

7. *Moy J.* "Multicast Extensions to OSPF, RFC 1584, March 1994.
8. *L. Zhang, R. Braden, Ed., S. Berson, S. Herzog, S. Jamin.* Resource ReSerVation Protocol // RFC-2205, September 1997.
9. *Тимченко О.В., Кирик М.І., Верховла Б.М., Самі Аскар.* Класифікація якості обслуговування телекомунікаційних мереж і механізми її забезпечення // Зб. наук. пр. ІПМЕ НАН України. – Вип.45. – К.: 2008. – С. 190-196.

Поступила 22.01.2009р.

УДК 621.395

К.О. Чабан, к.т.н., каф. Телекомунікацій, НУ «Львівська політехніка»

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ ЦИФРОВОГО КІЛЬЦЯ МІСЬКОЇ ТЕЛЕФОННОЇ МЕРЕЖІ

Вступ

Переваги цифрових засобів зв'язку в порівнянні з аналоговими найбільш суттєво проявляються при роботі їх в повністю цифрових мережах, де є наявні цифрові тракти, що закінчуються цифровими системами комутації і цифровими кінцевими пристроями, і де відсутній перехід від цифрової до аналогової техніки.

Проте сучасні телефонні мережі ще достатньо насичені аналоговою апаратурою [1, 2]. Задача побудови цифрових мереж зв'язку (ЦМЗ) потребує перебудови всієї мережі на базі принципово нових технічних засобів, що неможливо одночасно виконати в усій мережі. Це складна проблема, яка містить в собі великий комплекс системних питань, який забезпечує взаємодію цих засобів. Враховуючи консервативність мережі зв'язку і необхідність її неперервної роботи, очевидно, що процес переходу від аналогової до повністю цифрової мережі буде швидше еволюційним, ніж революційним, і може розтягнутися на декілька десятків років. Тривалість переходу залежить, в основному, від темпів росту щільності в мережі і для більшості розвинутих країн складає від 20 до 40 років. Першим кроком переходу до ЦМЗ можливо вважати появу цифрових систем передачі (ЦСП). Одночасно з цим широко впроваджуються і цифрові системи комутації (ЦСК), тобто перехід до цифрових мереж вже розпочався і на сьогоднішній день в нашій державі розвиток телефонних мереж знаходиться в перехідному періоді, який характеризується наявністю великої кількості змішаних аналого-цифрових мереж на різних рівнях ієрархії телефонної мережі загального користування.

Крім зниження витрат, введення цифрової техніки на телефонних мережах приведе до зміни структури мережі. Площа району, який

обслуговується автоматичною телефонною станцією (АТС) з використанням виносних концентраторів, збільшується, зростає і ємність самої районної АТС (РАТС). Це значить, що число АТС і кількість транзитних вузлів на мережі зменшується, тому що ЦСК можуть одночасно виконувати функції кінцевих, вузлових, міжміських і навіть міжнародних станцій. В зв'язку з цим зменшується кількість ієрархічних рівнів на мережі, робиться більш гнучкою структура мережі в цілому і збільшується ефективність її використання [2, 5].

Тому слід розробити методику розрахунку необхідної пропускної здатності цифрового кільця ЦМЗ при переході до ЦСП.

Приклад розрахунку

Приклад розрахунку по розробленій методиці наведено для міської телефонної мережі (МТМ), яка складається з трьох районів підключення (РП), з кількістю абонентів у кожному з них: РП1 – В1 = 43500 абонентів, РП2 – А1 = 22500 абонентів, РП3 – В2 = 20000 абонентів.

Обчислюємо вхідні і вихідні інтенсивності навантаження для кожної АТС і їх розподіл по напрямках для цифрової МТМ. Визначаємо швидкість цифрового потоку кільця SDH і необхідний рівень ієрархії [3-5].

Обчислюємо вхідну інтенсивність навантаження на кожній АТС за формулою:

$$Y_i = a * N_i, \quad (1)$$

де $a = 0,05$ Ерл – питома вхідна інтенсивність навантаження від абонентів; N_i – ємність i -тої станції.

$$Y_{АТС-42} = Y_{АТС-52} = Y_{АТС-496} = Y_{АТС-92} = 0,05 * 40000 = 2000 \text{ Ерл}$$

$$Y_{RISLU} = 0,05 * 3500 = 175 \text{ Ерл.}$$

$$Y_{В1} = 2175 \text{ Ерл.}$$

$$Y_{АТС-23} = Y_{АТС-24} = 0,05 * 20000 = 1000 \text{ Ерл.}$$

$$Y_{RISLU} = 0,05 * 2500 = 125 \text{ Ерл.}$$

$$Y_{А1} = 1125 \text{ Ерл.}$$

$$Y_{АТС-68} = Y_{АТС-47} = 0,05 * 20000 = 1000 \text{ Ерл.}$$

$$Y_{В2} = 1000 \text{ Ерл.}$$

Навантаження на виході комутаційного поля визначаємо за формулою:

$$Y_{вих.i} = \frac{t_{вихi}}{t_{вхi}} Y_i, \quad (2)$$

де i - години зайняття входу і виходу комутаційного поля i - тої АТС.

Для цифрових АТС з метою спрощення розрахунків приймаємо рівною 1 й отримаємо:

$$Y_{вихАТС-42} = Y_{вихАТС-52} = Y_{вихАТС-492} = 2000 \text{ Ерл.}$$

$$Y_{вихRISLU} = 175 \text{ Ерл.}$$

$$Y_{вихВ1} = 2175 \text{ Ерл.}$$

$$Y_{вихАТС-23} = Y_{вихАТС-24} = 1000 \text{ Ерл.}$$

$$Y_{вихRISLU} = 125 \text{ Ерл.}$$

$$Y_{вихА1} = 1125 \text{ Ерл.}$$

$$Y_{\text{вихАТС-68}} = Y_{\text{вихАТС-47}} = 1000 \text{ Ерл.}$$

$$Y_{\text{вихВ2}} = 1000 \text{ Ерл.}$$

Інтенсивність навантаження на виході комутаційного поля АТС розподіляється по напрямках:

- внутрішньостанційний зв'язок;
- до ВСС (вузли спецслужб);
- до АМТС;
- вихідний зв'язок до інших АТС.

Для визначення внутрішньостанційного навантаження спочатку обчислюємо сумарне вихідне навантаження на МТМ:

$$Y_{\text{вих МТМ}} = \sum_i Y_{\text{вих } i}, \quad (3)$$

де i – номер АТС.

$$Y_{\text{вих МТМ}} = Y_{\text{вихВ1}} + Y_{\text{вихА1}} + Y_{\text{вихВ2}} = 4300 \text{ Ерл.}$$

Далі обчислюємо відсоток вихідного навантаження для кожної АТС від загального на МТМ в %:

$$\eta_i = \frac{Y_{\text{вих } i}}{Y_{\text{вих МТМ}}} * 100\%; \quad (4)$$

$$\eta_{\text{В1}} = \frac{2175}{4300} 100\% = 50,6\%;$$

$$\eta_{\text{А1}} = \frac{1125}{4300} 100\% = 26,2\%;$$

$$\eta_{\text{В2}} = \frac{1000}{4300} 100\% = 23,3\%.$$

По таблиці визначаємо відсоток інтенсивності внутрішньостанційного навантаження $K_{\text{вн.}i}$ від інтенсивності вихідного навантаження i – тої АТС:

$$K_{\text{внВ1}} = 33,3\%;$$

$$K_{\text{внА1}} = 61,2\%;$$

$$K_{\text{внВ2}} = 64,8\%.$$

Внутрішньостанційну інтенсивність навантаження обчислюємо за формулою:

$$Y_{\text{вн.}i} = \frac{K_{\text{вн.}i} Y_{\text{вих } i}}{100} \quad (5)$$

$$Y_{\text{внВ1}} = \frac{33,3 \cdot 2175}{100} = 724 \text{ Ерл.}$$

$$Y_{\text{внА1}} = \frac{61,2 \cdot 1125}{100} = 688 \text{ Ерл.}$$

$$Y_{\text{внВ2}} = \frac{64,8 \cdot 1000}{100} = 648 \text{ Ерл.}$$

Інтенсивність навантаження до ВСС:

$$Y_{BCCi} = 0,05 * Y_{вих.i} \quad (6)$$

$$Y_{BCC B1} = 0,05 * 2175 = 109 \text{ Ерл.}$$

$$Y_{BCC A1} = 0,05 * 1175 = 59 \text{ Ерл.}$$

$$Y_{BCC B2} = 0,05 * 1000 = 50 \text{ Ерл.}$$

Інтенсивність навантаження до АМТС визначаємо за формулою:

$$Y_{ззл i} = a_m * N_i, \quad (7)$$

де N_i – число і-тої категорії; a_m – питома міжміська інтенсивність навантаження.

$$Y_{ззл B1} = 0,0025 * 43500 = 108 \text{ Ерл.}$$

$$Y_{ззл A1} = 0,0025 * 22500 = 55 \text{ Ерл.}$$

$$Y_{ззл B2} = 0,0025 * 20000 = 50 \text{ Ерл.}$$

Інтенсивність навантаження від АМТС визначаємо за формулою:

$$Y_{злм} = Y_{ззл} \frac{t_{злм}}{t_{ззл}}, \quad (8)$$

де $t_{злм}$, $t_{ззл}$ – середні тривалості зайняття заказноз'єднувальної лінії і з'єднувальної лінії міжміської відповідно.

$$Y_{злм B1} = 109 * 0,8 = 87,2 \text{ Ерл.}$$

$$Y_{злм A1} = 56 * 0,8 = 44,8 \text{ Ерл.}$$

$$Y_{злм B2} = 50 * 0,8 = 40 \text{ Ерл.}$$

Інтенсивність навантаження в напрямку інших АТС визначаємо так:

$$Y_{ісх i} = Y_{вих.i} - Y_{BCCi} - Y_{вн.i} - Y_{ззл i} \quad (9)$$

$$Y_{ісх B1} = 1234 \text{ Ерл.}$$

$$Y_{ісх A1} = 323 \text{ Ерл.}$$

$$Y_{ісх B2} = 252 \text{ Ерл.}$$

Результати обчислень заносимо в табл. 1.

Таблиця 1

Порядковий номер АТС	Індекс АТС	Y, Ерл	Y _{вих} , Ерл	Y _{BCC} , Ерл	Y _{ззл} , Ерл	K _{вн} , %	Y _{вн} , Ерл	Y _{ісх} , Ерл
1	B1	2175	2175	109	108	33,3	724	1234
2	A1	1125	1125	59	55	61,2	688	323
3	B2	1000	1000	50	50	64,8	648	252

При розподіленні інтенсивності навантаження в напрямку релейної АТС пропорційно вихідним навантаженням визначає інтенсивність навантаження від і-тої АТС до j-тої АТС:

$$Y_{ij} = \frac{Y_{ісх i} Y_{ісх j}}{\sum_{k=1}^n (Y_{ісх k} - Y_{ісх i})}, \quad (10)$$

де n – число АТС.

$$Y_{B1-A1} = \frac{1234 \cdot 323}{1809 - 1234} = 693 \text{ Ерл.}$$

$$Y_{B1-B2} = \frac{1234 \cdot 252}{1809 - 1234} = 540 \text{ Ерл.}$$

$$Y_{A1-B2} = \frac{324 \cdot 252}{1809 - 323} = 55 \text{ Ерл.}$$

$$Y_{A1-B1} = \frac{323 \cdot 1234}{1809 - 323} = 268 \text{ Ерл.}$$

$$Y_{B2-B1} = \frac{252 \cdot 1234}{1809 - 252} = 197 \text{ Ерл.}$$

$$Y_{B2-A1} = \frac{252 \cdot 323}{1809 - 252} = 52 \text{ Ерл.}$$

Будуємо матрицю телефонних навантажень для кожного з методів розподілу інтенсивності навантаження.

Таблиця 2

N АТС	1 (B1)	2 (A1)	3 (B2)	ВСС	АМТС
1 (B1)	—	693	540	109	108
2 (A1)	268	—	55	59	55
3 (B2)	197	52	—	50	50
АМТС	87,2	44,8	40	—	—

Кількість ЗЛ в напрямку визначаємо по таблиці Ерланга (для цифрових АТС) згідно норм втрат (по розрахованій ІН):

ВСС – 0,001;

АМТС - 0,01;

РАТС – 0,005;

Внутрішньостанційні – 0,003.

Таблиця 3

№ АТС	1 (B1)	2 (A1)	3 (B2)	ВСС	АМТС
1 (B1)	—	750/25	570/19	140/5	136/5
2 (A1)	300/10	—	72/3	82/3	77/3
3 (B2)	224/8	69/3	—	71/3	70/3
АМТС	114/4	65/2	60/2	—	—

Далі заповнюємо таблицю первинних цифрових трактів (ПЦТ), що вводять в *i*-тий мультиплексор *i* виводять в *j*-тий мультиплексором цифрового кільця.

Таблиця 4

Мультиплексори вводу ПЦТ	Мультиплексори виводу ПЦТ			Сума
	B1	A1	B2	
B1	—	30	21	51
A1	10	—	6	16
B2	12	8	—	20

Загальне число ПЦТ на кожній ділянці кільця визначається сумарним значенням ПЦТ, що вводиться в мультиплексор і ПЦТ, що проходять транзитом по даній ділянці від мультиплексорів інших ділянок кільця.

$$V_I = 51 + 12 = 63 \text{ ПЦТ};$$

$$V_{II} = 16 + 21 = 37 \text{ ПЦТ};$$

$$V_{III} = 20 + 10 = 30 \text{ ПЦТ}.$$

Необхідна швидкість цифрового кільця S визначається максимальним значенням пропускної здатності окремої ділянки і розраховується по формулі:

$$S = 2 * N_{\text{ПЦТ}}, \text{ Мбіт/сек}; \quad (11)$$

$$S = 2 * 63 = 126, \text{ Мбіт/сек},$$

де $N_{\text{ПЦТ}}$ – максимальне число первинних цифрових трактів на окремій ділянці.

Швидкість цифрового кільця S_k вибирається з стандартних швидкостей SDH. Воно повинно задовольняти наступну умову:

$$S_k \geq K_p * S, \quad (12)$$

де K_p – коефіцієнт запасу на розвиток мережі. Рекомендоване значення $K_p = 1,4-1,5$.

По стандартній сітці швидкостей SDH слід вибрати: STM-4 ($S_k = 622$ Мбіт/с).

Таким чином, наведена методика повністю задовольняє завдання, дозволяє розрахувати потоки в мережі і на її основі вибрати необхідне обладнання.

1. *Шмалько А.В.* Цифровые сети связи: основы планирования и построения. – М.: Эко-Трендз, 2002.
2. *Гольдштейн Б.С.* Системы коммутации: учебник для вузов. – 2-е изд.– СПб.: БХВ, 2004. – 314 с.
3. *Попова А.Г.* Структурный синтез коммутационных узлов связи. – М.: Радио и связь, 1984. – 208 с.
4. *Стеклов В.І., Беркман Л.Н.* Проектування телекомунікаційних мереж/ За ред. Стеклова В.І. – К.: Техніка, 2002. – 792 с.
5. Цифровые системы коммутации для ГТС / Под ред. *В.Г. Карташевского и А.Г. Рослякова.* – М.: Эко-Трендз, 2008. – 352 с.: ил.

Поступила 19.01.2009 р.