

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**

**"КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"**

**КАФЕДРА ЗВУКОТЕХНІКИ ТА РЕЄСТРАЦІЇ ІНФОРМАЦІЇ**

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ НАСТУПНОГО  
ПОКОЛІННЯ**

**Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни**

**(для студентів усіх форм навчання за спеціальностями 7.05090302 та 8.05090302  
“Телекомунікаційні системи та мережі”)**

Проектування телекомунікаційних мереж наступного покоління: методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни для студентів усіх форм навчання за спеціальностями 7.05090302 та 8.05090302 “Телекомунікаційні системи та мережі” / Укл. К.О. Трапезон, Г.Г.Власюк, О.Я. Гордієнко. – К.: Аверс, 2011. – 17 с.

Укладачі: Трапезон Кирило Олександрович, кандидат техн. наук, доцент.

Власюк Ганна Григорівна, доктор техн. наук, професор.

Гордієнко Олена Яківна, асистент.

Під загальною редакцією Трапезона К.О.

Ухвалено на засіданні кафедри Звукотехніки та реєстрації / протокол №1 від 30.08.2011 р.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
Мета та завдання курсової роботи.....	5
Завдання на курсову роботу.....	6
Склад, обсяг і структура курсової роботи.....	10
Вказівки до виконання розділів курсової роботи.....	11
Рекомендації до виконання розрахунково- пояснювальної записки.....	14
Рекомендації до виконання графічної частини роботи.....	15
Вказівки про порядок захисту роботи.....	16
Список рекомендованої літератури.....	17

## ВСТУП

Дисципліна “Проектування телекомунікаційних мереж наступного покоління” є однією з основних в комплексі підготовки фахівців в галузі телекомунікацій і розкриває основні тенденції, які можна спостерігати на різних етапах розвитку сучасних телекомунікаційних систем зв’язку. Окрема увага при вивченні дисципліни прикута до проблеми конвергенції телекомунікаційних технологій та їх переходу до можливості залучення щодо надання всебічних інфокомунікаційних послуг. Крім цього, розкриваються концептуальні положення щодо побудови мультисервісних мереж, як основних у розрізі аналізу телекомунікаційних мереж наступного покоління. Окремо визначені принципи побудови NGN (NextGenerationNetwork, мережа наступного покоління), проблеми та технічні особливості переходу до них існуючих телекомунікаційних систем. Як приклад, в процесі розгляду дисципліни наводяться особливості побудови сучасних транспортних пакетних мереж та мереж доступу на основі технології багатопроTOCOLьної комутації за допомогою міток. Окрема частина дисципліни присвячена питанням проектування мультисервісних телекомунікаційних мереж зв’язку на основі концепції NGN. Для більш глибокого вивчення питань дисципліни, розкриття сутності практичних особливостей побудови мереж наступного покоління і присвячена дана курсова робота.

## МЕТА ТА ЗАВДАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Метою курсової роботи є опанування студентами технічних тонкощів при проектуванні мультисервісних мереж зв'язку, набуття ними знань та навиків у питаннях створення мереж зв'язку, які дозволяють на основі пакетної мережі підключити різнопланових абонентів з різними мережами доступу та різними системами сигналізації та управління.

Крім цього, метою курсової роботи можна вважати і визначення особливостей щодо використання в мережах наступного покоління технології Softswitch та підсистеми IMS.

Основні завдання курсової роботи:

1. Розрахунок основних параметрів та вибір обладнання, яке дозволяє підключити різнопланових абонентів до мережі наступного покоління.
2. Проведення аналізу технічної спроможності керування ресурсами та трафіком абонентів при функціонуванні спроектованої мережі.
3. Вивчення питань про модернізацію та удосконалення існуючих мереж зв'язку, зокрема з боку їх уніфікації до нових послуг та сервісів.
4. Розгляд системи масового обслуговування абонентів з метою детального вивчення розподілу інформації з боку абонентів та їх навантаження на ресурси мережі наступного покоління.

## ЗАВДАННЯ НА КУРСОВУ РОБОТУ

Провести розрахунок основних параметрів обладнання, яке використовується при проектуванні сучасних мереж наступного покоління, зокрема на рівні доступу до неї. Визначити технічну можливість підключення різнопланових абонентів до мережі, розрахувати створюване ними навантаження, провести аналіз технічного ресурсу мережі, дослідити систему управління мережею NGN, розглянути та визначити основні параметри підсистеми IMS, як ключової в розвитку мереж наступного покоління.

*Вихідні дані до курсової роботи (дані типового варіанту розрахунку курсової роботи).*

### **А. Типи користувачів та їх кількість в рамках мережі NGN:**

$N_{PSTN}$  – кількість абонентів, що використовують аналогові абонентські лінії і планується що вони підключені на рівні шлюзу доступу до мережі NGN (NextGenerationNetwork). (*PSTN – PublicSwitchedTelephoneNetwork*).

$N_{ISDN}$  – кількість абонентів, які використовують лінії базового доступу цифрової мережі з інтеграцією обслуговування і планується що вони підключені на рівні шлюзу доступу до мережі NGN (NextGenerationNetwork).

(*ISDN – IntegratedServicesDigitalNetwork*).

$N_{sh}$  – кількість абонентів які використовують мобільні термінали, що працюють за протоколами SIP або H.323. Мобільні термінали підключаються в пакетну мережу на рівні комутатора доступу мережі NGN.

$N_{i\_LAN}$  – число користувачів, яких входять в одну локальну мережу LAN, і які підключаються в пакетну мережу на рівні комутатора доступу мережі NGN.

$i$  – номер LAN.

$I$  – загальна кількість мереж LAN, які підключаються на рівні комутатора доступу NGN.

$N_{m\_PBX}$  – кількість каналів користувачів, які підключено до однієї цифрової АТС;

$M$  – кількість цифрових АТС, які обмінюються даними з мережею NGN;

$N_{j\_v5}$  – кількість каналів користувачів, які працюються в мережі за певним інтерфейсом V5 (послуга Voice IP).

$J$  – кількість мереж, що працюють за протоколом V5 і підключені до мережі NGN.

*Параметри до розрахунку (типовий варіант)*

Параметр	$N_{PSTN}$	$N_{ISDN}$	$N_{sh}$	$N_{i\_LAN}$	$I$	$N_{m\_PBX}$	$M$	$N_{j\_v5}$	$J$
Значення	5000	500	100	40	8	100	3	90	2

## Б. Параметри протоколів обміну інформацією в мережі NGN

$L_{MEGACO}$  – середня довжина повідомлення (у байтах), яке передається за протоколом *MEGACO*.

$N_{MEGACO}$  – середня кількість повідомлень по протоколу *MEGACO* при обслуговуванні одного вхідного виклику.

$L_{V5UA}$  – середня довжина повідомлення (у байтах) в межах протоколу *V5UA* (*UA* – User Agent).

$N_{V5UA}$  – середня кількість повідомлень у форматі протоколу *V5UA* при обслуговуванні одного виклику.

$L_{IUA}$  – середня довжина повідомлення (у байтах) у форматі протоколу *IUA*.

$N_{IUA}$  – середня кількість повідомлень за протоколом *IUA* при обслуговуванні одного виклику.

$L_{SH'}$  – середня довжина повідомлень (у байтах), що формуються за протоколом *SIP* або *H.323*.

$N_{SH'}$  – середня кількість повідомлень за протоколом *SIP* або *H.323* при обслуговуванні одного виклику.

$N1\_E1$  – кількість потоків *E1* від АТС телефонної мережі загального користування.

*Параметри до розрахунку (типовий варіант)*

Параметр	$L_{MEGACO}$	$N_{MEGACO}$	$L_{V5UA}$	$N_{V5UA}$	$L_{IUA}$	$N_{IUA}$	$L_{SH'}$	$N_{SH'}$	$N1\_E1$
Значення	150	10	145	10	155	10	140	10	5

## В. Параметри, що використовуються для розрахунку гнучкого комутатора Softswitch

$P_{CH}$  – інтенсивність потоку викликів, що обслуговуються одним магістральним каналом (виклики/година найбільшого навантаження).

$P_{MEGACO}$  – інтенсивність потоку викликів, що обслуговуються на основі протоколу *MEGACO*.

$L$  – кількість транспортних шлюзів.

*Параметри до розрахунку (типовий варіант)*

Параметр	$P_{CH}$	$P_{MEGACO}$	$L$
Значення	1000	6000	1

## Г. Параметри, що стосуються інтерфейсів підключення до пакетної мережі (*IP* – мережа)

$L_{mxUA}$  – середня довжина повідомлення (у байтах) в форматі протоколу  $M1UA$  або  $M2UA$  в рамках системи сигналізації пакетної мережі.

$N_{mxUA}$  – середня кількість повідомлень за протоколом  $M1UA$  або  $M2UA$  при обслуговуванні одного виклику.

$P_{sig}$  –інтенсивність потоку викликів, що обслуговуються сигнальним шлюзом мережі NGN.

*Параметри до розрахунку (типовий варіант)*

Параметр	$L_{mxUA}$	$N_{mxUA}$	$P_{sig}$
Значення	160	10	18000

#### **Д. Параметри, що використовуються при розрахунку підсистеми IMS (IP MultimediaSubsystem)**

$N_{SIP1}, N_{SIP2}, N_{SIP3}, N_{SIP4}, N_{SIP5}$  –середня кількість повідомлень у форматі  $SIP$  –протоколу між ділянками функціональних блоків підсистеми  $IMS$ .

$X, \%$  –процент викликів, при обслуговуванні котрих потрібне звернення до медіа-серверу  $IMS$ .

$Y, \%$  – процент викликів, при обслуговуванні яких потрібне звернення до серверів додатків  $IMS$ .

*Параметри до розрахунку (типовий варіант)*

Параметр	$N_{SIP1}$	$N_{SIP2}$	$N_{SIP3}$	$N_{SIP4}$	$N_{SIP5}$	$X, \%$	$Y, \%$
Значення	10	5	5	10	15	15	40

#### **Є. Додаткові коефіцієнти до розрахунку**

1. Процент використання голосових кодексів при передаванні або при прийомі мовної інформації абонентів мережі NGN

–парний варіант завдання:

Номер кодеку	Процент використання
$G.711$	30
$G.723 I/r$	30
$G.723 h/r$	20
$G.729$	20



– непарний варіант завдання:

Номер кодексу	Процент використання
<i>G.711</i>	20
<i>G.723 I/r</i>	20
<i>G.723 h/r</i>	30
<i>G.729</i>	30

2. Уточнювальні коефіцієнти до розрахунку

Варіант	$k_{PSTN}$	$k_{ISDN}$	$k_{V5}$	$k_{PBX}$	$k_{SH}$
Непарний	1,25	1,75	2	1,75	1,9
Парний	1,3	1,8	1,9	1,8	2

## СКЛАД, ОБСЯГ І СТРУКТУРА КУРСОВОЇ РОБОТИ

Курсова робота з дисципліни “Проектування телекомунікаційних мереж наступного покоління” виконується на протязі 9 навчального семестру і складається з 5 розділів пояснювальної записки, графічного матеріалу та додатків.

Основні розділи пояснювальної записки курсової роботи:

- розрахунок шлюзу доступу. Вибір обладнання комутатора доступу;
- розрахунок транспортного ресурсу шлюзу доступу. Визначення вхідного трафіку, який потрапляє до комутатора доступу;
- розрахунок обладнання гнучкого комутатора Softswitch;
- визначення параметрів сигнального шлюзу мережі NGN;
- розрахунок фрагменту мережі IMS.

Графічний матеріал курсової роботи включає в себе структурну схему підключення абонентів до шлюзу та комутатора доступу, структурну схему фрагменту мережі Softswitch та функціональну схему мережі на основі підсистеми IMS.

За обсягом курсова робота включаючи додатки та обов’язкові розділи не повинна перевищувати 45 сторінок формату А4.

## ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОЗДІЛІВ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Наведемо основні етапи розрахунку першого розділу курсової роботи.

### 1. Розрахунок шлюзу доступу абонентів до мережі NGN

#### *Теоретичні відомості*

Шлюз – програмно-апаратний комплекс, який поєднує різнорідні мережі і дозволяє розв’язувати проблеми, які пов’язані з відмінностями протоколів та систем адресації.

Основна мета шлюзу – функціонування різних мереж та пристроїв, так як би б це була б одна мережа даних.

Протокол – сукупність правил, які регламентують формат та процедуру взаємодії рівнів мережевої моделі на основі обміну інформацією.

Інтерфейс – угода про взаємодію між рівнями одного вузла і визначає структуру даних та спосіб обміну даними між сусідніми рівнями.

Абонентів з різних мереж для того аби вони отримали доступ до інформації в рамках пакетної мережі (основа мережі NGN) треба підключати через шлюз доступу (Access Gateway).

Визначимо яке навантаження створюється з боку абонентів на шлюз доступу. Для цього знайдемо загальне навантаження від усіх абонентів різних мереж, виходячи з вихідних даних до курсової роботи.

Прийmemo, що питоме навантаження на лінію зв’язку одного абонента у годину найбільшого навантаження визначається даними таблиці:

Тип абонентів	<i>PSTN</i>	<i>ISDN</i>	<i>SIP/H.323</i>	<i>V5</i>	<i>PBX</i>
Питоме навантаження у (Ерл)	0,1	0,2	0,2	0,8	0,8

Загальне навантаження, яке створюється абонентами *PSTN*

$$Y_{PSTN} = N_{PSTN} \times y_{PSTN}$$

*Розрахунок (типовий варіант)*

$$Y_{PSTN} = 5000 \times 0,1 = 500 \text{ Ерл.}$$

Загальне навантаження, яке створюється абонентами *ISDN*

$$Y_{ISDN} = N_{ISDN} \times y_{ISDN}$$

*Розрахунок (типовий варіант)*

$$Y_{ISDN} = 500 \times 0,2 = 100 \text{ Ерл.}$$

Навантаження від обладнання доступу, що працює на основі інтерфейсу *V5*

$$Y_{j_{v5}} = y_{j_{v5}} \times N_{j_{v5}},$$

тоді загальне навантаження, що створюється на шлюз доступу від користувачів на основі V5

$$Y_{v5} = \sum_1^{j=J} Y_{j_{v5}}$$

*Розрахунок (типовий варіант)*

$$Y_{j_{v5}} = 0,8 \times 90 = 72 \text{ Ерл};$$

$$Y_{v5} = \sum_1^{j=2} Y_{j_{v5}} = 2 \times 72 = 144 \text{ Ерл.}$$

Навантаження, що створюється абонентами однієї підключеної цифрової АТС

$$Y_{m_{PBX}} = y_{m_{PBX}} \times N_{m_{PBX}},$$

тоді загальне навантаження від цифрових АТС, абоненти яких підключені через шлюз до мережі NGN

$$Y_{PBX} = \sum_1^{m=M} Y_{m_{PBX}}$$

*Розрахунок (типовий варіант)*

$$Y_{m_{PBX}} = y_{m_{PBX}} \times N_{m_{PBX}} = 0,8 \times 100 = 80 \text{ Ерл};$$

$$Y_{PBX} = \sum_1^{m=3} Y_{m_{PBX}} = 3 \times 80 = 240 \text{ Ерл.}$$

Загальне навантаження, яке створюється з боку абонентів на шлюз доступу (рис.1) визначається за формулою:

$$Y_{GW} = Y_{PSTN} + Y_{ISDN} + Y_{v5} + Y_{PBX}.$$

*Розрахунок (типовий варіант)*

$$Y_{GW} = 500 + 100 + 144 + 240 = 984 \text{ Ерл.}$$

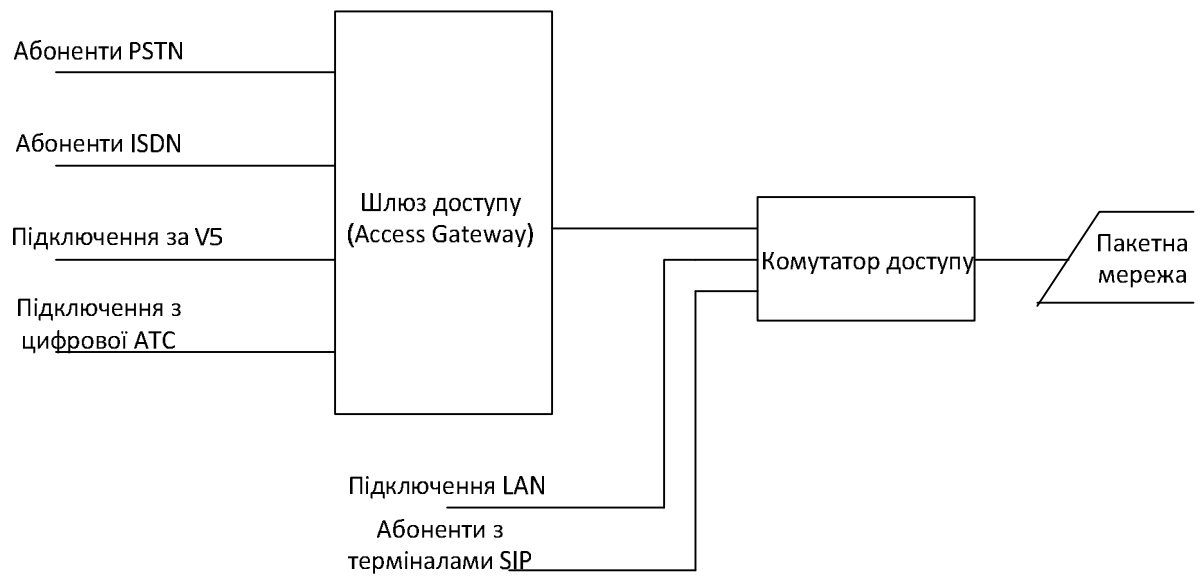


Рисунок 1 Загальна схема підключення абонентів до шлюзу доступу NGN

## **РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ**

Пояснювальна записка курсової роботи виконується на основі співвідношень та формул, які визначають навантаження, об'єми транспортного ресурсу, втрати трафіку, інтенсивність потоку викликів з боку абонентів.

При визначенні основних параметрів слід користуватись діючими стандартами та рекомендаціями, зокрема галузевим стандартом “Загальні технічні вимоги до місцевих АТС”. Усі проведенні розрахунки в пояснювальній записці треба обов'язково супроводжувати детальними поясненнями. Вибір обладнання на підставі проведених розрахунків слід наводити з основними технічними характеристиками останнього.

Усі розділи записки мають логічний зв'язок, який визначається розрахованими параметрами а деякі з них, наприклад, продуктивність гнучкого комутатора Softswitch потребує уточнення та корегування, яке впливає в процесі розрахунку параметрів.

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ РОБОТИ

Графічна частина курсової роботи складається з структурної схеми підключення абонентів до шлюзу та комутатора доступу, структурної схеми фрагмента мережі Softswitch та функціональної схеми мережі на основі підсистеми IMS. Усі зазначені схеми повинні бути виконанні згідно діючих стандартів ДСТУ.

Структурна схема підключення абонентів до шлюзу доступу є логічним завершенням розрахунків з першого розділу пояснювальної записки. Основні лінії зв'язку та сама комутація повинна бути виконана наскрізними способом з урахуванням особливостей інтерфейсів відповідного обраного обладнання (зокрема шлюзу та комутатора доступу). Графічна ілюстрація підключень повинна супроводжуватись таблицею, де визначено розподіл абонентів, згідно вихідних даних та навантаження, яке створюється ними.

Структурна схема фрагмента мережі Softswitch повинна включати в себе транспортний та сигнальний шлюзи, і їх параметри є результатом розрахунку третього розділу пояснювальної записки.

Функціональна схема мережі на основі підсистеми IMS, окрім ліній зв'язку повинна відображати транспортний ресурс, що використовується при її з'єднанні з стаціонарною телефонною системою зв'язку (*PSTN* –абоненти).

## **ВКАЗІВКИ ДО ПОРЯДКУ ЗАХИСТУ РОБОТИ**

Курсова робота виконується протягом навчального семестру, а її захист відбувається в присутності двох викладачів (комісія) та автора курсової роботи. Захист курсової роботи проводиться за умови наявності усіх обов'язких розділів в роботі та графічної частини.

Процедура захисту та оцінювання правильності курсової роботи проводиться на основі критеріїв, які визначено рейтинговою системою оцінювання. Під час захисту роботи, можливі з боку викладачів уточнюючі питання стосовно окремих положень курсової роботи. Відповіді на поставлені питання та орієнтування студента в роботі впливають на визначення кінцевої оцінки за курсову роботу.



## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Каграманзаде А. Г. Прогнозирование и проектирование телекоммуникационных сетей / А. Г. Каграманзаде. — Баку : Бакинский университет, 1998. — 242 с.
2. Бакланов И. Г. NGN: принципы построения и организации / И. Г. Бакланов. — М. : Эко-Трендз, 2008. — 400 с.
3. Каграманзаде А. Г. Прогнозирование и проектирование телекоммуникационных сетей / А. Г. Каграманзаде. — Баку : Бакинский университет, 1998. — 242 с.
4. Семенов Ю. В. Проектирование сетей связи следующего поколения / Ю. В. Семенов. — М. : Гипросвязь, 2005. — 240 с.
5. Гольдштейн Б. С. Сети связи / Б. С. Гольдштейн, Н. А. Соколов, Г. Г. Яновский. — СПб. : БХВ-Петербург, 2010. — 400, [1] с.
6. Кулябов Д. С. Архитектура и принципы построения современных сетей и систем телекоммуникаций / Д. С. Кулябов, А. В. Королькова. — М. : РУДН, 2008. — 281 с.
7. Ершов В. А. Мультисервисные телекоммуникационные сети / В. А. Ершов, Н. А. Кузнецов. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. — 432 с.