

**Методичні вказівки
до виконання самостійної роботи з дисципліни
«Системи комутації та розподілу інформації»
зі спеціальності «Електроніка, електронні комунікації,
приладобудування та радіотехніка»
(освітня програма «Програмне забезпечення
телекомунікаційних систем»)**

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

**Методичні вказівки
до виконання самостійної роботи з дисципліни
«Системи комутації та розподілу інформації»
зі спеціальності «Електроніка, електронні комунікації,
приладобудування та радіотехніка»
(освітня програма «Програмне забезпечення
телекомунікаційних систем»)**

Вінниця
ВНТУ
2026

Рекомендовано до видання Радою з якості освіти Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 13 від 18.06.2026 р.)

Рецензенти:

А. О. Семенов, доктор технічних наук, професор

Г. Г. Бортник, кандидат технічних наук, професор

Методичні вказівки до виконання самостійної роботи з дисципліни «Системи комутації та розподілу інформації» зі спеціальності «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка» (освітня програма «Програмне забезпечення телекомунікаційних систем») / уклад.: Д. В. Михалевський, В. І. Макогон. Електрон. текст. дані. Вінниця : ВНТУ, 2026. 45 с.

Методичні вказівки містять матеріали для самостійного опрацювання навчальної програми із дисципліни «Системи комутації та розподілу інформації» для освітньої програми «Програмне забезпечення телекомунікаційних систем». Наведено додаткові матеріали для закріплення теоретичних знань та отримання практичних навиків розрахунку навантаження й аналізу процесів розподілу трафіку. Також наведено питання для самоконтролю та тестові завдання.

ЗМІСТ

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	4
2 ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	6
3 ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ.....	8
4 ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ.....	9
5 ДОДАТКОВІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ПОГЛИБЛЕННЯ ТА ЗАКРІПЛЕННЯ ТЕОРЕТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	11
5.1 Основні поняття про інтенсивність телефонного навантаження...	11
5.2 Текст програм для дослідження навантаження.....	12
6 ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ.....	27
ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	44

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Системи комутації та розподілу інформації» мають на меті узагальнити набуті теоретичні знання технологій комутації та розподілу інформаційних потоків у фізичному і віртуальному середовищі передачі у сучасних телекомунікаційних та інформаційних мережах. Також передбачається надання допомоги в організації самостійної роботи студентів з вивчення навчального матеріалу та підготовки до складання заліку.

Метою дисципліни «Системи комутації та розподілу інформації» є формування основних знань та положень про методи та засоби комутації, сучасні комутаційні системи, системи розподілу трафіку, фіксовані телефонні мережі та сучасне термінальне обладнання.

Основними завданнями вивчення дисципліни є визначення стратегії розвитку сучасних телекомунікаційних систем та застосування методів комутації і розподілу інформації в них; ознайомлення із теоретичними основами методів оброблення сигналів в комутаційних системах; формування теоретичної бази, практичних навиків та представлення про основну побудову мереж із комутацією для передачі та розподілу інформації; ознайомлення з основними засобами комутації в телекомунікаційних системах; навчитись контролювати і діагностувати стан комутаційного обладнання і програмного забезпечення термінального обладнання, мереж із різними методами комутації, кінцевих комутаційних пристроїв, засобів маршрутизації та розподілу інформації, залежно від методів їхньої технічної експлуатації.

Навчальна дисципліна «Системи комутації та розподілу інформації» базується на результатах навчання, здобутих під час вивчення таких компонент, як теорія передачі інформації, інтернет-технології та вебдизайн.

За результатами вивчення дисципліни студенти набувають компетентностей:

ІК. Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі телекомунікацій та радіотехніки, що характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

СК1. Здатність розуміти сутність і значення інформації в розвитку сучасного інформаційного суспільства.

СК3. Здатність використовувати базові методи, способи та засоби отримання, передавання, обробки та зберігання інформації.

СК10. Здатність здійснювати монтаж, налагодження, налаштування, регулювання, дослідну перевірку працездатності, випробування та здачу в експлуатацію споруд, засобів і устаткування телекомунікацій та радіотехніки.

СК12. Здатність проводити роботи з керування потоками навантаження інформаційно-телекомунікаційних мереж.

А також програмні результати навчання:

РН1. Аналізувати, аргументувати, приймати рішення при розв'язанні спеціалізованих задач та практичних проблем телекомунікацій та радіотехніки, які характеризуються комплексністю та неповною визначеністю умов.

РН6. Адаптуватись в умовах зміни технологій інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

РН20. Пояснювати принципи побудови й функціонування апаратно-програмних комплексів систем керування та технічного обслуговування для розробки, аналізу і експлуатації інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

РН21. Забезпечувати надійну та якісну роботу інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

РН22. Контролювати технічний стан інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних і радіотехнічних систем у процесі їх технічної експлуатації з метою виявлення погіршення якості функціонування чи відмов, та його систематична фіксація шляхом документування.

2 ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. Основні положення комутації та розподілу інформації

Тема 1. Вступ. Предмет і задачі дисципліни. Класифікація програмно-апаратних технологій комутації та розподілу інформації телекомунікаційних систем.

Тема 2. Тракт передачі телефонної інформації. Абонентські та з'єднувальні лінії. З'єднувальний тракт. Комутаційні вузли та станції. Комутація каналів, комутація повідомлень, комутація пакетів. Віртуальні з'єднання. Дейтаграми.

Тема 3. Маршрутизація у телекомунікаційних мережах передачі інформації. Об'єкти системи маршрутизації. Маршрут. Кінцева точка. Напрямок. Канал. Типи маршрутизації. Алгоритми маршрутизації. Фіксоване керування. Динамічне керування. Маршрутизація у міжміських телефонних мережах.

Тема 4. Побудова фіксованих мереж передачі інформації із комутацією. Міські телефонні мережі. Сільські телефонні мережі. Міжміські телефонні мережі. Побудова фізичних каналів телефонних мереж. Крос та кросова комутація. Цифрові канали телефонної передачі. Цифрові системи типу ІКМ. Транспортні мережі. Інтелектуальні мережі. Інтелектуальні послуги.

Тема 5. Комутаційні пристрої. Загальна класифікація комутаційних пристроїв. Контактні та безконтактні комутаційні пристрої. Автоматична комутація. Точка комутації. Геркони, ферида. Електронні контакти на діодах, електронні контакти на транзисторах. Ключі. Основні параметри комутаційних пристроїв.

Змістовий модуль 2 Цифрові системи комутації.

Тема 6. Основи цифрової комутації. Часове та просторове розділення каналів. Часова комутація. Елемент пам'яті. Просторова комутація. Просторово-часова комутація. Схема просторово-часової комутації. Методи керування часовим та просторовим комутаторами.

Тема 7. Цифрові системи комутації. Загальна побудова цифрових систем комутації. Абонентський блок. Модуль аналогових абонентських

комплектів. Модуль цифрових абонентських комплектів. Лінійний блок. Модуль цифрових з'єднувальних ліній. Модуль аналогових з'єднувальних ліній. Обладнання сигналізації. Комутаційне поле. Система керування. Генератор тактових імпульсів.

Тема 8. Види та методи керування. Типи керування станціями. Індивідуальне та загальне керування. Пряме та непряме встановлення з'єднання. Принципи передачі сигналів керування. Централізоване керування. Ієрархічні системи керування. Децентралізовані системи керування. Керування за допомогою центрального комутаційного поля. Керування з використанням самомаршрутизації. Модуль. Побудова модуля. Принципи підмикання комплектів до модуля. Комутатор сигналізації. Процес встановлення з'єднання.

Тема 9. Термінальне обладнання. Загальна структурна схема телефонного апарату. Принципи формування сигналів набору номера. Імпульсний набір. Частотний набір. Протимісцеві схеми (мостова та компенсаційна). Загальна побудова цифрових терміналів. Контролер абонентського доступу. Принципи передачі та прийому мови із перетворенням структури мовного сигналу. Телефонний канал. Телефонний сигнал. Вокодери.

Тема 10. Передача керуючої інформації в цифрових комутаційних системах. Загальний канал сигналізації. Способи маршрутизації сигнальної інформації. Апаратна реалізація сигналізації. Мережа сигналізації. Компоненти мережі і режими сигналізації.

3 ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Студенти денної та заочної форми навчання, за рішенням кафедри, можуть готувати окремі науково-дослідні роботи за індивідуальними темами у вигляді рефератів з окремих тем курсу або підготовка доповіді на щорічну науково-теоретичну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ, в рамках СРС та практичних занять за наступними темами:

1. Дослідження розвитку сучасних корпоративних систем комутації та розподілу інформації.
2. Дослідження програмного забезпечення сучасних корпоративних систем комутації та розподілу інформації.
3. Методи розрахунку параметрів сучасних корпоративних систем комутації та розподілу інформації.
4. Методи та засоби побудови сучасних корпоративних систем комутації та розподілу інформації.
5. Базовий та абонентський доступ у сучасних корпоративних системах комутації та розподілу інформації.
6. Хмарні технології побудови сучасних корпоративних систем комутації та розподілу інформації.
7. Методи та засоби дослідження навантаження в корпоративних системах комутації та розподілу інформації.
8. Архітектура міжнародних мереж та систем із комутацією.
9. Методи та засоби синхронізації сучасних мереж із комутацією.
10. Методи та засоби оптимізації сучасних корпоративних систем комутації та розподілу інформації.
11. Дослідження параметрів та характеристики станційного обладнання сучасних корпоративних систем комутації та розподілу інформації.
12. Дослідження параметрів та характеристик термінального обладнання для мереж із комутацією.
13. Дослідження мов програмування сучасних корпоративних систем комутації та розподілу інформації.
14. Дослідження навантаження та методів розподілу трафіку у системах комутації та розподілу інформації.

4 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Особливості побудови сучасних міських мереж.
2. Загальна структурна схема комутаційних станцій.
3. Особливості побудови сучасних сільських мереж.
4. Дати порівняльну характеристику віртуальним з'єднанням та дейтаграмам.
5. Навести переваги та недоліки багатоланкових комутаційних полів.
6. Контактні комутаційні пристрої. Переваги та недоліки.
7. Класифікація комутаційних пристроїв. Основні параметри.
8. Особливості побудови сучасних міжміських мереж.
9. Особливості побудови інтелектуальних мереж.
10. Особливості побудови мереж АТМ та їх характеристика.
11. Тракт передачі телефонної інформації.
12. Загальна характеристика методів комутації. Визначення найкращої.
13. Дати порівняльну характеристику комутації пакетів та комутації каналів.
14. Протимісцеві схеми. Особливості, переваги та недоліки.
15. Загальні принципи побудови телефонних апаратів та їх основні компоненти.
16. Охарактеризувати побудову фізичних каналів телефонного зв'язку.
17. Крос та кросова комутація. Переваги, недоліки та особливості.
18. Охарактеризувати цифрові канали телефонного зв'язку.
19. Безконтактні комутаційні пристрої. Особливості, переваги та недоліки.
20. Охарактеризувати контролер доступу ISDN.
21. Охарактеризувати телефонний сигнал та телефонний канал. Навести параметри та дати порівняння.
22. Побудова цифрового телефонного терміналу.
23. Логічні комутаційні пристрої. Особливості, переваги та недоліки.
24. Дати порівняльну характеристику мостовій та компенсаційній схемам.
25. Аналоговий телефонний апарат.
26. Основні поняття теорії комутації.
27. Охарактеризувати принципи комутації по часу. Переваги та недоліки.
28. Дати порівняльну характеристику аналоговому та цифровому абонентським комплексам.
29. Охарактеризувати принципи та особливості просторово-часової комутації. Переваги та недоліки.
30. Дати порівняльну характеристику аналоговому та цифровому з'єднувальним комплексам.
31. Особливості та принцип дії часового комутатора.

32. Функції borscht для аналогових та цифрових комплектів.
33. Навести загальну характеристику сучасним ЦСК.
34. Охарактеризувати та порівняти методи керування часовим комутатором. Як вони використовуються на практиці.
35. Принцип роботи комутатора ЧПЧ. Переваги, особливості та недоліки.
36. Сигналізація ЦСК.
38. Абонентський блок.
39. Особливості та принцип дії просторового комутатора.
40. Комутаційне поле ЦСК. Переваги та недоліки.
41. Загальна характеристика систем керування ЦСК.
42. Процес встановлення з'єднання у ЦСК.
43. Обладнання доступу у ЦСК. Переваги та недоліки.
44. Маршрутизація у ЦСК.
43. Навести та обґрунтувати класифікацію систем керування ЦСК.
46. Дайте порівняльну характеристику часовому та просторовому комутаторам.
47. Лінійний блок ЦСК.
48. Абонентський блок ЦСК.
49. Особливості керування часовим та просторовим комутаторами.
50. Порівняти децентралізовані та ієрархічні системи керування.
51. Навіщо використовують просторовий комутатор. Відповідь обґрунтуйте.
52. Особливості модульної побудови сучасних ЦСК.
53. Побудова та функції аналогового та цифрового абонентських комплектів.

5 ДОДАТКОВІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ПОГЛИБЛЕННЯ ТА ЗАКРІПЛЕННЯ ТЕОРЕТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

5.1 Основні поняття про інтенсивність телефонного навантаження

Інтенсивність телефонного навантаження в телекомунікаційних мережах характеризує, скільки дзвінків або викликів система має обробити за певний проміжок часу. Цей показник зазвичай вимірюють у *ерлангах* (Erlangs), які є одиницею вимірювання навантаження, що відображає середню кількість одночасно активних дзвінків. Інтенсивність вхідного трафіку:

$$\gamma = \lambda t,$$

де γ – інтенсивність навантаження в ерлангах,
 λ – середня кількість викликів за одиницю часу,
 t – середня тривалість одного виклику.

Формула Ерланга (Erlang B), яка використовується для обчислення ймовірності блокування викликів (коли всі лінії зайняті, і новий виклик не може бути обслугований):

$$B(E, N) = \frac{\frac{E^N}{N!}}{\sum_{k=0}^N \frac{E^k}{k!}},$$

де E – інтенсивність навантаження в ерлангах,
 N – кількість ліній (каналів зв'язку).

Формула визначає оптимальну кількість каналів, необхідних для забезпечення заданого рівня якості обслуговування. При зростанні інтенсивності навантаження при сталому N ймовірність блокування B буде зростати, що може негативно вплинути на якість зв'язку.

Формула Ерланга для очікування використовується в ситуаціях, коли клієнт не блокується, а стає в чергу, якщо всі канали зайняті. Це характерно для кол-центрів, де дзвінки не відхиляються, а ставляться в очікування.

$$B(E, N) = \frac{\frac{E^N}{N!} \cdot \frac{N}{N-E}}{\sum_{k=0}^{N-1} \frac{E^k}{k!} + \frac{E^N}{N!} \cdot \frac{N}{N-E}}.$$

Формула є справедливою при умові $E < NE < NE < N$, тобто система має бути незавантаженою. Також, необхідно виконання умови $N > \gamma$ для коректності обрахунків. Цей підхід часто використовується в розрахунках, де дзвінки можуть ставитися в чергу до обслуговування.

Використання наведених формул дозволяє планувати оптимальну кількість каналів для забезпечення необхідного рівня обслуговування, оцінювати зміну якості обслуговування при збільшенні трафіку та врахувати специфіку систем, де дзвінки можуть бути поставлені в чергу замість відхилення.

Такий підхід дозволяє ефективно керувати мережами, оптимізувати витрати на обладнання та підтримувати високий рівень задоволеності користувачів.

Кожне джерело навантаження на абонентський канал передачі інформації відрізняється інтенсивністю питомого навантаження. В загальному на фіксованих телефонних мережах існує три категорії:

- абоненти корпоративного сектору;
- абоненти приватного сектору;
- універсальні абоненти.

5.2 Текст програм для дослідження навантаження

Текст програми для розрахунку та візуалізації навантаження в телефонній лінії та АТС, а також її детальний огляд.

```
#Імпорт бібліотек
```

```
import matplotlib.pyplot as plt
```

```
# Застосування функції calculate_load
```

```
def calculate_load(calls, duration, lines, ats_capacity):
```

```
    """
```

Розрахунок навантаження. Спершу задаються початкові параметри за допомогою наступних змінних

```
:param calls: кількість дзвінків
```

```
:param duration: середня тривалість дзвінка (хвилини)
```

```
:param lines: кількість телефонних ліній
```

```
:param ats_capacity: пропускна здатність АТС (дзвінки одночасно)
```

```
:return: навантаження на лінії та АТС
```

```
    """
```

Застосування функції для обчислення навантаження як на телефонній лінії та АТС.

```
line_load = (calls * duration) / lines
ats_load = (calls * duration) / ats_capacity
return line_load, ats_load
```

Значення змінних:

calls – загальна кількість дзвінків,

duration – середня тривалість одного дзвінка (в хвилинах).

lines – кількість телефонних ліній.

ats_capacity – можливість АТС обслуговувати дзвінки одночасно (якщо вказано більше, ніж фактична кількість, тоді це умовна пропускна здатність).

Виведення результатів обчислення

```
def visualize_load(line_load, ats_load):
    """
    :param line_load: навантаження на лінії
    :param ats_load: навантаження на АТС
    """
```

```
labels = ['PhoneLineLoad', 'ATS Load']
values = [line_load, ats_load]
```

Побудова графіків

```
plt.bar(labels, values, color=['blue', 'orange'])
plt.title('PhoneLine and ATS Load Visualization')
plt.ylabel('Load (units)')
plt.show()
```

Створення діалогу програми для введення даних користувачем

```
def main():
    """
    Кроки:
    1. Запит даних від користувача.
    2. Розрахунок навантаження викликом функції calculate_load.
    3. Виведення результатів.
    4. Візуалізація за допомогою функції visualize_load.
    """
```

```
print("Програма для розрахунку та візуалізації навантаження в телефонній системі")
```

```

try:
    calls = int(input("Введіть кількість дзвінків: "))
    duration = float(input("Введіть середню тривалість дзвінка (хвилини): "))
    lines = int(input("Введіть кількість телефонних ліній: "))
    ats_capacity = int(input("Введіть пропускну здатність АТС (одночасно):
"))
except ValueError:
    print("Помилка: введіть коректні числові значення!")
    return

phone_line_load, ats_load = calculate_load(calls, duration, lines,
ats_capacity)

#Виведення результатів

print("\n--- Результати розрахунку ---")
print(f"Навантаження телефонної лінії: {phone_line_load:.2f}")
print(f"Навантаження АТС: {ats_load:.2f}")

visualize_load(phone_line_load, ats_load)

#Створенняциклів повтору

if __name__ == '__main__':
    main()

```

Функція `visualize_load` створює графік за отриманими значеннями, дозволяючи користувачу легко порівняти навантаження на телефонних лініях із навантаженням на АТС. Приклад роботи програми та розрахунків на наведено на рис. 1

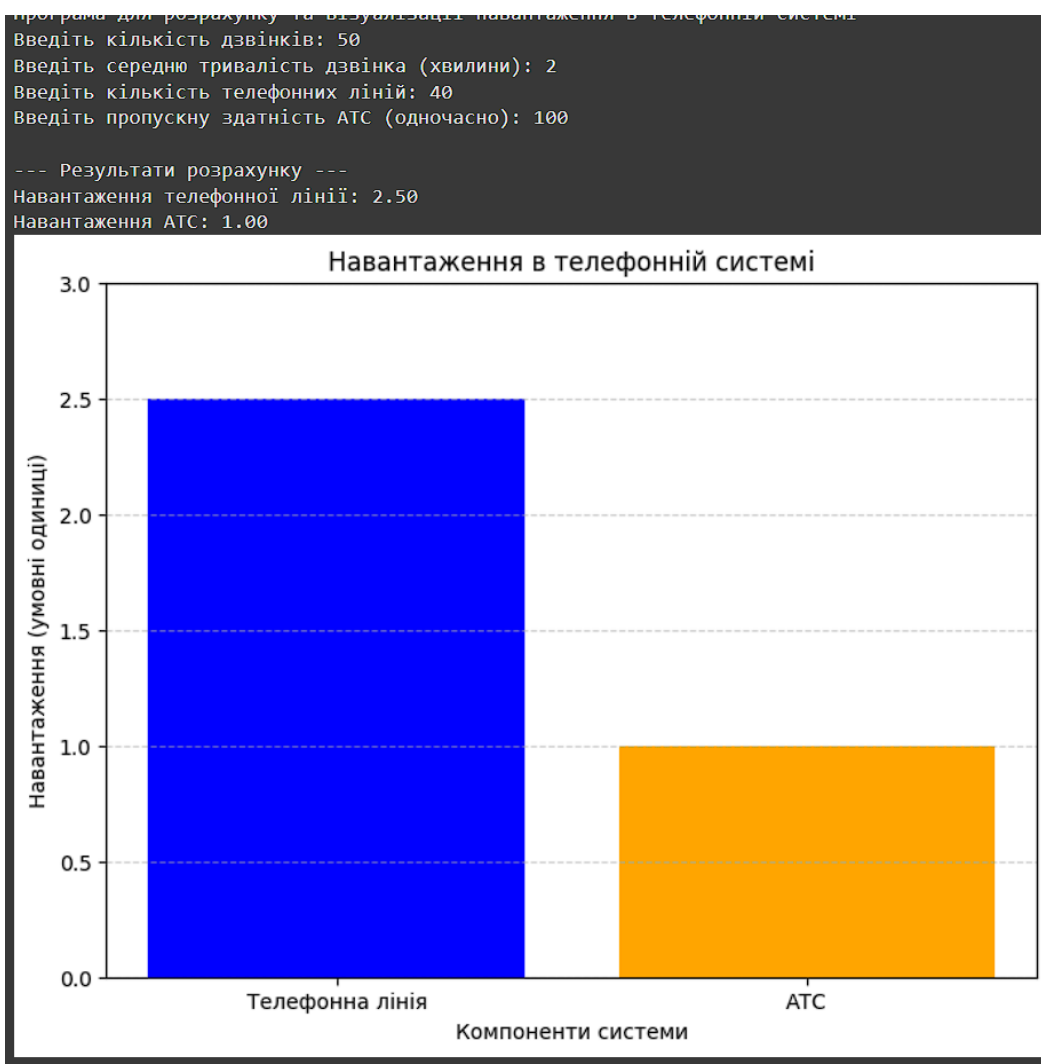


Рисунок 1 – Приклад роботи програми оцінювання навантаження на телефонну лінію та АТС

Текст програми для оцінювання блокування від кількості каналів

```
# Імпорт бібліотек

import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from math import factorial

# Застосування функції для розрахунку ймовірності блокування
викликів за формулою Erlang B

def erlang_b(A, N):
    numerator = (A**N) / factorial(N)
    denominator = sum((A**k) / factorial(k) for k in range(N + 1))
    return numerator / denominator
```


Побудова першого графіку залежності ймовірності блокування від трафіку

```
defplot_erlang_b_vs_traffic():
    N = 8 # Кількість каналів
    traffic = np.linspace(0, 10, 100) #Задання інтенсивності трафіку у межах
від 0 до 10 ерлангів
    probabilities = [erlang_b(A, N) for A intraffic]

    plt.figure(figsize=(8, 5))
    plt.plot(traffic, probabilities, label=f'{N} каналів', color='blue')
    plt.title('Ймовірність блокування (Erlang B) від трафіку A')
    plt.xlabel('Трафік (A, Ерланги)')
    plt.ylabel('Ймовірність блокування (%)')
    plt.grid()
    plt.legend()
    plt.show()
```

Побудова другого графіку для визначення впливу кількості каналів N на ймовірність блокування для фіксованого трафіку

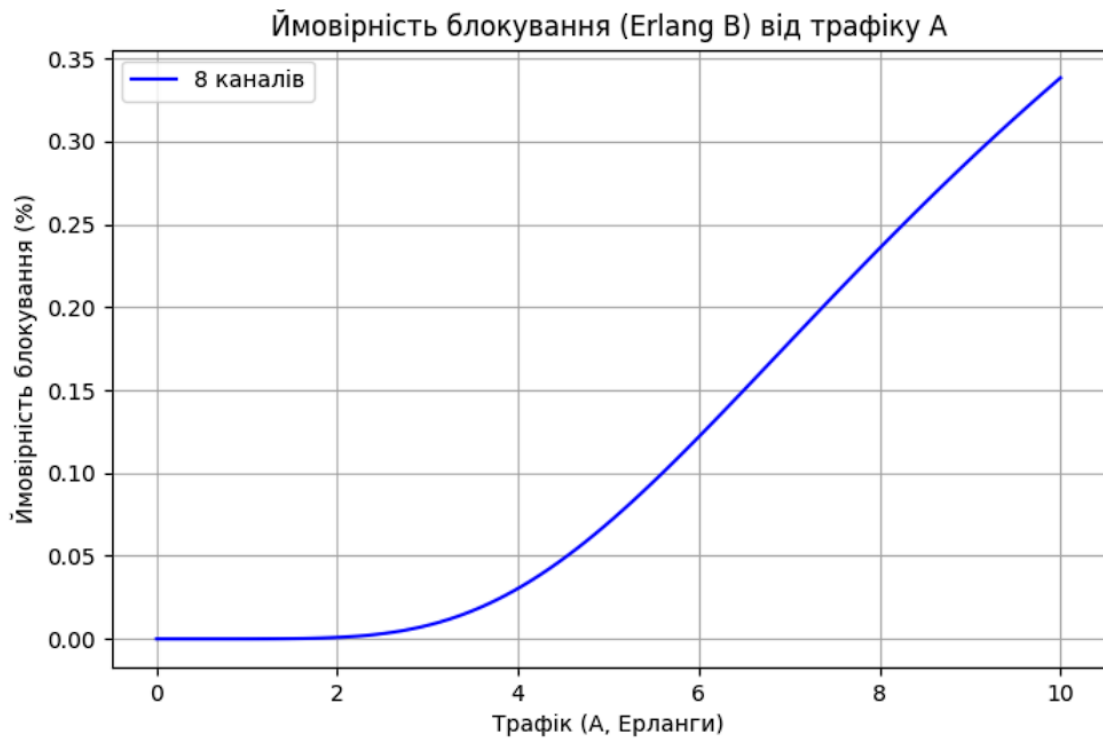
```
defplot_erlang_b_vs_channels():
    traffic_A = 5 # Фіксоване навантаження
    channels = np.arange(1, 15) # Кількість каналів від 1 до 15
    probabilities = [erlang_b(traffic_A, N) for N inchannels]

    plt.figure(figsize=(8, 5))
    plt.plot(channels, probabilities, label=f'Трафік A = {traffic_A} Ерлангів',
color='green')
    plt.title('Вплив кількості каналів N на ймовірність блокування')
    plt.xlabel('Кількість каналів (N)')
    plt.ylabel('Ймовірність блокування (%)')
    plt.grid()
    plt.legend()
    plt.show()
```

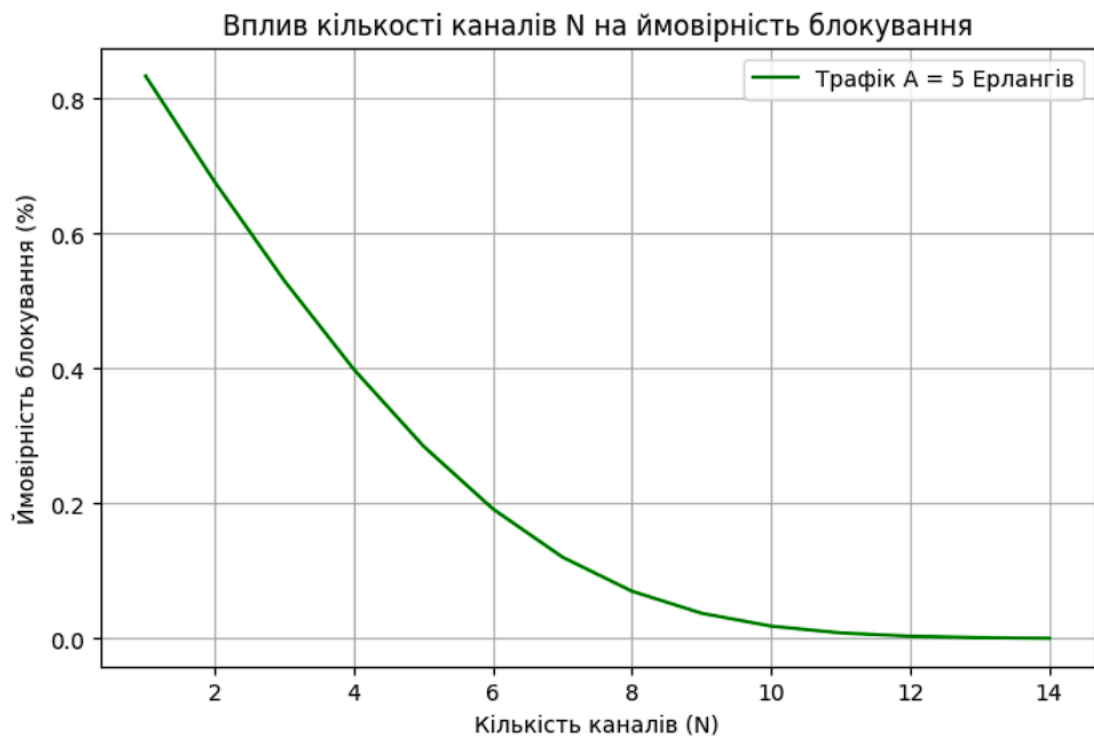
Застосування функцій для побудови графіків на основі розрахованих значень

```
plot_erlang_b_vs_traffic()
plot_erlang_b_vs_channels()
```

Приклад роботи наведеної програми показано на рис. 2.



а



б

Рисунок 2 – Розрахунок ймовірності блокування від трафіку (а) та визначення впливу кількості каналів N на ймовірність блокування для фіксованого трафіку (б)

Текст програми для розрахунку основних параметрів навантаження на основі моделі теорії масових обслуговувань. Враховуються формули Ерланга для розрахунку ймовірності відмови обслуговування та визначення ймовірності очікування дзвінка в черзі.

```
# Імпорт бібліотек

import math
import matplotlib.pyplot as plt

# Ініціалізація формул для розрахунків

def erlangB(A, c):
    """
    Розрахунок ймовірності блокування дзвінка за моделлю Ерланга B.


$$B(c, A) = (A^c / c!) / (\sum_{k=0, c} (A^k / k!))$$


    де A – інтенсивність навантаження,
    c – кількість каналів (або телефонних ліній).
    """
    numerator = (A ** c) / math.factorial(c)
    denominator = sum((A ** k) / math.factorial(k) for k in range(c + 1))
    return numerator / denominator

def erlangC(A, c):
    """
    Розрахунок ймовірності переведення виклику в режим очікування за
    моделлю Ерланга C.


$$C(c, A) = \{ (A^c / c!) * [c / (c - A)] \} / \{ \sum_{k=0, c-1} (A^k / k!) + (A^c / c!) * [c / (c - A)] \}$$


    Формула застосовується, якщо навантаження A менше, ніж кількість
    каналів c.
    Якщо A >= c, система є нестабільною, і повертається значення 1.0
    або розглядається як нескінченне очікування.
    """
    # Перевірка системи на стабільність та проведення розрахунків згідно
    формули

    if A >= c:
        return 1.0
```

```

numerator = (A ** c / math.factorial(c)) * (c / (c - A))
denominator = sum((A ** k / math.factorial(k)) for k in range(c)) + (A ** c /
math.factorial(c)) * (c / (c - A))
return numerator / denominator

```

Ініціалізація функції для побудови графіків за результатами розрахунку за формулами Ерланга

```

def visualize_metrics(A, blocking_prob, waiting_prob, avg_waiting_time,
utilization):
    """

```

Виведення основних параметрів системи:

- Ймовірність блокування (Erlang B)
- Ймовірність очікування (Erlang C)
- Середній час очікування в черзі
- Завантаженість системи на основі відношення навантаження до кількості каналів)

```

    """

```

Ініціалізація області для побудови графіків та осей координат

```

fig, ax = plt.subplots(1, 2, figsize=(12, 5))

```

Задання параметрів першого графіку

```

labels_prob = ["BlockingProb", "WaitingProb"]
values_prob = [blocking_prob, waiting_prob]
ax[0].bar(labels_prob, values_prob, color=['red', 'green'])
ax[0].set_title("Ймовірності (Erlang B та C)")
ax[0].set_ylim(0, 1)
ax[0].set_ylabel("Ймовірність")

```

Задання параметрів другого графіку

```

labels_metrics = ["AvgWaitingTime (min)", "Utilization (A/c)"]
values_metrics = [avg_waiting_time, utilization]
ax[1].bar(labels_metrics, values_metrics, color=['purple', 'blue'])
ax[1].set_title("Час очікування та завантаженість")
ax[1].set_ylabel("Значення")

```

Задання параметрів тексту

```
plt.suptitle(f"TrafficIntensity A: {A:.2f} Erlangs", fontsize=14)
plt.tight_layout(rect=[0, 0, 1, 0.93])
plt.show()
```

Створення діалогового вікна із користувачем для введення початкових даних.

```
def main():
    """
```

Пропонується ввести:

- Кількість дзвінків за певний період.
- Середню тривалість дзвінка (в хвиликах).
- Тривалість періоду (в хвиликах), за який було здійснено дзвінки.
- Кількість телефонних ліній або каналів у системі.

```
    """
```

```
    print("Розрахунок навантаження за моделями теорії масових  
обслуговувань\n")
```

Введення даних від користувача

```
calls = int(input("Введіть кількість дзвінків за період: "))
```

```
duration = float(input("Введіть середню тривалість дзвінка (хвилини): "))
period = float(input("Введіть тривалість періоду вимірювання  
(хвилини): "))
```

```
lines = int(input("Введіть кількість телефонних ліній (каналів): "))
```

Розрахунок інтенсивності навантаження

```
A = (calls * duration) / period
```

```
utilization = A / lines
```

Обчислення ймовірності блокування/відмови за моделлю Ерланга B

```
blocking_prob = erlangB(A, lines)
```

```

# Обчислення параметрів навантаження

if A < lines:

    waiting_prob = erlangC(A, lines)

    # Середній час очікування в черзі

    avg_waiting_time = (waiting_prob * duration) / (lines - A)
else:

    waiting_prob = float('inf')
    avg_waiting_time = float('inf')

# Виведення результатів у діалогове вікно

print("\n--- Результати ---")
print(f"Інтенсивність навантаження (A): {A:.2f} Erlangs")
print(f"Завантаженість системи (A/каналів): {utilization:.2f}")
print(f"Ймовірність блокування (Erlang B): {blocking_prob:.4f}")

if A < lines:

    print(f"Ймовірність очікування (Erlang C): {waiting_prob:.4f}")
    print(f"Середній час очікування в черзі: {avg_waiting_time:.4f} хвилин")
else:

    print("Система знаходиться в стані перевантаження (A >= кількість каналів).")

# Візуалізація результатів та побудова графіків

visualize_metrics(A, blocking_prob, waiting_prob, avg_waiting_time, utilization)

if __name__ == "__main__":
    main()

```

Для прикладу на рис. 3 наведено приклад роботи програми, для довільно заданих параметрів мережі.

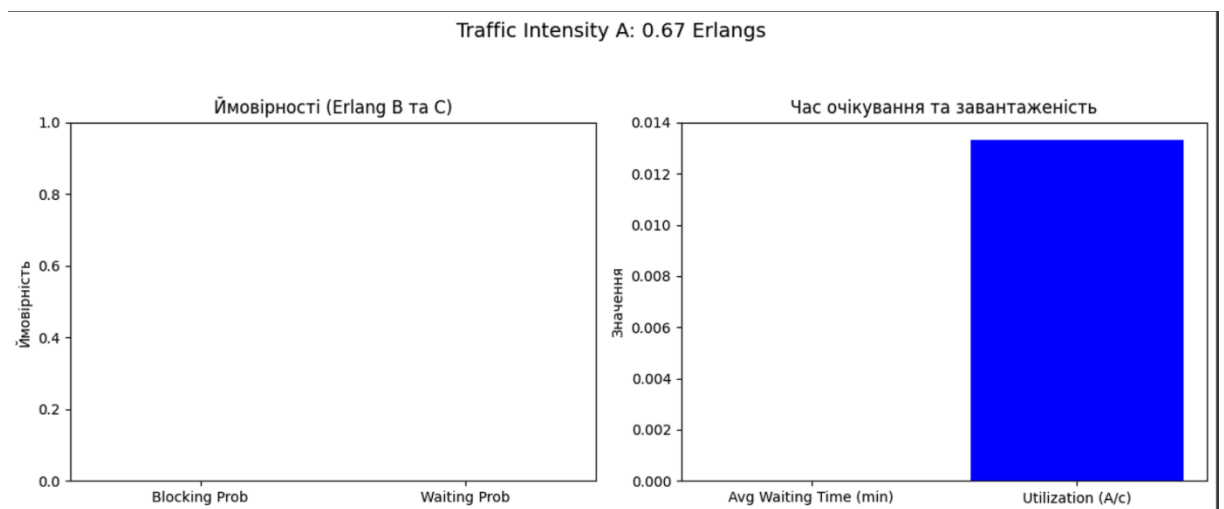
Розрахунок навантаження за моделями теорії масових обслуговувань

Введіть кількість дзвінків за період: 20
Введіть середню тривалість дзвінка (хвилини): 2
Введіть тривалість періоду вимірювання (хвилини): 60
Введіть кількість телефонних ліній (каналів): 50

--- Результати ---

Інтенсивність навантаження (A): 0.67 Erlangs
Завантаженість системи (A/каналів): 0.01
Ймовірність блокування (Erlang B): 0.0000
Ймовірність очікування (Erlang C): 0.0000
Середній час очікування в черзі: 0.0000 хвилин

а



б

Рисунок 3 – Приклад розрахунку на основі моделі теорії масового обслуговування: діалогове вікно введення параметрів та результатів(а); візуалізація та порівняння результатів розрахунків (б)

Текст програми для дослідження розподілу трафіку в телекомунікаційній мережі. Для аналізу використовується файл із наперед заданими значеннями про час запису, ідентифікатор вузла та обсяг трафіку. Якщо файлу немає, то дані симулюються для демонстрації аналізу.

Імпорт бібліотеки для роботи з табличними значеннями

`import pandas as pd`

Імпорт бібліотеки для побудови графіків

`import matplotlib.pyplot as plt`

Імпорт бібліотеки для генерації значень розподілу трафіку

```

import numpy as np

# Перевірка файлу з даними

import os

def load_or_simulate_data(filename="telecom_traffic.csv"):
    """
    Завантаження даних із файлу, якщо він існує, або симулює дані для
    аналізу.
    Дані мають формат:
    - timestamp: час запису
    - node: ідентифікатор вузла
    - traffic: обсяг трафіку (в кілобайтах)
    """
    if os.path.exists(filename):

        # Пропускаємо, що файл містить стовпці: timestamp, node, traffic

        df = pd.read_csv(filename, parse_dates=["timestamp"])
        print(f"Дані завантажено з файлу {filename}")
    else:

        # Симуляція даних: 10 вузлів за 24 години записів з кроком у 1 хвилину

        nodes = [f"Node_{i}" for i in range(1, 11)]
        timestamps = pd.date_range(start="2025-04-17", periods=24*60, freq="T")
        data = []

        for ts in timestamps:
            for node in nodes:
                # Генеруємо обсяг трафіку з експоненційним розподілом

                traffic = np.random.exponential(scale=1.0) * 100
                data.append({"timestamp": ts, "node": node, "traffic": traffic})
        df = pd.DataFrame(data)
        print("Симульовані дані згенеровано для аналізу.")

    return df

def analyze_traffic_distribution(df):
    """
    Аналіз параметрів трафіку:

```


- обчислюється сумарний та середній трафік для кожного вузла.
- створення гистограми для розподілу значень трафіку.
- створення стовпчикової діаграми для сумарного трафіку по вузлах.

Групування даних за вузлами

```
total_traffic = df.groupby("node")["traffic"].sum()
mean_traffic = df.groupby("node")["traffic"].mean()
```

```
print("\nСумарний трафік по вузлах:")
print(total_traffic)
print("\nСередній трафік по вузлах:")
print(mean_traffic)
```

Побудова гистограми обсягу трафіку для кожного запису

```
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.hist(df["traffic"], bins=50, color="skyblue", edgecolor="black")
plt.xlabel("Обсяг трафіку")
plt.ylabel("Кількість записів")
plt.title("Гістограма обсягу трафіку")
plt.grid(True)
plt.show()
```

Побудова стовпчикової діаграми сумарного трафіку по вузлах

```
plt.figure(figsize=(10, 6))
total_traffic.plot(kind="bar", color="coral")
plt.xlabel("Вузол")
plt.ylabel("Сумарний трафік")
plt.title("Розподіл сумарного трафіку по вузлах")
plt.grid(True)
plt.show()
```

```
def main():
```

Завантаження або симуляція даних

```
df = load_or_simulate_data()
```

Аналіз розподілу трафіку

```
analyze_traffic_distribution(df)
```

```
if __name__ == "__main__":
    main()
```

Програма виконує аналіз розподілу трафіку в мережі. Обчислюється сумарний і середній трафік для кожного вузла, будується гістограма для окремих записів трафіку та стовпчиковий графік для сумарного трафіку по вузлах. Приклад програмного розрахунку розподілу трафіку наведено на рис. 4., а візуалізації – на рис. 5

```
Симульовані дані згенеровано для аналізу.

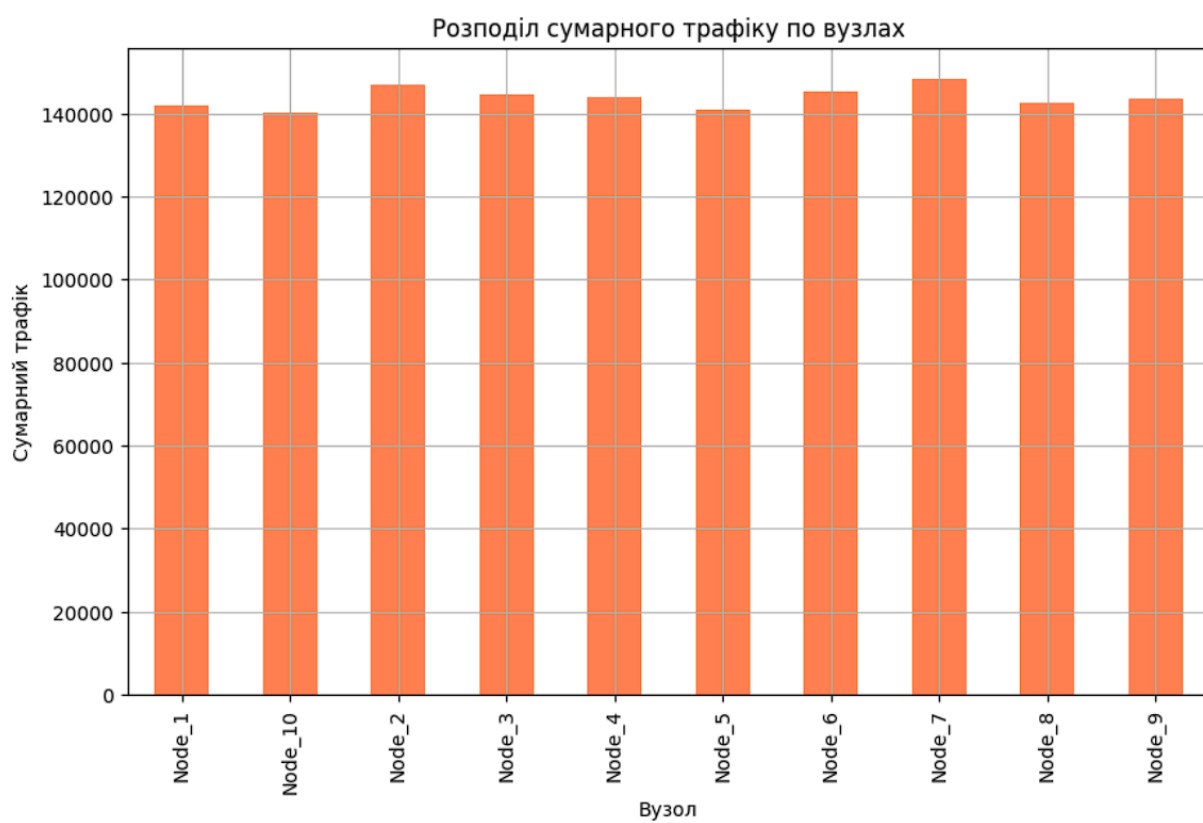
Сумарний трафік по вузлах:
node
Node_1      141868.457769
Node_10     140186.386337
Node_2      146934.354729
Node_3      144715.593687
Node_4      143821.302338
Node_5      141008.415462
Node_6      145076.563672
Node_7      148329.037356
Node_8      142408.549800
Node_9      143458.230586
Name: traffic, dtype: float64

Середній трафік по вузлах:
node
Node_1       98.519762
Node_10      97.351657
Node_2      102.037746
Node_3      100.496940
Node_4       99.875904
Node_5       97.922511
Node_6      100.747614
Node_7      103.006276
Node_8       98.894826
Node_9       99.623771
Name: traffic, dtype: float64
```

Рисунок 4 – Результати розрахунку розподілу трафіку в мережі



а



б

Рисунок 5 – Створення трафіку (а) та розподіл трафіку по вузлах (б)

6 ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ

Тестові завдання складені на підставі робочої навчальної програми дисципліни «Системи комутації та розподілу інформації», укладеної у Вінницькому національному технічному університеті відповідно до освітньої програми.

Тестові завдання охоплюють такі теми: мережі із комутацією; методи та види комутації; цифрові та аналогові телефонні термінали; контактні та безконтактні комутаційні пристрої; часову та просторову комутацію; цифрові комутаційні системи; методи маршрутизації; синхронізацію комутаційних систем; передачу керуючої інформації та систему сигналізації; особливості сучасних комутаційних систем. Вони охоплюють основний матеріал і дають змогу оцінити рівень отриманих знань студентів з дисципліни.

1. Сукупність пристроїв, що входять в систему передачі інформації від абонента до абонента, називається...

- 1) з'єднувальним трактом;
- 2) трактом передачі телефонної інформації;
- 3) абонентською лінією;
- 4) телефонною станцією.

2. Відношення звукового тиску, який розвиває мікрофон в камері штучного вуха, до величини діючого значення змінної напруги на його клеммах називають...

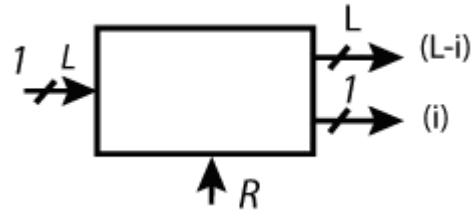
- 1) потужністю мікрофону;
- 2) амплітудною характеристикою телефону;
- 3) чутливістю мікрофону;
- 4) чутливістю телефону.

3. Місцевим ефектом називається...

- 1). Прослуховування абонентом через телефон свого пристрою місцевих шумів і власної мови при розмові;
- 2). Прослуховування абонентом через телефон свого пристрою розмови іншого абонента;
- 3). Прослуховування абонентом через телефон іншого абонента місцевих шумів і власної мови при розмові.

4. На малюнку наведено комутаційний пристрій:

- 1) реле
- 2) багатократний з'єднувач
- 3) шукач
- 4) з'єднувач



5. Міські телефонні мережі побудовані із використанням:

- 1) вузлів вихідних повідомлень, автоматичних комутаційних вузлів другого рівня, автоматичних комутаційних вузлів першого рівня,
- 2) вузлів вихідних повідомлень, вузлів вхідних повідомлень, автоматичних комутаційних вузлів першого рівня,
- 3) вузлів вхідних повідомлень, автоматичних комутаційних вузлів другого рівня, автоматичних комутаційних вузлів першого рівня,
- 4) вузлів вихідних повідомлень, вузлів вхідних повідомлень.

6. На сільських телефонних мережах кінцевою станцією є:

- 1) станція невеликої місткості, яка призначена для підмикання абонентів,
- 2) станція яка концентрує навантаження мережі,
- 3) станція яка концентрує навантаження від зовнішніх мереж.

7. Крос виконує наступні функції:

- 1) підмикає абонентські та з'єднувальні лінії до станційного обладнання, забезпечує електричний захист, створює додаткові лінії в навантажених напрямках, створює транзит,
- 2) підмикає сполучні лінії до станційного обладнання, забезпечує електричний захист, створює додаткові лінії в навантажених напрямках, створює транзит,
- 3) підмикає абонентські та з'єднувальні лінії до станційного обладнання, забезпечує електричний захист, створює сполучні лінії в навантажених напрямках.

8. Цифрові системи зв'язку в кожному вузлі комутації реалізують наступні функції:

- 1) виділення блоків, призначених для даного вузла; транзитна передача блоків інформації, призначених для інших вузлів; вставка інформації, що йде від даного вузла.
- 2) виділення блоків, призначених для інших вузлів; транзитна передача блоків інформації, призначених для інших вузлів; вставка інформації, що йде від попереднього вузла.

3) виділення блоків, призначених для даного вузла; транзитна передача блоків інформації, призначених для даного вузла; вставка інформації, що йде від іншого вузла.

4) виділення блоків, призначених для даного вузла; транзитна передача блоків інформації, призначених для інших вузлів; вставка інформації, що йде від сигнального вузла.

9. Інтелектуальними мережами називаються:

1) мережі, які створенні на пристроях комутаційних вузлів і забезпечують користувача доступом і виконанням деякого набору інтелектуальних послуг

2) мережі, які створенні на ресурсах телефонних мереж загального користування і забезпечують інтелектуальним захистом від завад при передачі мови.

3) мережі, які створенні на ресурсах телефонних мереж загального користування і забезпечують користувача доступом і виконанням деякого набору інтелектуальних послуг

10. Який тип нумерації використовується в сучасних телефонних мережах?

1) відкрита

2) закрита

3) мішана

4) із кодом шифрування

11. Комутація каналів це:

1) сукупність операцій фізичного з'єднання, заняття, резервування засобів передачі та комутації для пари взаємодіючих абонентів під час сеансу зв'язку

2) сукупність операцій віртуального з'єднання, заняття, резервування засобів передачі та комутації для пари взаємодіючих абонентів під час сеансу зв'язку

3) сукупність операцій фізичного з'єднання, заняття, резервування засобів передачі та комутації для передачі інформаційних пакетів даних під час сеансу зв'язку

12. Для передачі коротких повідомлень найбільш ефективним методом є:

1) метод комутації каналів

2) метод передачі повідомлень

3) метод віртуальних з'єднань

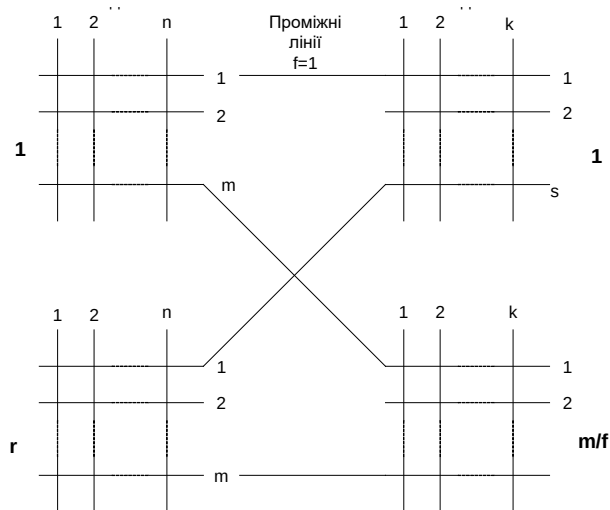
4) датаграмний метод

13. Комутаційні станції містять в собі такі основні блоки:

- 1) комутаційне поле, запам'ятовуючий пристрій, термінальні комплекти, лінійні комплекти, пристрій сигналізації
- 2) комутаційне поле, керуючий пристрій, термінальні комплекти, лінійні комплекти, пристрій технічного обслуговування
- 3) комутаційне поле, ОКС7, термінальні комплекти, лінійні комплекти, шнурові комплекти, пристрої комутації
- 4) пристрої дистанційного керування, пристрій керування, лінійні комплекти, магістральні комплекти, пристрій технічного обслуговування.

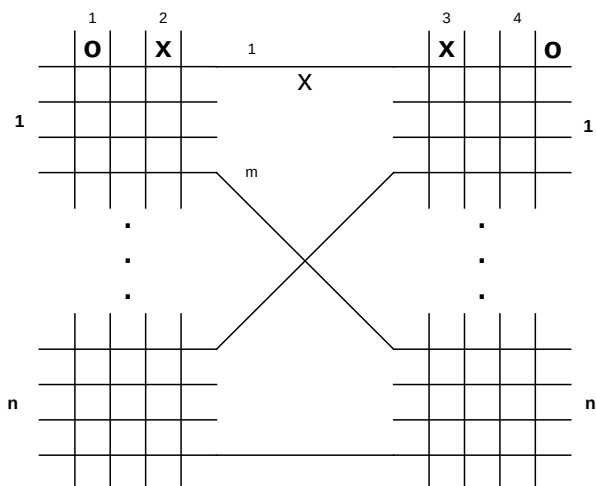
14. При з'єднанні N входів із M виходами для повнодоступного комутаційного поля число точок комутації становить:

- 1) $N + M$
- 2) N / M
- 3) NM
- 4) $r(N + M)$
- 5) $(N + M)m / f$



15. На малюнку показано приклад утворення ... в комутаційній схемі.

- 1) додаткової з'єднувальної лінії
- 2) розрив з'єднувальної лінії
- 3) змішування навантаження
- 4) блокування
- 5) доступність
- 6) види пошуку



16. Якщо після набору номера визначається станція, до якої надійде виклик. При цьому є необхідним знайти ті виходи, які ведуть до даної станції, і серед них вибрати будь-який. Цей процес має назву:

- 1) вільний пошук
- 2) груповий пошук
- 3) вимушений пошук
- 4) змішування

17. Сучасні комутаційні станції використовують ... систему керування.

- 1) загальну
- 2) пряму
- 3) непряму
- 4) індивідуальну

18. У фіксованих мережах система керування поділяється на модулі. Кожен модуль призначений:

- 1) для обслуговування відповідного абонента або для виконання службових функцій
- 2) для обслуговування групи зовнішніх джерел або для виконання обмежених функцій із встановленими наперед завданнями
- 3) для обслуговування зовнішніх сигналів керування або для виконання обмежених функцій по формуванні аварійних сигналів

19. Перевагами комутаційного поля із самомаршрутизацією є:

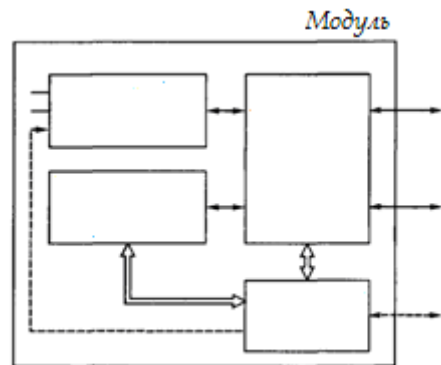
- 1) система не вимагає процесора, керуючого пошуком шляхів в комутаційному полі, децентралізоване керування збільшує надійність і дозволяє робити поступове нарощування комутаційного поля
- 2) система вимагає процесора, керуючого пошуком шляхів в комутаційному полі, децентралізоване керування збільшує надійність і дозволяє зменшити кількість комутаційних полів
- 3) система не вимагає процесора, при цьому комутація проводиться за допомогою керуючих сигналів від абонента, Децентралізоване керування дозволяє не використовувати динамічну маршрутизацію

20. Канали ОКС7 являють собою:

- 1) окрему мережу і комутуються за правилами комутації повідомлень
- 2) окрему мережу і комутуються за правилами комутації пакетів
- 3) загальну мережу і комутуються за правилами комутації каналів
- 4) загальну мережу і комутуються за правилами дата грам.

21. Структурна схема модуля показана на малюнку. Він містить наступні блоки:

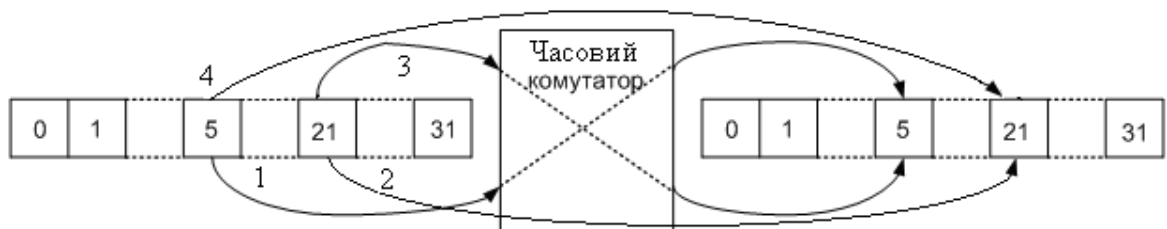
- 1) комутаційне поле, пристрій керування, кінцеві комплекти, узгоджуючі комплекти
- 2) мікропроцесор, пристрій керування, лінійні комплекти, пристрій передачі сигналів керування
- 3) комутаційне поле, пристрій формування сигналів виклику, кінцеві комплекти, пристрій маршрутизації
- 4) комутаційне поле, пристрій керування, кінцеві комплекти, пристрій передачі сигналів керування



22. Динамічний метод маршрутизації передбачає використання ...

- 1) фіксованої матриці маршрутів
- 2) матриць повторної маршрутизації
- 3) змінної матриці напрямків
- 4) матриць резервних шляхів

23. На малюнку показано принцип часової комутації. Яка схема переміщення інформації між часовими каналами є правильною.



- 1) 5→5, 21→21
- 2) 5→21, 21→5
- 3) 21→5, 5→5
- 4) 5→21, 21→21

24. Максимальне число каналів N , які може обслуговувати схема часової комутації становить:

- 1) $N = T + 2t_c$
- 2) $N = T / 2t_c$
- 3) $N = 2t_c / T$
- 4) $N = 2t_c T$

25. В комутаційних схемах час-простір-час (Ч-П-Ч), часові інтервали ланки П мають назву:

- 1) зовнішні часові інтервали
- 2) внутрішні часові інтервали
- 3) інтервали синхронізації
- 4) керуючі просторові інтервали

26. Лінійний блок цифрової системи комутації виконує наступні функції:

- 1) виконує підмикання до станції абонентських ліній, об'єднує або розділяє між собою декілька каналів
- 2) узгоджує цифрові та аналогові абонентські лінії із комутаційним полем станції
- 3) виконує функції керування всіма процесами обслуговування викликів, створює сигнали керування
- 4) створює інтерфейс між аналоговими і цифровими пристроями станції та комутаційним полем

27. Охарактеризуйте перший етап встановлення з'єднання для цифрових систем комутації (абонент, який викликає знімає трубку).

- 1) СК дає команду на підмикання модуля акустичних сигналів; система керування (СК) сканує модулі абонентських ліній; модуль акустичних сигналів генерує сигнал із частотою 425 Гц
- 2) система керування (СК) сканує модулі абонентських ліній; СК дає команду на підмикання модуля акустичних сигналів; модуль акустичних сигналів генерує сигнал із частотою 425 Гц
- 3) система керування (СК) сканує модулі абонентських ліній; модуль акустичних сигналів генерує сигнал із частотою 425 Гц; СК дає команду на підмикання модуля акустичних сигналів

28. Модуль цифрових з'єднувальних ліній цифрової системи комутації виконує такі функції:

- 1) перетворення аналогового сигналу в двійковий; перехід від одного виду сигналізації в інший; збільшення швидкості передачі; синхронізацію сигналів
- 2) перетворення лінійного квазітрійкового коду в двійковий; перехід від одного виду сигналізації в інший; перетворення швидкостей передачі; синхронізацію сигналів
- 3) перетворення лінійного квазітрійкового коду в аналоговий сигнал; генерування сигналів сигналізації; перетворення швидкостей передачі; синхронізацію сигналів
- 4) перетворення повідомлень абонентів в квазітрійковий код; перехід від одного виду сигналізації в інший; перетворення швидкостей передачі; створення каналів із частотним розділенням

29. Кількість з'єднувальних ліній визначається за формулою
Оделла:

1) $V_{3л} = D\alpha(Y_{3л} - Y_D)$

2) $V_{3л} = D + \alpha(Y_{3л} + Y_D)$

3) $V_{3л} = D + \alpha(Y_{3л} - Y_D)$

4) $V_{3л} = D\alpha + (Y_{3л} - Y_D)$

30. Середній час обслуговування для певного часового проміжку визначають як:

- 1) границя відношення зайнятості лінії до цього проміжку часу
- 2) математичне очікування зайнятості лінії в цьому проміжку часу
- 3) відношення інтенсивності потоку телефонних викликів до часового проміжку
- 4) середнє значення цього часового проміжку

31. Потік телефонних викликів від обмеженого числа джерел характеризується формулою:

1) $\lambda = \alpha / (N - i)$

2) $\lambda = \alpha Ni$

3) $\lambda = \alpha(N + i)$

4) $\lambda = \alpha(N - i)$

32. Для стаціонарних потоків інтенсивність навантаження визначається за формулою:

1) $Y = h \sum_{i=1}^{\infty} (i + P)_i$

2) $Y = h \sum_{i=1}^n i / P_i$

3) $Y = h \sum_{i=1}^{\infty} iP_i$

4) $Y = h \sum_{i=1}^n (P - i_i)$

33. Імовірність очікування понад відведений час очікування виклику називається ..., та визначається як відношення математичного очікування числа затриманих викликів до їх загального числа.

- 1) Імовірністю втрат по навантаженню
- 2) Імовірністю втрат по часу
- 3) Імовірністю втрат по викликах
- 4) Імовірність умовних втрат

34. Сукупність пристроїв, що входять в систему електричної передачі мови від абонента до телефонної станції, називається...

- 1) з'єднувальним трактом
- 2) трактом передачі телефонної інформації
- 3) абонентською лінією
- 4) телефонною станцією

35. Відношення звукового тиску, який розвиває мікрофон в камері штучного вуха, до величини діючого значення змінної напруги на його клеммах називають...

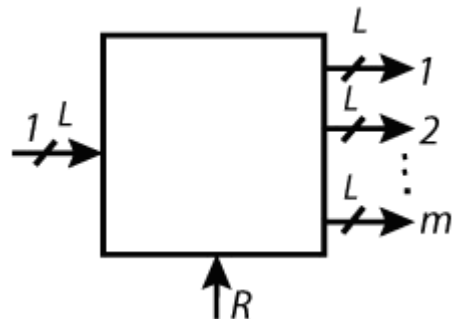
- 1) потужністю мікрофону
- 2) амплітудною характеристикою телефону
- 3) чутливістю мікрофону
- 4) чутливістю телефону

36. Робоче затухання телефонного апарата при передачі (W_m - потужність на телефоні при прийманні, W_m - потужність мікрофона, W_l^1 - потужність від лінії до балансного навантаження, W_l - потужність від мікрофона в лінію, W_m^1 - потужність на телефоні при передачі):

- 1) $a = 10 \lg \frac{|W_m|}{|W_l|};$
- 2) $a = 10 \lg \frac{|W_l^1|}{|W_m|};$
- 3) $a = 10 \lg \frac{|W_m|}{|W_m^1|}.$

37. На малюнку наведено комутаційний пристрій:

- 1) реле
- 2) шукач
- 3) багатократний з'єднувач
- 4) з'єднувач



38. Вхідним комутаційним вузлом називається:

- 1) вузол, який концентрує зовнішнє навантаження сусідньої мережі
- 2) вузол, який концентрує вхідне навантаження відповідної мережі
- 3) вузол, який концентрує вхідне навантаження міжнародних мереж

39. На сільських телефонних мережах центральною станцією є:

- 1) станція, яка призначена для вмикання абонентів
- 2) станція, яка концентрує навантаження мережі
- 3) станція, яка концентрує навантаження від зовнішніх мереж

40. Кросова комутація це:

- 1) можливість збільшувати число ліній у напрямі від станції
- 2) можливість збільшувати число ліній у напрямі до станції
- 3) можливість збільшувати число ліній у напрямі до абонента
- 4) можливість збільшувати число ліній у напрямі від абонента

41. Для передачі довгих повідомлень найбільш ефективним методом є:

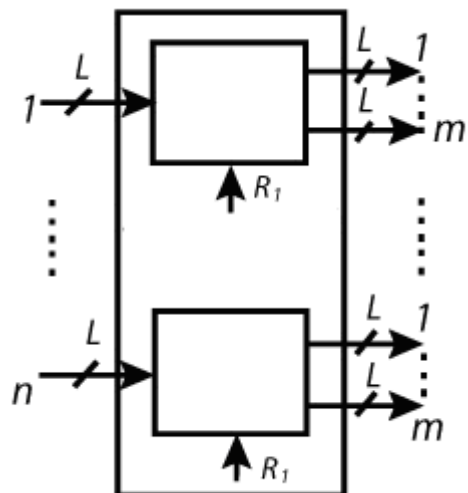
- 1) метод комутації каналів
- 2) метод передачі повідомлень
- 3) метод віртуальних з'єднань
- 4) датаграмний метод

42. Комутаційні станції містять в собі такі основні блоки:

- 1) комутаційне поле, запам'ятовуючий пристрій, термінальні комплекти, лінійні комплекти, пристрій сигналізації
- 2) комутаційне поле, керуючий пристрій, термінальні комплекти, лінійні комплекти, пристрій технічного обслуговування
- 3) комутаційне поле, ОКС7, термінальні комплекти, лінійні комплекти, шнурові комплекти, пристрої комутації
- 4) пристрої дистанційного керування, пристрій керування, лінійні комплекти, магістральні комплекти, пристрій технічного обслуговування

43. На малюнку наведено комутаційний пристрій:

- 1) реле
- 2) шукач
- 3) багатократний з'єднувач
- 4) з'єднувач

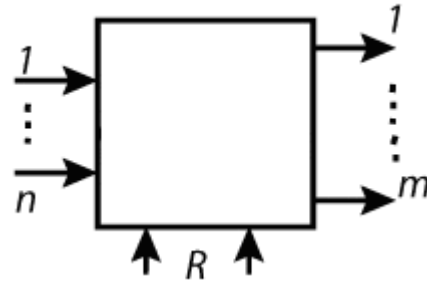


44. Вихідним комутаційним вузлом називається:

- 1) вузол, який концентрує вихідні повідомлення, які надходять від абонентів відповідної мережі
- 2) вузол, який концентрує вихідні повідомлення, які надходять від абонентів сусідньої мережі
- 3) вузол, який концентрує вихідні повідомлення, які надходять від абонентів міжнародної мережі

45. На малюнку наведено комутаційний пристрій:

- 1) реле
- 2) шукач
- 3) багатократний з'єднувач
- 4) з'єднувач



46. У міжміських телефонних мережах через вузол автоматичної комутації проходить:

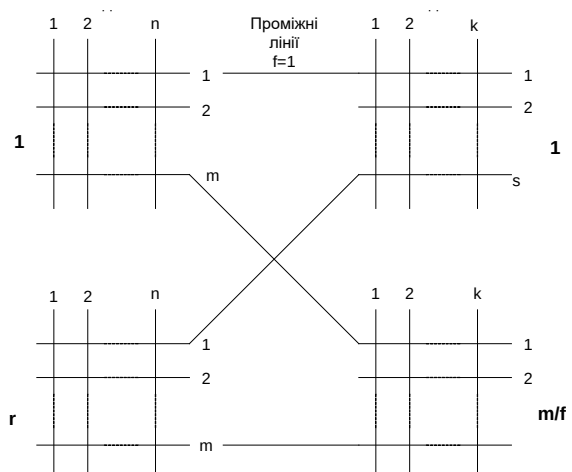
- 1) основне навантаження мережі
- 2) навантаження довідникових служб
- 3) навантаження інтелектуальних послуг
- 4) надлишкове навантаження мережі

47. У міжміських телефонних мережах основне навантаження між зонами проходить по лініях між:

- 1) вузлами автоматичної комутації 1
- 2) вузлами автоматичної комутації 2
- 3) зовнішніми АМТС
- 4) внутрішніми АМТС

48. На малюнку показано приклад утворення ... в комутаційній схемі.

- 1) додаткової з'єднувальної лінії
- 2) розрив з'єднувальної лінії
- 3) змішування навантаження
- 4) блокування
- 5) доступність
- 6) види пошуку



49. Відомо, що комутація пакетів це:

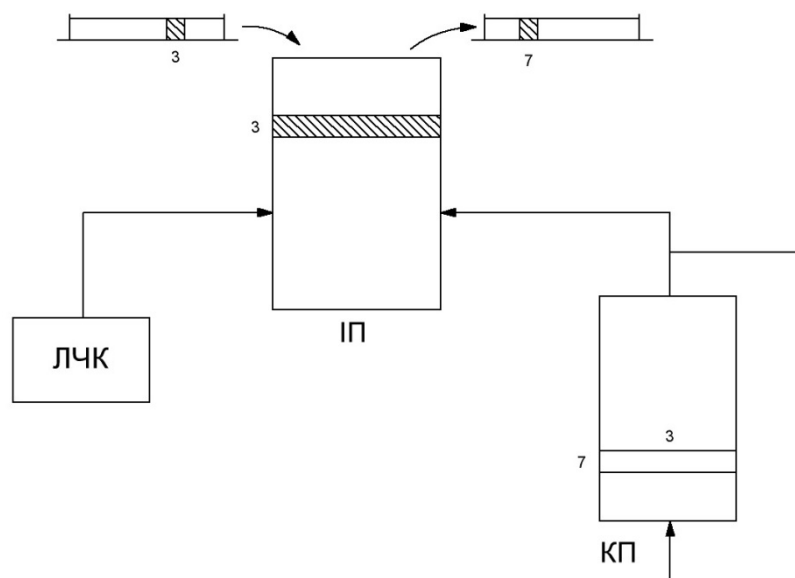
- 1) безпосереднє з'єднання
- 2) з'єднання з накопиченням інформації
- 3) пряме з'єднання
- 4) непряме з'єднання

50. Комутація пакетів це:

- 1) сукупність операцій фізичного з'єднання, заняття, резервування засобів передачі та комутації для пари взаємодіючих абонентів під час сеансу зв'язку
- 2) сукупність операцій віртуального з'єднання, заняття, резервування засобів передачі та комутації для пари взаємодіючих абонентів під час сеансу зв'язку
- 3) сукупність операцій фізичного з'єднання, заняття, резервування засобів передачі та комутації для передачі інформаційних пакетів даних під час сеансу зв'язку

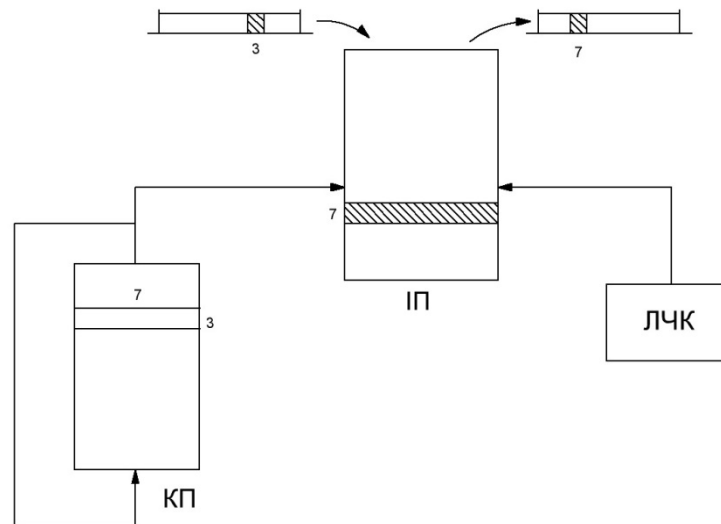
51. Що показано на малюнку:

- 1) ланка часової комутації послідовний запис, довільна вибірка
- 2) ланка просторової комутації послідовний запис, довільна вибірка
- 3) ланка часової комутації довільний запис, послідовна вибірка
- 4) ланка просторової комутації довільний запис, послідовна вибірка



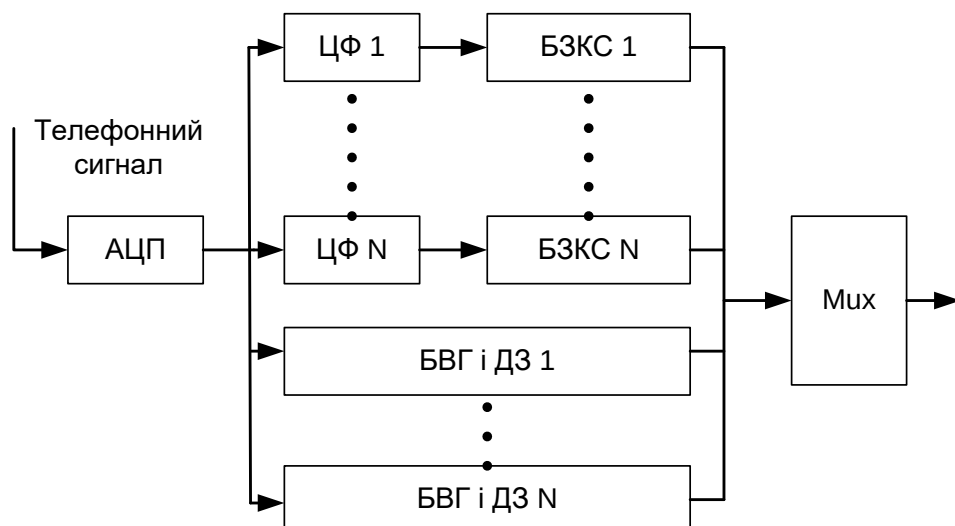
52. Що показано на малюнку:

- 1) ланка часової комутації послідовний запис, довільна вибірка
- 2) ланка просторової комутації послідовний запис, довільна вибірка
- 3) ланка часової комутації довільний запис, послідовна вибірка
- 4) ланка просторової комутації довільний запис, послідовна вибірка



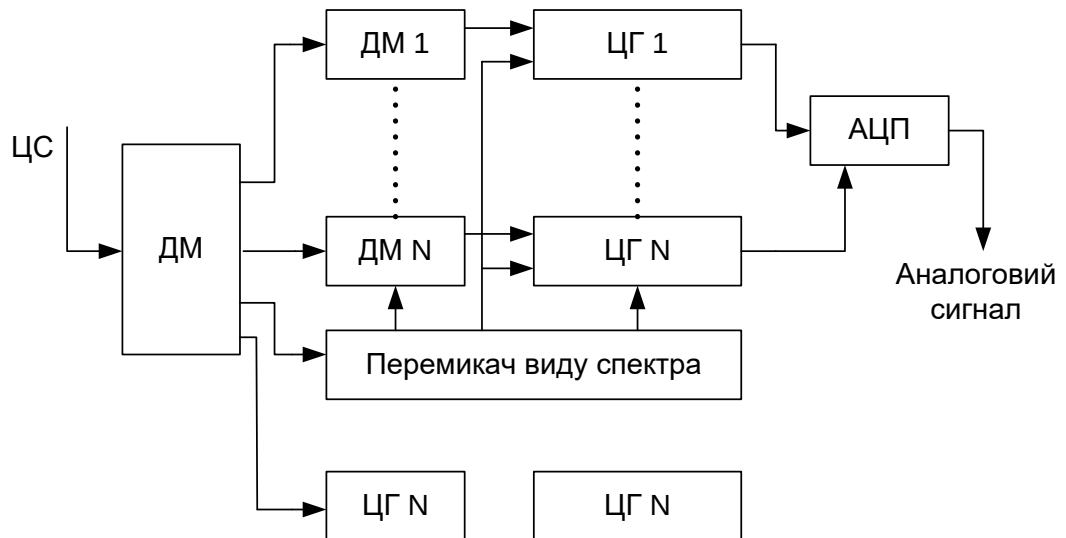
54. Що показує наведена структурна схема:

- 1) принцип дії кодера телефонного сигналу
- 2) принцип дії аналого-цифрового перетворення телефонного сигналу
- 3) принцип дії декодера телефонного сигналу
- 4) принцип дії цифро-аналогового перетворення телефонного сигналу



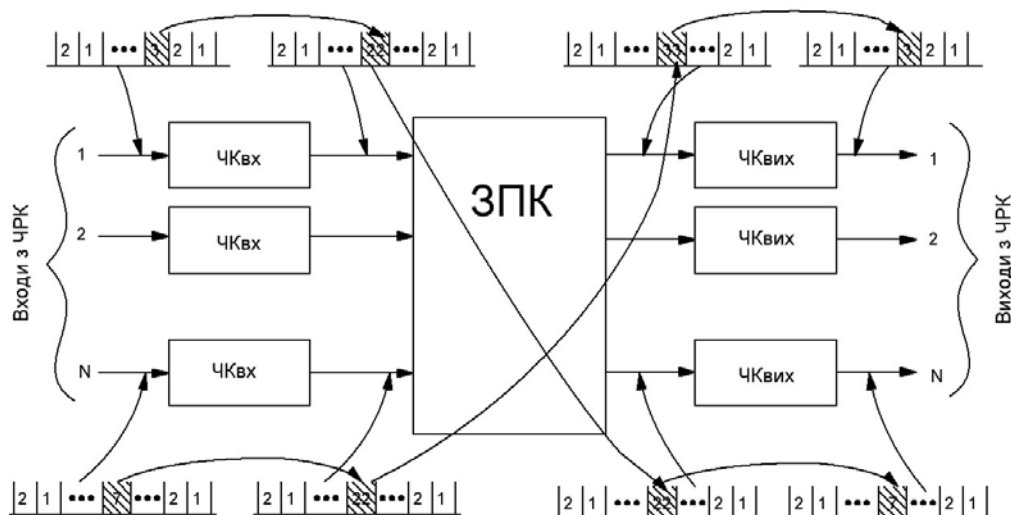
55. Що показує наведена структурна схема:

- 1) принцип дії кодера телефонного сигналу
- 2) принцип дії аналого-цифрового перетворення телефонного сигналу
- 3) принцип дії декодера телефонного сигналу
- 4) принцип дії цифро-аналогового перетворення телефонного сигналу



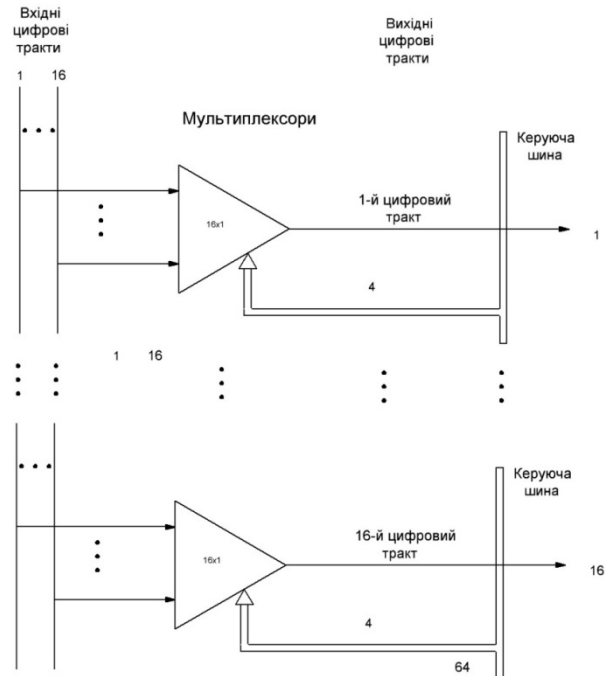
56. Зображений пристрій показує комбіновану схему комутації:

- 1) простір-час-простір
- 2) часове розділення-простір-час
- 3) час-простір-час
- 4) простір-час-час



57. Реалізація ...ланки комутації

- 1) часової
- 2) просторової
- 3) частотної
- 4) розподільчої



Бланк для проведення тестування

Шаблон для проведення тестування

ВІДПОВІДІ
на тестові завдання з нормативної дисципліни
«Системи комутації та розподілу інформації»
студента групи _____, _____ курсу

№ тест, завдання	Варіанти відповіді				№ тест, завдання	Варіанти відповіді			
	1	2	3	4		1	2	3	4
1					21				
2					22				
3					23				
4					24				
5					25				
6					26				
7					27				
8					28				
9					29				
10					30				
11					31				
12					32				
13					33				
14					34				
15					35				
16					36				
17					37				
18					38				
19					39				
20					40				

Дата _____ Підпис студента _____

Правильні
відповіді: _____ (кількість), _____ (оцінка), _____ (%)

Експерт _____ (підпис) _____

Бланк-ключ для перевірки

Експерт _____ (підпис)
(ПІБ)

ВІДПОВІДІ
на тестові завдання з нормативної дисципліни
"Системи комутації та розподілу інформації"

№ тест, завдання	Варіанти відповіді				№ тест, завдання	Варіанти відповіді			
	1	2	3	4		1	2	3	4
1		+			27		+		
2			+		28		+		
3	+				29			+	
4	+				30		+		
5					31				+
6			+		32			+	
7				+	33				+
8	+				34			+	
9	+				35			+	
10	+				36	+			
11			+		37			+	
12			+		38			+	
13	+				39			+	
14				+	40			+	
15		+	+		41			+	
16		+			42		+		
17			+		43			+	
18		+			44	+			
19	+				45				+
20				+	46				+
21	+				47		+		
22			+		48				+
23		+			49		+		
24		+			50		+		
25		+			51	+			
25				+	52			+	
					54	+			
					55		+		
					56			+	
					57		+		

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вербанов О. В., Дузь В. І., Колчар В. М., Стовбун Г. В. Термінальне обладнання та комутаційні прилади : навч. посіб. Одеса : ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2008. 128 с.
2. Воробієнко П. П., Нікітюк Л. А., Резніченко П. І. Телекомунікаційні та інформаційні мережі : підручник [для вищих навчальних закладів]. Київ : САММІТ-Книга, 2010. 708 с.
3. Голь В. Д., Ірха М. С. Телекомунікаційні та інформаційні мережі : навч. посіб. Київ : КПІ ім. І. Сікорського, 2021, 250 с.
4. Дузь В. І., Соловська І. М. Системи комутації і розподілу інформації. Модуль 2 : навч. посіб. Одеса : ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2013. 164 с.
5. Жураковський Б. Ю., Зенів І. О. Комп'ютерні мережі : навч. посіб. для студ. спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» та 126 «Інформаційні системи та технології» спеціалізації «Інженерія програмного забезпечення інформаційно управляючих систем» та «Інформаційне забезпечення робототехнічних систем» / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. Ч. 1. 336 с.
6. Конахович Г. Ф., Чуприн В. М., Мачалін І. О., Ткаліч О. П. Експлуатація телекомунікаційних систем : підручник. Київ, 2014. 800 с.
7. Кучернюк П. В. Основи теорії телекомунікацій і радіотехніки : навч. посіб. для студ. спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 290 с.
8. Михалевський Д. В., Кичак В. М. Системи комутації : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2017. 134 с.
9. Мороз Г. В., Колеснікова Є. І. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Системи комутації та розподілу інформації» для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» всіх форм навчання : у 2 ч. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2020. Ч. 2. 62 с.
10. Телекомунікаційні системи та мережі. Структура та основні функції. Т. 1. / В. В. Поповський та ін. 2-ге вид., допов. Харків : СМІТ, 2018. URL: <http://www.znanius.com/3534.html> (дата звернення: 12.05.2026).

Електронне навчальне видання

**Дмитро Валерійович Михалевський
Віталій Іванович Макогон**

**Методичні вказівки до виконання самостійної роботи з дисципліни
«Системи комутації та розподілу інформації» зі спеціальності
«Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та
радіотехніка» (освітня програма «Програмне забезпечення
телекомунікаційних систем»)**

Рукопис оформив: Д. Михалевський

Редактор: Н. Кравчук

Оригінал-макет виготовлено РВВ ВНТУ

Підписано до видання 6.08.2026.

Гарнітура TimesNewRoman.

Зам. № Р2026-109.

Видавець та виготовлювач

Вінницький національний технічний університет,

Редакційно-видавничий відділ.

ВНТУ, ГНК, к. 114.

Хмельницьке шосе, 95,

м. Вінниця, 21021.

press.vntu.edu.ua;

Email: rvv.vntu@gmail.com

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

серія ДК No 3516 від 01.07.2009 р.