

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
Навчально-науковий інститут Інформаційних технологій
(назва інституту)

Комп'ютерних наук
(назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Комп'ютерних наук

В. В. Вишнівський

(підпис, ініціали, прізвище)

«__» _____ 20__ р.

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА

для проведення _____ практичного заняття

(вид заняття)

зі студентами інституту _____ ННІТ

(назва інституту)

з навчальної дисципліни: _____ Конвергентна мережна інфраструктура

(назва навчальної дисципліни)

Тема 3. Високошвидкісні мережі та інформаційні технології що їх
забезпечують

(номер і назва теми в програмі навчальної дисципліни)

Змістовний модуль 2 Сучасні мережеві технології конвергентної мережної
інфраструктури

Заняття 3.2 . Обґрунтування та розробка тополого-функціональної моделі
мережі доступу міста.

(номер і назва заняття в тематичному плані)

Час: 2 години

Навчальна та виховна мета

1. Ознайомлення з методичним керівництвом до практичного заняття.
2. Отримати навички в розрахунках основних показників геометричної моделі мереж доступу міста з визначенням міст розташування телекомунікаційних об'єктів.
3. Навчитись виконувати прив'язку елементів мережі доступу до існуючих її об'єктів та складати структурну схему мережі доступу міста.
4. Виховувати відповідальність слухачів за виконання робіт та розрахунків при проектуванні МД

Навчально-методичне забезпечення

1. Слайди.

Обговорено та схвалено на засіданні
кафедри Комп'ютерних наук
протокол від «11» лютого 2019 р. № 8

План проведення завдання

№ зп	Навчальні питання (проблема)	Час хв	Дії викладача та тих, що навчаються
I	Вступ		
	1. Прийом навчальної групи.	5хв	Перевірка наявності студентів та готовність їх до заняття.
	2. Зв'язок з матеріалами навчальних дисциплін, що вивчались раніше.	5хв	Нагадую матеріали навчальних дисциплін, що вивчались раніше та пов'язую їх з сьогодишнім заняттям. Актуальність заняття.
II	3. Тема: Обґрунтування та розробка тополого-функціональної моделі мережі доступу міста		Оголошую тему, мету заняття та навчальні питання. Оголошую порядок проведення заняття.
	Основна частина		
	1. Ознайомлення з методичним керівництвом до практичного заняття.	10хв	Матеріал викладати у темпі, що дозволяє вести записи, основні положення, визначення.
	2. Визначення міст розташування існуючих телекомунікаційних об'єктів на геометричній моделі міста.	20хв	Даю під запис за необхідністю визначений матеріал.
	3. Прив'язка елементів мережі доступу до існуючих об'єктів ТІМ.	20хв	Пояснюю слайди, що демонструються.
	4. Складання структурної схеми мережі доступу міста	20хв	За необхідності наводжу приклади з практики. Короткий висновок.
III	Заклучна частина		Нагадую тему заняття її зміст (навчальні питання).
	Підведення підсумків	5 хв	Визначаю ступінь досягнення мети заняття. (Визначаю позитивні сторони заняття та загальні недоліки)
	Відповіді на запитання		Відповідаю на запитання студентів
	Завдання на самостійну підготовку	5 хв	Видаю завдання на самостійну підготовку
	Тема і місце наступного заняття		Оголошую тему, час і місце проведення заняття

 Доцент кафедри, к.т.н. _____ Серих С.О.
 (посада, науковий ступінь, вчене звання, підпис, ініціали, прізвище)

Вступна частина

Традиційно розвиток мереж ТІМ здійснюється за наступними стадіями:

- довгострокове прогнозування;
- короткострокове прогнозування;
- програма розвитку
- план розвитку чи генеральна схема;
- проектування мережі в ході НДР, ОКР на розробку нового обладнання;
- проектування побудови нової або модернізації існуючої мережі ТІМ;
- проектування окремих об'єктів цієї мережі.

Задачі проектування мереж на цих стадіях відповідають змісту самих стадій. Загальне проектування це проектування ієрархічної мережі ТІМ в цілому з урахуванням всіх факторів її функціонування. Основна мета – визначення технічної політики, прогнозування, програмне планування розвитку мережі. Приватне проектування – проектування ділянки мережі. Під ділянкою розуміють як фізичну частку мережі (один рівень ієрархії, міжрівневу мережу, регіональну, LAN) так і функціональну частину (система техобслуговування, динамічного керування, адміністративного керування то що).

Загальне та приватне проектування є попередніми бо виконуються до етапу безпосереднього будівництва мережі.

Робоче проектування супроводжує будівництво нової чи модернізацію діючої мережі і станове - уточнення структури та алгоритмів функціонування ієрархічної мережі в цілому або її ділянок та в розробці робочих проектів нових об'єктів, що будуються.

На усіх етапах вирішуються дві головних задачі проектування – оптимізація структури мережі ТІМ та оптимізація алгоритму функціонування.

Перевірка підготовки студентів до заняття

1. Перелічити основні показники ефективності ТІМ.
2. Пояснити коефіцієнт використання каналу.
3. Перелічити види структур ТІМ.
4. Розрахувати кількість ребер графів різних видів структур ТІМ.

Навчальні питання

1. Ознайомлення з методичним керівництвом до практичного заняття.
Через електронний ресурс кафедри ознайомитись з методичним керівництвом до практичного заняття, визначити алгоритм його виконання.
2. Визначення міст розташування існуючих телекомунікаційних об'єктів на геометричній моделі міста.
 - 2.1. Графові моделі структури ТІМ.
Основа загального та приватного проектування складають математичні моделі оптимізації структури мереж які задаються або графом або чисельною

моделлю. Важливе значення при мат описанні структури має розподіл потоків інформації.

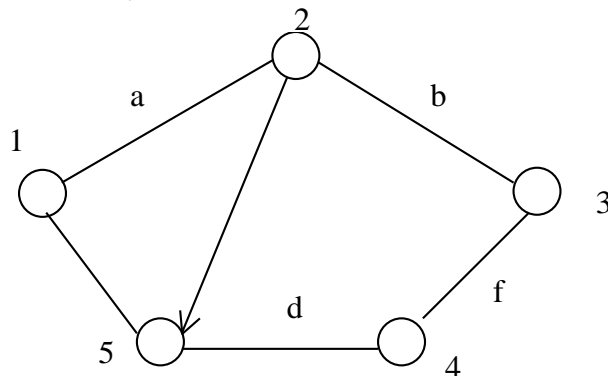
Основоположниками моделей, що використовують графи вважаються Л. Форд та Д. Фалкерсон.

Простим відображенням структури мережі в графах є матриця зв'язності порядку N графа $G\{A, B\}$, де $A=\{a_1, \dots, a_N\}$ - сукупність вузлів графа, $B=\{b_{ij}\}$ - множина ребер графа, що відповідає лініям чи пучкам каналів між вузлами a_i та a_j . Найбільш просте відображення матриці структури мал.1 має вигляд:

$$G = \begin{pmatrix} - & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & - & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & - & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & - & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & - \end{pmatrix},$$

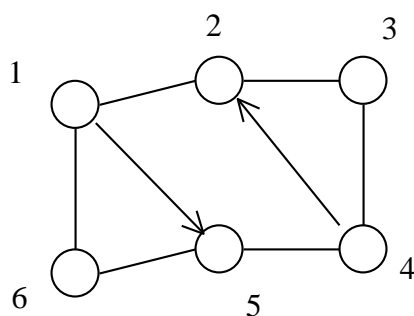
де головна діагональ представлена знаком « - », а елементи матриці приймають значення 1, як що є гілка що їх пов'язує, та 0, як що вона відсутня.

Ненаправлені (не спрямовані) гілки, що поєднують вузли a_i та a_j відображається двома символами – b_{ij} та b_{ji} , (наприклад вузол 1-2 має b_{12} та b_{21}). Як що гілка направлена(спрямована), то залишається тільки один символ (наприклад для вузлів 2-5 – b_{25}).

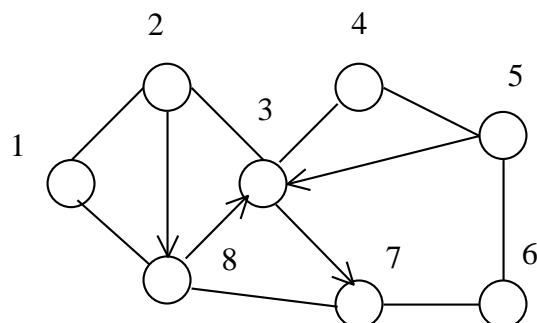


Мал..1

Самостійно записати матриці для мал.. 2, 3



Мал..2



мал. 3

Для спрощення окремі гілки можуть мати різні символи «а, b, с».

Шлях чи маршрут, μ_{ij} , що само перетинається (не проходить двічі через один і той же вузол) з вузла a_i в a_j – це упорядкований набір гілок, що починається в вузлі a_i та закінчується в a_j , в якому кінець кожної попередньої гілки співпадає в проміжному для цього шляху вузлі з початком наступної. Якщо шлях складається з не спрямованих гілок, то він буде не спрямованим – двостороннім ($\mu_{ij}=\mu_{ji}$). Як що шлях має хоч одну спрямовану гілку, то він спрямований ($\mu_{ij}\neq\mu_{ji}$). Шляхи можуть бути залежними або не залежними.

Рангом або довжиною шляху $r(\mu_{ij})$ називають кількість гілок, що надходять в цей шлях.

Зв'язністю мережі називають мінімальну кількість K незалежних шляхів між кожною парою вузлів.

Розтин чи розріз мережі це не надлишкова сукупність гілок (як що її виключити з мережі зв'язність пропадає).

Рангом розтину називають кількість гілок, що надходять до нього.

2.2 Чисельні моделі структур мереж ТІМ.

Будуються на конкретних конфігураціях. Розглянемо приклад найкоротшої зв'язності мережі, що оптимізується за критерієм довжини лінії L . Кількість кінцевих пунктів чи число вузлів комутації та їх місце знаходження вважається заданим. Виникає потреба їх поєднання найкоротшою сумарною довжиною. Така постановка задачі є правомірною, як що вартість кінцевого обладнання та вузлів комутації менше за вартість лінії та вартості її прокладки.

Синтез мережі можна виконати за алгоритмом Прима, що має просту реалізацію процедури побудови мережі як ручним засобом, так і з використанням ЕОП. Алгоритм універсальний – тому, що при необхідності довжина може бути змінена на інший переважний параметр – наприклад пропускну спроможність, вартість чи число канал-кілометрів. Зміст алгоритму Прима виконаємо на прикладі древо видної мережі, що складається з 10 вузлів між котрими довжина шляху в кілометрах вирахована по карті та зведена до таблиці 1

Табл..1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	5.5	5.4	8.6	12.7	12.7	11.7	13.4	12.1	19.8
2	5.5	0	7.0	8.0	8.9	7.3	6.4	11.7	11.8	16.7
3	5.4	7.0	0	3.6	9.6	12.6	13.3	8.5	6.7	15.6
4	8.6	8.0	3.6	0	6.8	11.5	13.7	4.9	3.8	12.0
5	12.7	8.9	9.6	6.8	0	7.3	11.8	5.5	8.3	8.0
6	12.7	7.3	12.6	11.5	7.3	0	5.5	12.5	14.4	14.2
7	11.1	6.4	13.3	13.7	11.8	5.5	0	16.3	17.4	19.3
8	13.4	11.7	8.5	4.9	5.5	12.5	16.3	0	3.5	7.4
9	12.1	11.8	6.7	3.8	8.3	14.4	17.4	3.5	0	10.6
10	19.8	16.7	15.5	12.0	8.0	14.2	19.3	7.4	10.6	0

За алгоритмом Прима на початку виписується перша строка матриці без першого стовбця, що співпадає з організацією зв'язку від першої вершини тобто 1 вузла до i -го табл. 2.

Таблиця 2 .

2	3	4	5	6	7	8	9	10
5.5	5.4	8.6	12.7	12.7	11.7	13.4	12.1	19.8

Вибираємо в цій строці найменшу довжину $L_{13}=5.4$ км. Далі викреслюємо стовбур з матриці, що відповідає 3 вузлу, а значення км третьої строки порівнюємо з першою без довжини 1 та 3 стовбура. Як що якісь значення менше, то вони пишуться до табл.. 3:

Таблиця 3

2	4	5	6	7	8	9	10
5.5	3.6 (3)	9.6 (3)	12.6 (3)	11.1	8.5 (3)	6.7 (3)	15.5 (3)

Зміна не проведена в 2 та 7 стовбурах бо значення в км менше ніж в табл. 2. Знов вибираємо менший елемент строки – це $L_{34}=3.6$ км. Викреслюємо стовбур 4, а значення 4-ї строки порівнюємо з попередніми табл. 3 (без 4 стовбура). Отримуємо табл. 4, де записані найменші значення довжини та у дужках якій строці належать :

Таблиця 4

2	5	6	7	8	9	10
5.5	6.8 (4)	11.5 (4)	11.1	4.9 (4)	3.8 (4)	12.0 (4)

Отримуємо $L_{49}=3.8$ км. Подальше процес повторюється.

2	5	6	7	8	10
5.5	6.8 (4)	11.5 (4)	11.1	3.5 (9)	10.6 (9)

$L_{89}=3.5$ км.

2	5	6	7	10
5.5	5.5 (8)	11.5 (4)	11.1	7.8 (8)

$L_{98} = 5.5$ км.

$L_{12}=5.5$ км.

5	6	7	10
5.5 (8)	7.3 (2)	6.4 (2)	7.4 (8)

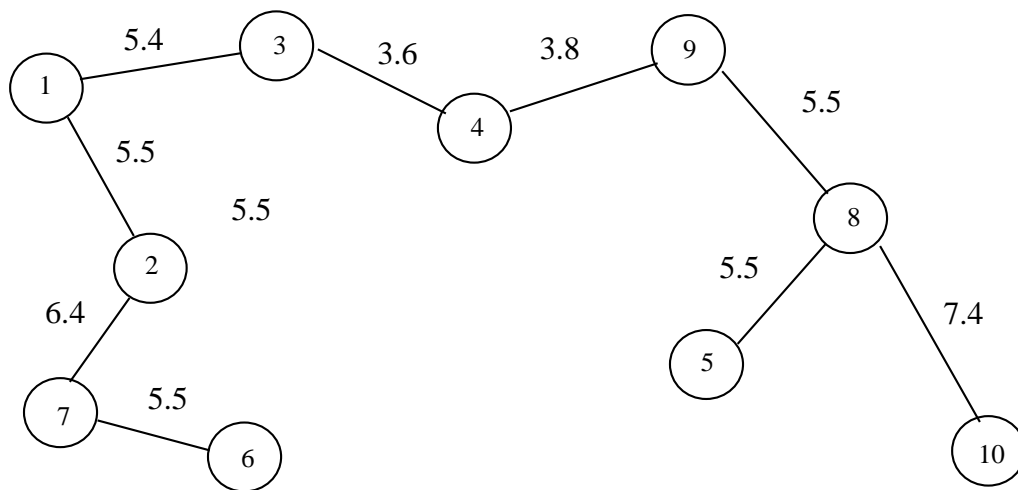
$L_{27}=6.4$ км.

6	7	10	6	10
7.3 (2)	6.4 (2)	7.4 (8)	5.5 (7)	7.4 (8)

$L_{67}=5.5$ км

$L_{810}=7.4$ км.

Структура найкоротшої мережі зображена на мал..4



Мал..4

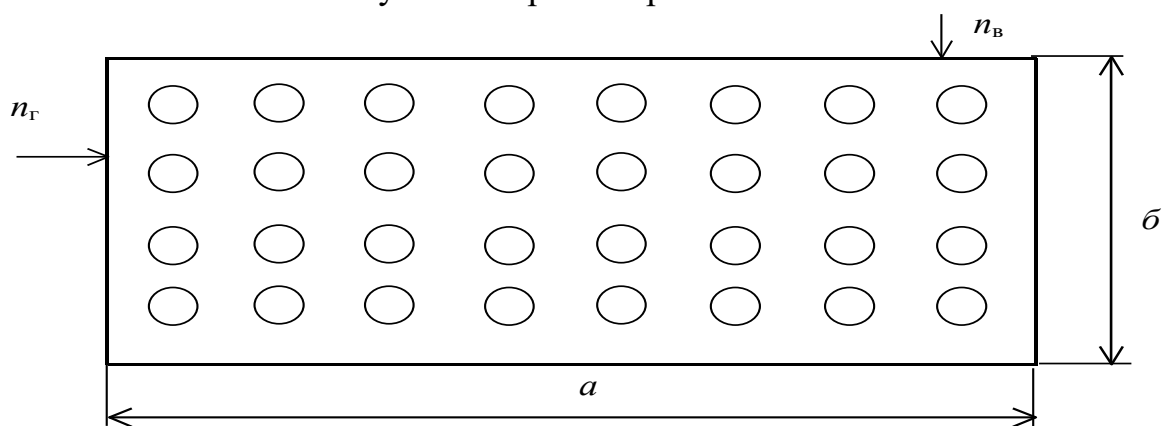
Побудова мережі по Приму вирішує задачу синтезу мережі найменшої довжини. Разом з тим поява проміжних вузлів чи вирішення спрощення побудови за рахунок допоміжних вузлів вирішується інакше. Наприклад за задачею Штейнера – за допомогою додаткових трикутників, що утворюються транзитними вузлами (вивчається самостійно [3]стр. 278-280).

2.3 Геометрична модель багатополусної мережі.

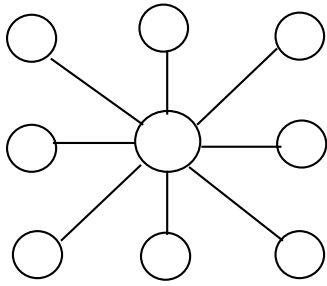
Оскільки графові моделі важко застосувати для побудови ієрархічної структури мережі в цілому – вони знаходять застосування для вирішення додаткових задач. Для оптимізації багато ієрархічної мережі та прив'язки її до міста (населеного пункту) застосовують геометричну модель. Суть розглянемо на прикладі багатополусної мережі мал. 5.

Для спрощення зробимо припущення:

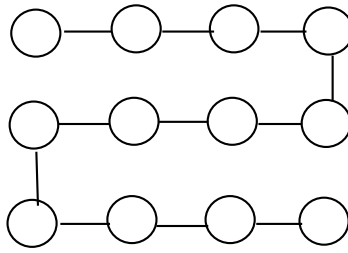
- за територією мережа не виходе за прямокутник з сторонами a та b ;
- число типових структур зменшено до п'яти: радіальна, лінійна, кільцева, грати, повно зв'язна мал. 6,7,8,9,10;
- на території вузли комутації розміщені рівномірно та образують поле $n=n_v n_h$, де n_v – кількість вузлів вертикалі n_h – горизонталі мал..5;
- взаємотяготіння між вузлами – рівномірне.



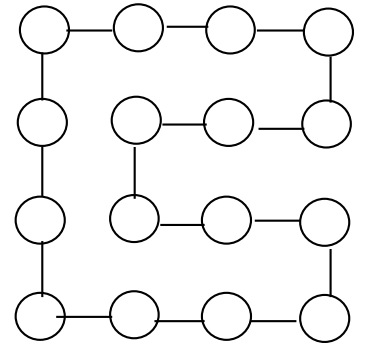
Мал..5



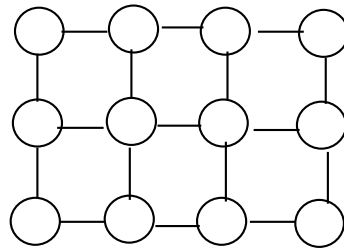
Мал.6



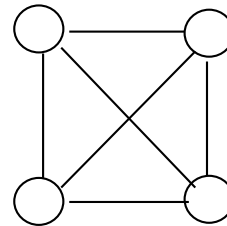
Мал.7



Мал.8



Мал.8



Мал. 9

Завдання студентам :

1. Розрахувати кількість гілок мережі за геометричною моделлю мал.6-7.

Перевірка

Радіальна $m=n-1$

Лінійна $m=n-1$

Кільцева $m=n$

Грати $m = 2\sqrt{n}(\sqrt{n} - 1)$

Повно зв'язна $m=n(n-1)/2$.

2. Розрахувати середню зв'язність мереж К, як що відомо з теорії графів, що $K=2m/n$.

Перевірка

Радіальна $K=2m/n=2(n-1)/n$

Лінійна $K=2m/n=2(n-1)/n$

Кільцева $K=2$

Грати $k = 4\left(1 - \frac{1}{\sqrt{n}}\right)$

Повно зв'язна $K=n-1$.

3. Розрахувати середню довжину маршруту r як відношення сумарної кількості транзитів до сумарної кількості маршрутів в мережі.

Перевірка

Радіальна $r=2$

Лінійна $r=(n+1)/3$

Кільцева $r=n^2/[4(n-1)]$

Грати $r=\frac{2}{3}\sqrt{n}$

Повно зв'язна $r=1$.

4. Розрахувати середню довжину гілки за формулою

$$\bar{l} = \frac{L}{m} = \frac{\sum_{i=1}^m l_i}{m}$$

Перевірка $\bar{l} = (0,24a + 0,1b)/\sqrt{n}$;

Радіальна $\bar{l} = (a + b/\sqrt{n})/2\sqrt{n}$;

Лінійна $\bar{l} = (a + b)/2\sqrt{n}$;

Кільцева $\bar{l} = (a + b)/2\sqrt{n}$;

Грати $\bar{l} = (a + b)/2\sqrt{n}$

Повно зв'язна $\bar{l} = 0,32a + 0,13b$.

Геометричну модель просто розповсюдити на любую правильну геометричну фігуру за допомогою коефіцієнтів перерахунку. Їх значення складають:

- круг	0.985
- пр. шестикутник	0.99
- квадрат	1.0
- еліпс з відношенням осей 2:1	1.07
- прямокутник з 2:1	1.12
- прямокутник з 5:1	1.51
- пр. трикутник	1.17.

При вирішенні конкретних задач планування та побудови мережі необхідно так конструювати територію мережі, щоб максимально наближатись до умов рівномірного розподілу вузлів. Але реальні потреби послуг мереж міст (населених пунктів) найчастіше нерівномірні, бо залежать від багатьох факторів як то: щільність мешканців в районі, розподіл житлових та виробничих приміщень, розвиток структур постачальників послуг, структури діючої мережі та інші. Тому мережі можуть будуватись сотами або наближатись до круга з різними сторонами чи діаметрами в одному місті. Важливим моментом є прив'язка елементів мережі доступу до існуючих об'єктів ТІМ.

3 Прив'язка елементів мережі доступу до існуючих об'єктів ТІМ.

Прив'язка елементів мережі доступу до існуючих об'єктів ТІМ здійснюється за умови наявності елементів мережі, наявності засобів, коштів, обладнання для модернізації та розвитку мереж, наявності та кількості постачальників послуг їх конкурентної спроможності, появленню та впровадженню нових технологій та багатьох інших факторів.

Цілком зрозуміло, що на етапі проектування мережі обов'язково враховуються на скільки діюча мережа задовольняє потребам мешканців, яка рентабельність її яка кількість обладнання потребує заміни, модернізації, яка амортизаційна собівартість устаткування, чи відпрацювала вона свій термін, на скільки можна використовувати діюче обладнання. Перш за все це відноситься до кабелю та кабельних споруд – тобто того що потребує найбільших зусиль, коштів та часу на монтаж (демонтаж), капітальних витрат, прокладку та інше. Головна мета задовольнити потреби користувачів, що оплачені в повному обсязі. Прив'язка елементів вирішується для кожного з таких об'єктів індивідуально виходячи з особливості напрямку та структури самої мережі. Особливим є вибір міст розгортання об'єктів з прив'язкою до діючої інфраструктури (чи будувати нову споруду, модернізувати та перебудовувати існуючу, чи задовольняє потребам стара)

3. Складання структурної схеми мережі доступу.

Структурна схема мережі доступу строїться на базі вибраної технологічної схеми мережі тобто за вибраною технологією. Приклад технологічної схеми це варіанти, що отримані при виконанні лабораторної роботи №1.

З огляду на складність проектного об'єму схеми МД міст, як складної системи, що має декілька рівнів ієрархії – її розробляють за рівнями:

- Загальноміська транспортна мережа, включно із центральним маршрутизатором на міждієській станції міста;
- Мережа міських районів;
- Мікрорайонні мережі;
- будинкові мережі;
- мережі приміщень користувачів.

Як що останні два цілком зрозумілі та не визивають ускладнень бо є у кожного з слухачів а їх особливості залежать від потреб користувачів, їх кінцевого обладнання. То верхні рівні це ускладнені структури, що потребують загально розрахунку опираючись на статистику потреб, можливості постачальників послуг та наявність обладнання та об'єктів мережі. Тому для спрощення місто розбивають по районах або об'єднують кілька районів при невеликому навантаженні об'єктів мережі в них. Розробляється схема МД в межах одного району (кожного району при нерівномірному розподілу навантажень) з обов'язковим розрахунком об'єму інформаційних потоків кожного з рангів ієрархії мережі. Приклад на мал..11 (слайд2). Далі все поєднується в схему МД міста за його

топологією мал.12 (слайд3) з встановленням зв'язків між районами. Пояснюються складові та позначення об'єктів на прикладі.

та складних етапів проектування є розробка структурної схеми МД міста, що виконується за ієрархією від простого до складного та взаємними зв'язками.

Висновок

Для визначення міст розташування об'єктів МД необхідно знати геометричну модель міст уміти розраховувати її показники з метою оптимізації як самої моделі так і її складових.

Важливим кроком є прив'язка елементів МД до існуючих об'єктів міста, що зменшує вартість МД завдяки ефективному використанню споруд та устаткування, що ще не відпрацювало свій термін.

Одним з головних

Завдання на СРС

Виконати самостійне завдання № 7.

Закінчити розрахунки показників мереж та скласти структурні схеми МД міста для л.р №2.

Література на СР:[1-5].

Використана література:

1. Стеклов В.К., Беркман Л.Н. Телекомунікаційні мережі. Київ, "Техніка", 2001-с.13-15.
2. Стеклов В.К., Беркман Л.Н. Проектування телекомунікаційних мереж. Київ, "Техніка", 2003 – 923 с.
3. Проектирование и техническая эксплуатация сетей передачи дискретных сообщений. М., "Радио и связь", 1988.
4. -ДСТУ 34.601. Інформаційна технологія. Комплекс стандартів на автоматизовані системи. Автоматизовані системи. Стадії створення с.1-5.
- 5.-ДСТУ 34.602. Інформаційна технологія. Комплекс стандартів на автоматизовані системи. Технічне завдання на створення автоматизованої системи. с.1-11.

Методичну розробку склав
Доцент кафедри Комп'ютерних наук

_____ С.О. Сєрих

“ ____ ” _____ 2019_р.