміну між комутаційними станціями, зазначеними комп'ютерами та деякими іншими спеціалізованими пристроями (призначення яких розглядатимемо далі). Концепцію IN у принципі можна реалізувати також у аналоговій мережі, але її реалізація на базі цифрової інтегрованої мережі є значно ефективнішою.

Елементи мережі

На рисунку 3.7 зображено структурну модель інтелектуальної мережі, яку складають компоненти IN і зв'язки між ними.



Рисунок 3.7 - Структурна модель інтелектуальної мережі

SSP (Service Switching Point) – вузол комутації послуг, який є звичайною комутаційною станцією, в якій збережено всі функції керування процесом надання основних послуг зв'язку та додаткові програмні засобами, котрі надають змогу підтримувати діалог з абонентом (запрошення абонента до набору додаткових цифр, розпізнавання мови і т.д.). SSP з’ясовує, чи вимагає прийнятий ним від абонента виклик звернення до послуг IN, а у разі потреби спрямовує відповідний запит у вузол керування послугами SCP. Таким чином, SSP забезпечує доступ абонентів мережі зв'язку до послуг IN та підтримує протоколи взаємодії з іншими елементами IN. Запити на послуги передають мережею СС-7, використовуючи спеціальний протокол прикладного рівня INAP (Intellegent Network Application Protocol), який визначає синтаксис та семантику операцій, призначення та порядок їх обробляння. Цей протокол прикладного рівня, який підтримує система СС-7, забезпечує взаємодію між прикладними процесами у вузлах IN.

SCP (Service Control Point) – вузол керування послугами, який містить програми, що централізовано реалізують логіку послуг, системне програмне забезпечення, а також базу даних реального часу. SCP приймає запит від SSP

та направляє йому інструкції для подальшої обробки дзвінка відповідно до необхідної послуги.

SMP (Service Management Point) – система експлуатаційного керування та SCEP (Service Creation Environment Point) – середовище створення послуг надають змогу оператору мережі контролювати та керувати параметрами й конфігурацією послуг IN. Середовище створення послуг містить засоби конструювання, модифікації та тестування послуг до початку комерційної експлуатації та засоби завантаження відповідних програм у SMP. SMP забезпечує експлуатаційне керування наявними послугами, підготовкою нових послуг і їх долученням. У якості протоколів взаємодії між SMP, SCEP і SCP використовують Х.25 і стек TCP/IP.

Модель обслуговування IN-виклику

Модель IN-виклику детально описано в Рекомендації МСЕ Q.1214. Вона складається з двох частин: модель вихідної сторони (А) та модель вхідної сторони (В). На рисунку 3.8 показано модель IN-виклику для вихідної сторони (А). Модель вхідної сторони (В) є подібною.

Модель містить послідовність точок, які відображають фази станів базового процесу, виконуваного комутаційною станцією під час налаштування з'єднання, через які проходить процес обслуговування виклику з моменту, коли абонент зняв слухавку, до закінчення сеансу зв'язку. Між точками базового процесу можуть бути точки звернень до послуг IN або подій, які становлять інтерес з точки зору логіки послуги IN. Ці точки називають «тригерними точками». Якщо в процесі обслуговування виклику виявлено активну тригерну точку, то процес призупиняється до того часу, поки SSP і SCP не завершать обмін інформацією, в результаті якого визначаться параметри наступного стану базового процесу.

Модель IN-виклику є надзвичайно важливим елементом інтелектуальної мережі та принципово відрізняється від раніше впроваджених моделей, у яких обробляння виклику комутаційна станція здійснювала від початкового до кінцевого стану без зупинки. Зауважимо, що для впровадження концепції ISDN необхідними є дорогі ISDN-апарати, які здатні безпосередньо замовляти додаткові послуги. У концепції IN логіку послуги розміщено в загальномережевому вузлі керування послугами (SCP), а абонент повинен мати тільки телефонний апарат з тональним набором для „спілкування” з механічним голосом за командою SCP.



Рисунок 3.8 - Модель IN-виклику для вихідної сторони

Концептуальна модель IN

Концепцію інтелектуальної мережі описано в Рекомендації ITU-T серії Q.12хх. Зокрема, концептуальну модель IN подано архітектурою, яка відображає концепцію IN у різних площинах, котрі розкривають різний ступінь деталізації (див. рисунок 3.9).



Рисунок 3.9 - Концептуальна модель IN

Модель містить чотири розташованих одна над іншою площини, кожна з яких є абстрактним поданням (зі своїм ступенем деталізації) тих можливостей, якими володіє інтелектуальна мережа.

Зміни, пов'язані з тією або іншою послугою функції, відображено на кожній площині відповідними об'єктами, причому функціональні об'єкти сусідніх площин заданим способом співвідносяться один з одним.

За допомогою поданої концептуальної моделі можна проектувати послуги та моделювати їх подання для мереж IN, які мають різну структуру та різні принципи організації.

Розглянемо більш детально, чим відрізняються площини моделі та яким є їх призначення.

Площина послуг. Верхня площина моделі репрезентує послуги так, як їх сприймає кінцевий користувач. Таке подання не містить інформації про способи та деталі реалізації послуги в мережі. Окрім того, на цій площині видно, що

послуга компонується з однієї або декількох різних стандартизованих складових. Кожну з цих складових користувач сприймає як один із атрибутів послуги. Стандартом визначено як сукупність таких складових, так і правила їх використання.

Глобальна функціональна площина відображає мережу IN у вигляді єдиного функціонального об'єкта. На цій площині подано незалежні від послуг функціональні блоки, узагальнено названі «конструктивними блоками» (Service Indepebded building Block, SIB). Одним із таких блоків (SIB) є блок, який реалізує базовий процес обслуговування виклику (Basic Call Process, BCP). Він виконує традиційні для звичайної комутаційної станції функції, а саме: налаштування з'єднання, роз'єднання, зберігання оперативних даних, а також здатен, виявляючи запити послуги IN, звертатися до інших блоків. Звернення BCP до інших SIB відбувається за допомогою логічного інтерфейсу, так званої точки ініціалізування (Point of Initistion, POI). Після завершення процесу надання послуги IN (у іншому блоці), відбувається повернення в BCP, який продовжує роботу, використовуючи дані, отримані після повернення. Повернення здійснюється через інший логічний інтерфейс, який називають точкою повернення (Point of Return, POR).

Необхідність специфікації точок POI та POR зумовлена тим, що одна й та ж сукупність SIB може надавати абсолютно різні послуги залежно від того, з яких точок BCP здійснено запит.

Розподільча функціональна площина відображає те, як реалізацію послуги IN шляхом розподілення здійснюють програмні засоби. Кожен об'єкт (Functional Entity, FE) на цій площині може виконувати декілька призначених ньому дій.

Блоки SIB подано на розподільчій функціональної площині у вигляді послідовності дій, які виконують об'єкти FE. Деякі з таких дії пов'язані з обміном інформацією між FE, що відображено на цій площині у вигляді інформаційних потоків.

Фізичну площину відображають фізичні елементи мережі (Physical Entity, PE), в якій реалізується концепція IN.

Такими PE можуть бути комутаційні станції, спеціалізовані комп'ютери або бази даних. На фізичній площині показано також, у яких PE розміщено ті чи інші FE.

Підсумовуючи вищевикладене, можна сказати, що концептуальна модель IN є засобом для розмежування етапів проектування послуг та послідовності дій на кожному з них.

Моделюючи процедури керування зв'язками користувачів на розподільчій функціональній та фізичній площинах цієї моделі, можна проаналізувати та порівняти можливі варіанти архітектури IN з урахуванням їх економічної доцільності та ефективності функціонування.

Декларований у стандартах для IN принцип незалежності її архітектури від типу мережі зв'язку є чинним, оскільки міжнародними стандартами однозначно визначено функціональні модулі платформи IN та взаємозв'язку між компонентами IN. Однак відповідь на питання про те, якій частині абонентів мережі загального користування є доступними послуги IN, залежить від принципу організації доступу до платформи IN, а також від кількості на мережі цифрових комутаційних станцій, способів маршрутизації,

систем сигналізації та ін.

Упровадження IN, як довів світовий досвід, стримує висока вартість програмно-апаратних засобів для побудови платформи IN і невизначеність попиту на послуги IN.

Передбачено, що спільне використання B-ISDN і IN, надасть змогу вирішити цю проблему.

3.4 Концепції керування мережами (TMN і TINA)

Функції керування мережею займають особливе місце в межах узагальненої функціональної моделі мережі, оскільки робота будь-якої мережі є неможливою без обслуговування, а отже, керування на різних рівнях. Функції керування є певною надбудовою над усіма іншими функціями мережі, а тому породжують відносно самостійні концепції їх реалізації.

На даний момент запропоновано та апробуються дві концепції реалізації функцій керування: концепція мережі керування телекомунікаціями (TMN) та архітектура мережевого інформаційного забезпечення телекомунікацій (TINA).

Керування мережею ґрунтується на зборі статистики про проходження сигналів та неординарні або аварійні ситуації, які виникають, тестуванні стану елементів на різних ділянках мережі. Ці функції неможливо здійснити без сигналізації про стани систем (вихід з ладу елементів систем передавання або систем комутації).

 Основні положення концепції ТМN

 Для передавання службових сигналів у системі керування необхідним є спеціальні службові канали, які з'єднують пункти системи керування та керовані елементи мережі. Для вирішення цього завдання було розроблено

модель спеціалізованої мережі, яка відображає відповідні функціональні блоки й схему їх взаємодії, канали керування та типи інтерфейсів зв'язку, необхідні для реалізації функцій керування на різних ділянках мережі. Така модель отримала назву «концепція мережі керування телекомунікаціями» (Telecommunications Management Network, TMN).

 Завданнями TMN є такі:

- забезпечувати можливості використовувати різні стратегії керування й ступені розподілення функцій керування;

- реалізовувати керування різнорідними мережами, обладнанням та послугами в телекомунікаційному середовищі;

- забезпечувати функціонування структур ізольованого типу, в яких функції керування можуть здійснюватися автономно;

- швидко адаптовуватися до технологічних і функціональним змін у телекомунікаціях;

- гарантувати безпеку та цілісність інформації у процесі виконання функцій керування.

 Концепція TMN, відповідно до Рекомендації М.3010 ITU-T, підтримує такі рівні керування:

 - рівень адміністративного керування (В-ОSF);

- рівень керування обслуговуванням (S-OSF);

- рівень керування мережею (N-OSF);

- рівень керування елементами (NE-OSF);

- рівень мережевих елементів (NEF).

 Аналізуючи загальну архітектуру ТMN, видокремлюють функціональну, інформаційну та фізичну архітектури мережі.

Функціональна архітектура ТMN базується на функціональних блоках (ФБ), які забезпечують загальні функції ТMN і взаємодіючих між собою у мережі ПД через опорні (інтерфейсні) точки. Функціональні блоки ТMN можуть бути розташовані як у межах мережі керування, так і поза нею, серед яких основними є блоки:

- операційної системи (Operations System - OS), яка обробляє інформацію керування телекомунікаціями для контролю, координації та керування функціями зв'язку, а також функції самої ТMN. Ці ФБ формують ядро ТMN;

- елементів мережі (Network Element - NE), пов'язаних з ТMN як об'єкти контролю і керування, хоча вони не є частиною ТMN;

- робочої станції (Work Station – WS), що забезпечує засоби для подання інформації ТMN. WS організовує інтерфейс між системой керування та персоналом;

- проміжного пристрою сполучення або медіатора (Mediation - M), що обробляє інформацію, яка проходить між OS і NE;

- Q-адаптера (Q-Adapter – QA) для під’єднання зовнішніх відносно ТMN опорних точок з інтерфейсами Qх і Q3 до опорних точок ТMN та

здійснює взаємодію з мережевими елементами або операційними системами, які мають непередбачені в ТMN інтерфейси.

 Визначення функціональних блоків і опорних точок між ними вимагає специфікації інтерфейсів, які застосовують в ТMN. Інтерфейси, рекомендовані для ТМN, показано на рисунку 3.10.

Q-інтерфейс існує між двома TMN - блоками, які знаходяться в одному TMN-домені. Qx переносить інформацію, якою обмінюються MD і DCN.



Рисунок 3.10 - Інтерфейси, застосовувані в ТМN

F-інтерфейс – це інтерфейс між WS і OS та між WS і MD.

Х-інтерфейс – це інтерфейс між двома OSs, що знаходяться в розділених доменах TMN або OS та іншої OS, яка знаходиться поза TMN.

Через Qx-інтерфейс взаємодіють блоки NE та MD; QA та MD; MD та MD. Будь-який функціональний блок, який взаємодіє з OS, використовує Q3 інтерфейс.

Інтерфейси ТMN міжопераційні, тобто є формально певним набором протоколів, процедур, форматів повідомлень і семантики, які використовують для передавання інформації керування.

Інформаційна архітектура TMN ґрунтується на принципах керування, характерних для моделі взаємодії відкритих систем та таких, які базуються на об'єктно-орієнтованому підході. Об'єктно-орієнтовані принципи застосовують лише до інтерфейсів, через які взаємодіють пов'язані системи керування, вони не повинні обмежувати внутрішню реалізацію цих систем. Інформаційний обмін описують термінами керованих об'єктів, котрі розглядаються як деякі ресурси, над якими здійснюють керування. Таким

чином керований об'єкт є абстракцією ресурсу, що відображає його властивості з точки зору керування. Керований об'єкт може бути також комбінацію ресурсів (мережа). Можуть існувати керовані об'єкти, які репрезентують логічні ресурси TMN, а не ресурси мережі електрозв'язку.

Доступ до TMN від зовнішніх джерел може бути необхідний у процесі взаємодії з іншими мережами TMN або з користувачами мережі. Необхідність взаємодії з іншими TMN виникає тоді, коли треба забезпечити з'єднання з кінця в кінець у процесі проходженні декількох різнорідних сегментів мережі. Часто це пов'язано з наданням інформації для іншої TMN і частково – з її керуванням. Доступ користувача до TMN дає змогу керувати й мати зворотний зв'язок. При такому доступі передбачається, що послуги керування для користувача забезпечують постачальники послуг, а доступна інформація належить винятково до функцій керування TMN.

Між TMN і користувачем зовнішнього доступу може відбуватися обмін інформацією керування двох видів: тією, яка стосується специфічного інтерфейсу або специфічної лінії (наприклад шлейфу за запитом користувача) або тієї, яка стосується подій на різних лініях і послугах, доступних користувачеві. В останньому випадку обмін інформацією керування відбувається централізовано в точці х на з'єднанні між двома TMN або TMN і мережею користувача. Для цього необхідно забезпечити користувачів спільним доступом до операцій керування послугами зв'язку, разом з такими, як безпека доступу й перетворення протоколів.

 Основні положення концепції ТINA

 Концепція ТINA (Telecommunications Information Networking Architecture) є інтегрованою архітектурою мережевого інформаційного забезпечення телекомунікацій, яку застосовують до будь-яких типів послуг та мереж, але спрямованою вона є, в основному, на підтримку надання широкосмугових послуг, послуг мобільності та інформаційних послуг.

Концепцію ТINA розроблено консорціумом, до якого ввійшли 40 компаній – лідерів телекомунікаційного та комп'ютерного ринку. Вона розглядалася як головний інструмент конвергенції основних телекомунікаційних напрямків B-ISDN, TMN і IN.

Від B-ISDN ТINA запозичила принцип розподілення завдань керування транспортуванням інформації користувачів та керування з'єднанням. Від TMN було взято принцип поділу на рівні експлуатаційного (адміністративного) керування. Від інтелектуальної мережі IN ТINA запозичила ідею відокремлення функцій надання послуг від функцій комутації, а також принципи функціонального моделювання. Аналогічно до принципів IN, відповідно до яких логіка керування послугами та певні бази даних вилучено з комутаційних систем, принципи ТINA дають змогу виокремити з них ще й функції послуг комутації разом з тригерними таблицями.

Актуальність концепції ТINA була обумовлена потребою розробників телекомунікаційного обладнання в такій архітектурі, яка дасть змогу:

- уніфікувати засоби й способи керування різнорідними мережами;

- спільно використовувати вже наявні та ті, що перебувають у стадії розробки, засоби зв'язку;

- поєднати переваги традиційних систем комутації й широкосмугових мереж та Інтернету.

 ТINA є модульною, об'єктно-орієнтованою архітектурою керування, яка дає змогу конструювати послуги, мінімально зосереджуючись на фізичних конфігураціях, у яких вони будуть реалізовані. Це забезпечує гнучкість розміщення функцій керування послугами між терміналом користувача й мережевими елементами. (Нагадаємо, що «об'єктами» називають функції мережі, реалізовані програмно).

У концепції ТINA комутаційні системи подано як набір простих функцій комутації, керованих об'єктами, які розміщені в терміналах і/або на серверах, сумісних із так званим середовищем розподіленого обробляння (Distributed Processing Environment, DPE). Останнє підтримується кожним мережевим вузлом, тобто розподіляє програмні компоненти по різних частинах мережі відповідно до вимог користувача та реальних мережевих можливостей (характеристики трафіку, завантаження мережі, надійність).

Архітектура ТINA передбачає поділ застосовань і середовища DPE, яке підтримує їх функціонування (див. рисунок 3.11). Крім того, ТINA розподіляє все програмне забезпечення на застосовання, які забезпечують послуги, й застосування, які забезпечують загальний контроль мережевих ресурсів та керування ними.



Рисунок 3.11 - Архітектура ТINA

Послуги в ТINA моделюються шляхом взаємодії обчислювальних об'єктів, які містять у собі логіку, інтерфейси та операції. У Рекомендаціях Х.901 – Х.903 (ITU-T) архітектурою ТINA визначена група так званих, “породжувальних” обчислювальних об'єктів, які можуть використовуватися для створення нових послуг за допомогою налаштування параметрів і об'єднання. Таким чином, послуги створюються на основі набору компонентів, який постійно розвивається. Кожна нова послуга може бути створена на основі попередньої, без повернення щоразу до початкового набору компонентів, як це робиться у випадку з блоками SIB для створення послуг у IN. Середовище DPE підтримує довільний розподіл і взаємодію обчислювальних об'єктів, тож

спеціалізовані мережеві вузли не трибуються. Як бачимо, хоча обидві системи – IN та ТINA – є архітектурами керування послугами для інформаційних мереж довільного типу, між функціонально-орієнтованою архітектурою IN і об'єктно-орієнтованої архітектурою ТINA є принципові відмінності, які ускладнюють їх міграцію та взаємодію.

Принципи ТINA спрямовано на відокремлення досить стабільних функцій оперативного та експлуатаційного керування від функцій розробки послуг, які вимагають гнучкості, динамічності та стрімкомінливих мережевих

технологій. ТINA застосовують для будь-яких типів послуг та мереж, але спрямована, в основному, на підтримку широкосмугових послуг, послуг мобільності та інформаційних послуг.

ТINA є надзвичайно перспективною розробкою, розрахованою на середні та тривалі терміни застосування, але не позбавлена, однак, певних недоліків. Основний недолік полягає в тому, що ТINA пропонує зовсім нову архітектуру, зосереджуючи при цьому недостатньо уваги на проблемі її сумісності з наявними системами.

3.5 Концепції мереж наступного покоління (NGN)

Швидкий розвиток у ХХI столітті цифрових мультисервісних мереж зумовив виникнення нової мережевої концепції – концепції мереж наступного покоління (Next Generation Network, NGN).

У Рекомендації Y.2001 (ITU-T) NGN визначено як концепцію побудови мереж зв'язку, які надають необмежений набір послуг (зокрема й широкосмугових) з гнучкими можливостями щодо їх керування, персоналізації та створюють нові послуги за рахунок уніфікації мережевих

рішень з використанням мультисервісної транспортної мережі, винесенням функцій надання послуг в кінцеві вузли мережі та можливістю інтеграції з традиційними мережами зв'язку.

NGN – це мультисервісна мережа, яка забезпечує пакетне передавання всіх видів трафіку з різними вимогами до якості обслуговування й надає користувачам можливість вільного доступу до мереж і до послуг постачальників-конкурентів та/або до послуг з їх вибором.

Визначення NGN можна доповнити такими характеристиками:

 - універсальна мобільність (generalized mobility) передбачає, що для користувачів і будь-яких рухомих об'єктів надання послуг є безперервним та повсюдним, тобто взаємодія та доступ до послуг не залежатимуть від змін місцезнаходження або технічних умов. Рівень доступу до послуг обумовлюється лише технологічними можливостями мережі доступу, узгодженням рівнів обслуговування між мережею реєстрації користувача та візитною мережею;

- можливість широкосмугового передавання з наскрізним QoS передбачає досягнення угод з різними кінцевими системами щодо забезпечення необхідної якості обслуговування з кінця в кінець, щодо використання наборів параметрів протоколу верхнього рівня для керування нижнім рівнем, а також досягнення угод про механізми QoS рівня доступу та транспорту;

- забезпечення безлічі технологій для мереж доступу;

- повна захищеність інформації в мережі;

- незалежність функцій, пов'язаних з послугами, від внутрішніх транспортних технологій;

- забезпечення відкритих інтерфейсів для взаємодії з традиційними мережами;

- різноманітні схеми ідентифікації користувачів та уніфіковані (за оцінкою користувача) характеристики одних і тих самих послуг у різних мережах.

 Отже, основним принципом концепції NGN є відокремлення функцій транспортування, функцій керування викликами та функцій керування послугами. Багаторівневу архітектури концепції NGN подано на рисунку 3.12.



Рисунок 3.12 - Багаторівнева архітектура концепції NGN

Основними завданнями транспортного рівня є прозоре передавання інформаційних потоків, а також підтримка взаємодії з наявними мережами зв'язку.

На рівні керування викликами обробляють інформацію сигналізації та керування комутацією й передаванням. Рівень керування послугами забезпечує керування логікою послуг та застосовань. Такий функціональний розподіл дає змогу уніфікувати завдання, пов’язані з керуванням викликами, відокремивши їх від особливостей застосовуваних транспортних технологій, та

використовувати однакову логіку формування послуги незалежно від типу транспортної мережі та мережі доступу.

Таким чином, мова йде про розподіл архітектури, в якій зв'язок між компонентами здійснюється тільки через відкриті інтерфейси (інтерфейси з відкритими специфікаціями).

На початкових етапах розгортання NGN розмовне з'єднання між користувачами з аналоговими та цифровими телефонними апаратами (ISDN), під’єднаними до NGN, залишатиметься однією з основних послуг. Але організація розмовного з'єднання в NGN має принципові відмінності від налаштування з'єднання в традиційних телефонних мережах.

Ці відмінності пов'язано з тим, що мовлення (в даному випадку медіа-трафік) і сигнальна інформація для керування обслуговуванням виклику в NGN передають різними маршрутами та обробляють різні мережеві пристрої, а не єдиний вузол комутації каналів (АТС), як у традиційній ТфЗК.

Медіа-трафік проходить безпосередньо між шлюзами доступу або транспортними шлюзами. Сигналізація ж керування обслуговуванням виклику проходить через інший пристрій – спеціальний програмний комутатор, але завжди не там, де проходить медіа-трафік. Маршрути медіа-трафіку й сигналізації сходяться в прикордонному контролері сеансів – ще одному спеціальному пристрої, який застосовують у NGN. Отже, з функціями комунікаційного обладнання (мультиплексорів, комутаторів і маршрутизаторів) до складу NGN також входять контролери сигналізації й шлюзове обладнання різного призначення. Особливе місце тут займає програмний комутатор, який дає змогу надавати мовленнєві послуги у процесі взаємодії мереж з синхронним режимом перенесення (класична телефонія) та з асинхронним

(середовища з пакетною комутацією).

Програмний комутатор (Softswitch). Новий тип комутаторів, який реалізує архітектуру гнучкої програмної комутації. Дає змогу подолати проблеми взаємодії між собою транспортних шлюзів з різними системами сигналізацій.

Основною такою системою у процесі конвергенції мереж і послуг зв'язку є система сигналізації № 7 (СС-7). Взаємозв'язок мереж СС-7 та ІР, що є необхідним для проходженні викликів як через телефонну мережу, так і через ІР-мережу, надзвичайно важливий. Особливим аспектом застосування Softswitch є реалізація міжоператорської взаємодії, а також підтримка системи оперативно-розшукових заходів (СОРЗ), яка на сьогодні є обов'язковою функцією всіх вузлів комутації.

Приклад побудови мережі NGN подано на рисунку 3.13.



Рисунок 3.13 - Приклад мережі NGN

AG (Access Gateway) – шлюз доступу;

MG (Media Gateway) – транспортний шлюз;

SG (Signaling Gateway) – шлюз сигналізації;

AS (Application Server) – сервер застосовань;

SSw (Softswitch) – програмний комутатор.

Softswitch виконує функції керування обслуговуванням викликів і обробляє всю сигналізацію, керує всіма шлюзами (AG, MG, SG), надає інформацію про маршрутизації виклику, визначає стан обробляння кожного виклику в шлюзі й стан інформаційних каналів, передає інформаційні повідомлення користувачів між транспортними шлюзами, а також між ІР-телефонами та іншими терміналами, виконує функції обліку вартості послуг.

Сервер застосовань AS реалізує логіку послуг. Виклик, який вимагає додаткової послуги, або може бути переданий від Softswitch до шлюзу доступу для подальшого керування цією послугою, або сам Softswitch може отримувати від шлюзу доступу інформацію, необхідну для виконання логіки послуги.

На транспортний шлюз MG надходять потоки мовленнєвої інформації з боку ТфЗК, він перетворює цю інформацію в пакети й передає її за протоколом ІР у мережу з маршрутизацією пакетів, і все це виконує під керуванням Softswitch.

Шлюз доступу АG є інтерфейсом між ІР-мережею та мережею доступу (проводовою або безпроводовою), передає сигнальну інформацію до Softswitch, перетворює призначену для користувача інформацію й передає її або до іншого порту цієї ж ІР-мережі, або в іншу мережу (з комутацією пакетів або

каналів).

Сигнальний шлюз SG забезпечує доставку до Softswitch сигнальної інформації, яка надходить від ТфЗК, а також перенесення сигнальної інформації в зворотному напрямку.

Провідне місце в мережах NGN займає спеціальний протокол ініціалізування сеансів зв'язку (Session Initiation Protocol, SIP). SIP є текстово орієнтованим протоколом прикладного рівня, який призначено для організації,

модифікації та завершення різних сеансів зв'язку, зокрема мультимедійних конференцій, телефонних з'єднань, широкомовної розсилки мультимедійної інформації та з'єднань користувачів з різними інфокомунікаційними застосованнями.

SIP використовують для взаємодії Softswitch між собою. Крім того, за допомогою SIP користувачі можуть брати участь у вже активних сеансах зв'язку, а також бути запрошеними іншими користувачами до участі у новостворюваному сеансі.

Отже, NGN – це повноцінна платформа для швидкого створення нових комунікаційних послуг. Значну роль у цьому процесі відіграє Softswitch, який забезпечує нові можливості завдяки інтерфейсам прикладного програмування

(Application Programming Interface, API), які ґрунтуються на відкритих стандартах. Softswitch дає змогу операторам і провайдерам послуг інтегрувати в мережі NGN застосовання як від виробника Softswitch, так і від інших виробників, а також самостійно розробляти свої власні програми. Додатково

до функціональної сумісності шлюзів і Softswitch, інтерфейси API стандартизовано ще й для того, щоб будь-який незалежний сторонній розробник міг створювати власні застосовання.

 ITU-T ініціалізував процес стандартизації мереж нового покоління в рамках Проекту Глобальної інформаційної інфраструктури (GII), що обумовило створення ряду рекомендацій з GII серії Y. Однак питання реалізації виходили за межі розгляду GII. У зв'язку з цим було прийнято рішення доповнити рекомендації з GII специфікаціями з реалізації для їх конкретного втілення.

 NGN, за даними рекомендаціями, повинна сприяти конвергенції мереж та конвергенції послуг. Основне тлумачення полягає в тому, що NGN повинна розглядатися як конкретна реалізації концепцій, визначених для GII.

3.6 Основні тенденції розвитку телекомунікацій

У перспективі розвитку телекомунікацій помітними є тенденції до:

- «мультисервісності», тобто незалежності технологій надання послуг від транспортних технологій;

- «широкосмуговості», яка забезпечить гнучкі та динамічні зміни швидкості передавання інформації в широкому діапазоні відповідно до поточних потреб користувача;

- «мультимедійності», тобто здатності мережі передавати багатокомпонентну інформацію (мовлення, дані, відео, аудіо та ін.) з необхідною синхронізацією цих компонентів у реальному часі й використанням складних конфігурацій сполучень;

- «інтелектуальності» – можливості керувати послугою, викликом і з'єднанням користувачами або постачальниками послуг;

- «інваріантності доступу», тобто можливості організувати доступ до послуг незалежно від технології, яку використовують;

- «багатооператорності», тобто участі декількох операторів у процесі надання послуги та розмежування їх відповідальності відповідно до сфер їх діяльності.

 Реалізація перерахованих тенденцій дасть змогу вийти на телекомунікаційний ринок мереж з пакетною комутацією для надання як традиційних послуг зв'язку, так і мультимедійних.

Традиційними послугами, реалізованими зараз засобами ІР, є передавання мовлення через Інтернет VoIP (Voice over ІР), потокове відео (Sereaming Video), інтерактивні ігри (Interactive Games), Інтернет-радіо (Internet Radio) та ін.

Сучасні вимоги до якості передавання трафіку для надання зазначених послуг суттєво відрізняються від попередніх вимог передавання даних.

 У процесі передавання мультимедійного трафіку через Інтернет, разом з мережевим і нижніми рівнями, починають діяти також верхні рівні обладнання користувача, у яких виконуються протоколи контролю перенесення мультимедійного трафіку "з кінця в кінець", алгоритми стискання та кодування інформації.

У цілому, перехід на ІР-основу зводиться до розподілу функцій перенесення інформації та функцій керування перенесенням інформації через мережу, а також відокремленні функцій послуг та застосовань від телекомунікаційних функцій.

Процес конвергенції мереж прискорює розвиток фундаментальних тенденцій у телекомунікаціях, а саме:

 - кардинальна зміна мережевих архітектур, відмова від жорсткої ієрархії мереж, прикметної для концепції ЄАМЗ;

- фундаментальний поділ рівнів транспортування інформації та рівня формування послуг;

- перехід від телекомунікацій до інфокомунікацій;

- рівноправна участь у інформаційному процесі всіх учасників: користувачів, мережевих операторів і контент-провайдерів.

 Процеси конвергенції можна спостерігати також у сфері послуг, термінального та комунікаційного устатковання мереж.

Еволюція телекомунікаційних мереж у напрямку NGN відбуватиметься шляхом об'єднання транспортних мереж та мереж доступу як на апаратному рівні, так і на програмному.

NGN розвиватиметься завдяки поєднанню технологій, які використовують для задоволення конкретних запитів користувачів. Також необхідно враховувати невизначеність у співвідношенні часток трафіку різних типів, транспортованих мережею, та критерії оцінювання якості перенесення

інформації. Значимість тих або інших критеріїв змінюватимуться залежно від рівня розвитку телекомунікації.

Складність переходу до NGN пов'язана з тим, що в наявних мережах використовують різне програмне забезпечення. Для того, щоб усунути таке протиріччя, розроблено концепцію відкритого доступу до послуг OSA (Open Service Access), що передбачає використання інтерфейсних пристроїв, які забезпечують взаємодію різних мереж. Варто ще раз зосередити увагу на тому, що NGN – це лиш ідеологія реконструкції телекомунікаційних мереж, у якій запропоновано різні інженерні рішення. Конкретний вибір тих чи інших рішень залежатиме від економічних, технічних, соціальних, політичних та інших умов, які, врешті-решт, визначатимуть темпи переходу телекомунікаційних мереж до NGN у різних країнах.

NGN – не єдина інноваційна модель розвитку телекомунікацій. Наприклад, активно також проводять обговорення концепції мереж майбутнього, яку умовно названо FGN (Future Generation Network), де NGN розглядають уже як преамбулу, стартовий майданчик для подальшої фундаментальної реконструкції та переходу до інфокомунікаційних мереж.

# **4 ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ**

**4.1Аналіз небезпечних і шкідливих факторів**

У відповідності з законом України «Про охорону праці» жодне виробництво, підприємство, цех, робочий ділянку не можуть бути введені в експлуатацію, якщо на них не будуть забезпечені здорові та безпечні умови праці.

В лабораторії з ПК встановлено наступне обладнання:

- обчислювальна техніка (ЕОМ потужністю 350 Вт);

- монітори.

Функціональна схема обладнання, яке використовується у роботі, зображена на рисунку 4.1.



Рисунок 4.1– Функціональна схема обладнання

Дане обладнання призначене для роботи операторів ЕОМ зі створення систем автоматизованого управління виробництвом, різного програмного забезпечення, проектно-конструкторських робіт і отримання кінцевих результатів робіт у вигляді документів: лістинги програм, схеми, креслення та ін.

Відповідно до ГОСТ 12.0.002.-80 "ССБТ. Терміни і визначення" до небезпечних виробничих факторів відносяться фактори, вплив яких на робітника у визначених умовах приводить до травми, а до шкідливих - фактори, що приводять до захворювання і зниження працездатності.

До фізичних небезпечних і шкідливих виробничих факторів належать рухомі машини і механізми; рухомі частини виробничого обладнання; пересувні вироби, заготівлі, матеріали; гострі кромки, задирки і шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів і обладнання; підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якої може пройти через тіло людини; підвищєна запиленість і загазованість повітря робочої зони; підвищєна температура поверхонь устаткування, матеріалів; невідповідність норм мікроклімату в робочій зоні, неприпустимі рівні шуму, вібрації, ультразвуку, електромагнітних та іонізуючих випромінювань, електричний струм, недоліки освітлення та ін.

До хімічних небезпечних і шкідливих виробничих факторів відносять шкідливі для організму людини речовини: токсичні, подразнюючі, канцерогенні (викликають розвиток пухлин), сенсибілізуючі (що викликають алергічні захворювання), мутагенні. Вони проникають в організм людини через органи дихання, шлунково-кишковий тракт, шкірні покрови і слизові оболонки. До хімічних шкідливих речовин входять пари бензолу, толуолу, окис вуглецю, сірчистий газ, окис азоту, хлор, а також аерозолі свинцю, сполуки хрому, та інші. Крім того, до них відносять агресивні рідини, які можуть викликати гострі та хронічні захворювання шкіри.

Біологічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори включають патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, спірохети, грибки); макроорганізми (рослини і тварини).

До психофізіологічних небезпечних і шкідливих виробничих факторів за характером дії відносять фізичні перевантаження (статичні, динамічні, гіподинамія) і нервово-психічні перевантаження (розумове перенапруження, монотонність праці та емоційні перевантаження).

4.2 Заходи з охорони праці

На основі описаних вище небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що впливають на персонал, розроблений ряд заходів щодо забезпечення безпеки праці.

Відповідно до ДСТ 12.1.030-81, для захисту людей від поразки електричним струмом при дотику до металевих неструмоведучих частин, що можуть виявитися під напругою в результаті ушкодження ізоляції, передбачаються наступні заходи:

* захисне заземлення;
* занулення;
* мала напруга;
* захисне відключення;
* ізоляція струмоведучих частин;
* огороджувальні пристрої;
* попереджувальна сигналізація;
* блокування;
* застосування світильників загального освітлення з напругою живлення 220В, установлених на висоті не менш 2,5 м від рівня підлоги;
* запобіжні пристосування та інше.

Відповідно до ДСТ 12.2.003-74 проектом прийнято, щоб небезпечні ділянки устаткування мали захисні екрани або офарблювалися в яскраві кольори.

Відповідно до ДСТ 12.2.003-74 при роботі на фрезерних і свердлильних верстатах, небезпечні зони відгороджуються. Верстати оснащуються екранами, що захищають робітників від стружки, що відлітає, і осколків випадково зламаного інструмента або від бризків змазуючо-охолоджуючої рідини.

Для зниження виробничого шуму редуктори поміщають у звукоізолюючі кожухи, зубчаті колеса поміщають у масляні ванни, застосовують акустичні екрани, що відокремлюють одне робоче місце від іншого, засобу індивідуального захисту - навушники.

При виготовленні друкованих плат у запобіганні травм і профзахворювань робота зі шкідливими речовинами виробляється з використанням фільтруючих засобів індивідуального захисту органів подиху, до яких відносяться універсальні респіратори і протигази. Для захисту очей застосовуються окуляри.

Для зниження шкідливих факторів при нанесенні захисних покрить і пайці, основними методами захисту є загальна вентиляція з місцевими відсмоктувачами й індивідуальні засоби захисту.

Пожежна безпека під час виробництва та експлуатації приладу регламентується відповідно до ДСТ 12.1.004-91. Пожежна безпека забезпечується:

* системою запобігання пожежі:
* системою протипожежного захисту;
* організаційно-технічними заходами.

Внаслідок неможливості виготовлення пристрою без застосування вогненебезпечних матеріалів встановлюються наступні заходи по зменшенню ймовірності виникнення пожеж:

* використання інструменту що не іскрить при роботі з вогненебезпечними матеріалами;
* розміщення свердлильних та фрезерних верстатів вдалі від легкозаймистих матеріалів;
* виконання діючих норм та правил пожежної безпеки.

Протипожежний захист забезпечується застосуванням автоматичних систем пожежної сигналізації та застосуванням первинних засобів пожежогасіння,таких як вогнегасник.

Мікроклімат робочої зони регламентується відповідно до СанНіП 2.2.3.538-96.

Для створення необхідного повітрообміну робочої зони використовується механічна вентиляція:

* витяжна - для видалення з приміщення забрудненого повітря і викиду його за межі цеху або корпусу;
* місцева витяжна – для видалення забрудненого повітря при нанесенні захисних покриттів і паянні;
* приточна - для подачі до приміщення чистого повітря замість вилученого.

Для підтримання необхідної температури в приміщенні використовується кондиціонер.

Освітлення робочого місця регламентується відповідно до СНіП 23-05-95.

Розрахунок штучного освітлення цеху збірки 17м. х 12м.

Операції в цеху збірки відносяться до операцій середньої точності, норма освітлення для таких операцій згідно з СНіП 23-05-95 встановлюється на рівні 300Лк.

Для освітлення обираємо люмінесцентні лампи,як найбільш сучасні та економні.

Люмінесцентні лампи створюють в приміщеннях штучне світло, що наближається до природного. Такі лампи більш економічні у порівнянні з іншими лампами і створюють освітлення понад сприятливе з гігієнічної точки зору. До інших переваг люмінесцентних ламп відносяться більший термін служби (близько 10000 год.) та висока світлова віддача, що досягає для ламп деяких видів 75 лм / Вт, іншими словами, вони в 2,5-3 рази економічніше ламп розжарювання. До того ж, низька температура поверхні колби робить лампу щодо пожежобезпечною. Незважаючи на перераховані переваги, люмінесцентне освітлення має і деякі недоліки:

* пульсація світлового потоку, що викликає стробоскопічний ефект (спотворення зорового сприйняття об'єктів відмінності-замість одного предмета видно зображення декількох, а також напряму і швидкості руху);
* дорога і відносно складна схема включення, що вимагає регулюючих пускових пристроїв (дроселі, стартери);
* чутливість до коливань температури навколишнього середовища (оптимальна температура 20 - 25 ° С) зниження і підвищення температури викликає зменшення світлового потоку.

 У залежності від складу люмінофора і особливостей конструкції розрізняють кілька типів люмінесцентних ламп:

* ЛБ - лампи білого світла
* ЛД - лампи денного світла
* ЛТБ - лампи тепло-білого світла
* ЛХБ - лампи холодного світла
* ЛДЦ - лампи денного світла правильної передачі кольору.

Обираємо лампи типу ЛБ,як найбільш універсальні.

Необхідна кількість світильників визначається з формули

$n=\frac{E∙S∙z∙k}{F∙u∙m}$ , (4.1)

де F - світловий потік однієї лампи, лм;

 Е - нормована освітленість, лк;

 S - площа приміщення, м2;

 z - поправочний коефіцієнт світильника (для стандартних світильників 1,1 - 1,3);

 k - коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості при експлуатації (k = 1,1-1,3);

 n - число світильників;

 u - коефіцієнт використання, який залежить від типу світильника, показника (індексу) приміщення, відблиски і т. д., знаходиться в межах 0,55-0,60;

 m - число люмінесцентних ламп у світильнику.

$$n=\frac{300∙204∙1,1∙1,2}{2180∙0,57∙4}=16,25 шт.$$

Отже для забезпечення необхідного освітлення цеху складання необхідно 16 світильників з чотирма лампами типу ЛБ в кожному світильнику. Розташування світильників зображено на рисунку 4.2



Рисунок 4.2 – Схема розташування світильників

Висновок: в цьому розділі був проведений аналіз потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів, а також розроблені заходи їх попередження.

У виробничому приміщенні присутні наступні горючі речовини:

* дерево (столи, двері);
* пластмаса (компоненти ЕРЕ, корпусу);
* скловолокна (плати ЕОТ);
* полімери (ізоляція, покриття підлог) і т.д.

Внаслідок наявності пожежонебезпечних матеріалів, відповідно до виробниче приміщення належить до категорії В.

Можливі такі причини виникнення пожежі:

* іскри і дуги коротких замикань;
* іскри при розмиканні і замиканні ланцюгів;
* перегріви при тривалому навантаженні;
* нагрів індукційними струмами;
* нагрівання від діелектричних втрат;
* розряди статичної електрики.

Вивчення показало, що неможливо виключити із застосування горючі і пожаровибухонебезпечні матеріали, тому проектується зменшувати ймовірність утворення горючих середовищ в робочому приміщенні, що досягається застосуванням таких заходів пожежної безпеки:

* виключення можливості появи іскрового розряду в займистою середовищі з енергією, рівною і вище мінімальної енергії запалювання;
* вживання не іскристого інструменту при роботі з легкозаймистими рідинами;
* застосування машин, механізмів, устаткування, пристроїв, при експлуатації яких не утворюються джерела запалювання;
* виконанням чинних будівельних норм, правил і стандартів.

Протипожежний захист досягається застосуванням автоматичних установок пожежної сигналізації та застосуванням засобів пожежогасіння.

Приміщення обладнується відповідно до "Типових правил пожежної безпеки для промислових підприємств" автоматичною пожежною сигналізацією з димовими сповіщувачами фотоелектричного типу ІДФ-М, призначених для виявлення початкової стадії пожежі по появі диму в місці його розташування та видачі тривожного сигналу на станцію пожежної сигналізації. Причому відповідно до розрахункових даних і параметрів сповіщувача ІДФ-М, на площу 100м2необхідно чотири сповіщувачі.

У розділі «Охорона праці» виконаний аналіз потенційних небезпек при виготовленні та експлуатації даного пристрою, розроблені заходи з техніки безпеки, заходи, що забезпечують виробничу санітарію та гігієну праці, та охорони навколишнього середовища, виконаний розрахунок штучного освітлення цеху.

ВИСНОВКИ

У процесі роботи над дипломним проектом були розглянуті основи телекомунікаційних технологій, мережеві концепції.

Серед основних вимог, що висуваються з боку інфокомунікаційних послуг до технологій, за допомогою яких побудовано телекомунікаційну мережу, слід зазначити вимоги до швидкості передавання інформації, граничного розміру затримки, надійності тощо. При цьому, як правило, вимоги висуваються не до окремо взятої технології (наприклад, лише до технології канального рівня), а до цілого набору технологій, який і визначає характеристики того транспортного середовища, що буде використовуватися для транспортування навантаження інфокомуінкаційної послуги. У свою чергу, технічні характеристики наборів технологій, за допомогою яких побудована мережа, часто визначають можливості цієї мережі та безпосередньо впливають на можливість (або неможливість) використання тієї чи іншої послуги в тій чи іншій мереж.

Процес конвергенції мереж прискорює розвиток фундаментальних тенденцій у телекомунікаціях, а саме:

 - кардинальна зміна мережевих архітектур, відмова від жорсткої ієрархії мереж, прикметної для концепції ЄАМЗ;

- фундаментальний поділ рівнів транспортування інформації та рівня формування послуг;

- перехід від телекомунікацій до інфокомунікацій;

- рівноправна участь у інформаційному процесі всіх учасників: користувачів, мережевих операторів і контент-провайдерів.

У розділі «Заходи з охорони праці» виконаний аналіз потенційних небезпек, зроблені розрахунки системи змішаного освітлення, розроблені заходи з техніки безпеки, заходи, що забезпечують виробничу санітарію та гігієну праці, та охорони навколишнього середовища.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Банкет В.Л. Современные телекоммуникации. Технологии и экономика / [Банкет В.Л., Бондаренко О.В., Воробиенко П.П. и др.]; под. ред. С.А. Довгого. – М.: Эко-Трендз,2003. – 320 с.

2. ISO 7498. Information processing systems. Open Systems Interconnection. Basic Reference Model. – ISO, 1984.

3. ISO/IEC 7498-1. Information technology. Open Systems Interconnection. Basic Reference Model: The Basic Model. – ISO/IEC, 1994.

4. ITU-T Recommendation X.200. Information technology. Open Systems Interconnection. Basic Reference Model. The basic model. – ITU-T, 1994.

5. Кульгин М. Технологии корпоративных сетей. Энциклопедия / Кульгин М. –СПб.: Питер, 2000. – 704 с.

6. Лаем Куин, Ричард Рассел Fast Ethernet / Лаем Куин, Ричард Рассел. – К.: Издательская группа ВНУ, 1998. – 448 с.

7. Патент u 2009 05194, Україна. Спосіб побудови телекомунікаційних пакетних мереж з динамічною адресацією вузлів / Воробієнко П.П., Тіхонов В.І.; заявник та правовласник – Одеська національна академія зв’язку ім. О.С. Попова; опубл. 25.05.2009 р.

8. Воробиенко П.П. Принципы построения сетевых протоколов по интегрированной технологии телекоммуникаций UA-ITT / П.П. Воробиенко, В.И. Тихонов, Е.В. Тихонова –Журн.: Восточноевропейский журнал, 2011. – № 5/9 (53). – С. 15–19.

9. Воробиенко П.П., М.И. Струкало. Развитие стандартизации взаимодействия открытых информационных систем / П.П. Воробиенко, М.И. Струкало. – М.: Вестник связи, 2003. – № 10. – С. 70–72.

10. Воробиенко П.П. Концепция обобщенной эталонной модели взаимодействия открытых систем / Воробиенко П.П. – М.: Электросвязь, 2001. – № 10. – С. 14–15.

11. Гроднев И.И., Верник С.М. Линии связи: учебник для вузов. – 5-е изд., перераб.и доп. / И.И. Гроднев, С.М. Верник. – М.: Радио и связь, 1988. – 544 с.: илл.

12. Андреев В.А. Направляющие системы электросвязи: Учебник для вузов. В 2 томах. Т. 1 – Теория передачи и влияния / В.А. Андреев, З.Л. Портнов, Л.Н.Кочановский, под ред. В.А. Андреева. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Горячая линия – Телеком, – 2009.– 424 с.: илл.

13. Парфенов Ю.А. Последняя миля на медных кабелях / Ю.А. Парфенов, Д.Г. Мирошников – М.: Эко-Трендз, 2005. – 221 с.

14. Иоргачев Д.В., Бондаренко О.В. Волоконно-оптические кабели и линии связи /Д.В. Иоргачев, О.В. Бондаренко. – М.: Эко-Трендз, 2002. – 282 с.

15. Волоконно-оптические кабели. Теоретические основы, конструирование и расчет, технология производства и эксплуатация: [монография] / [Иоргачев Д.В., Бондаренко О.В.,Дащенко А.Ф., Усов А.В.]. – О.: Астропринт, 2000. – 536 с. – ISBN 966-549-542-9.

16. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб.: Питер, 2001, – 672 с.

17. ISO 7498: Эталонная модель взаимосвязи открытых систем (RM OSI) – Information processing systems – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model [ITU-T Rec. X.200].

18. В.А. Сухомлин. Введение в анализ информационных технологий. – Курс лекций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sukhomlin.oit.cmc.msu.ru/AnalizeIT/

19. ITU-T X.207, Information technology – Open Systems Interconnection – Application Layer structure.

20. Kuhn, D. L. Selecting and effectively using a computer aided software engineering tool. – Annual Westinghouse computer symposium – 6-7 Nov 1989 – Pittsburgh, PA (USA);DOE Project.

21. Буч Г. UML. Классика CS. 2-е изд. / Буч Г., Якобсон А., Рамбо Дж.; пер. с англ.; под общей редакцией проф. С. Орлова – СПб.: Питер, 2006. – 736 с.

22. Сервисы программной инженерии (TOGAF) – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://online-studies.ru/servisy-programmnoj-inzheneriitogaf/

23. Телекомунікаційні та інформаційні мережі : Підручник [для вищих навчальних закладів] / П.П. Воробієнко, Л.А. Нікітюк, П.І. Резніченко. – К.: САММІТ-Книга, 2010. – 708 с.

24. Сучасні телекомунікації: Мережі, технології, безпека, економіка, регулювання. – Видання друге (доповнене). – / За загальною ред. Довгого С.О. – К.: «Азимут-Україна». – 2013. – 608 с.