

## ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗОВАНОЇ МЕРЕЖІ РАДІОЗВ'ЯЗКУ

Існуючі аналітичні моделі не дозволяють оцінити ефективність алгоритмів управління автоматизованою мережею радіозв'язку (АМР) – алгоритмів управління доступом до каналів, алгоритмів маршрутизації, алгоритмів управління навантаженням. Визначити характеристики АМР при застосуванні різних алгоритмів управління мережею в умовах зміни зв'язності мережі, повідомлень різних пріоритетів, що надходять в вузли, довільних законах часу надходження повідомлень та обсягу повідомлень можливо лише засобами імітаційного моделювання.

Імітаційне моделювання полягає в імітації на ЕОМ процесу, що досліджується за допомогою ймовірних та детермінованих процедур та обчисленні характеристик цього процесу. Послідовність цих процедур багаторазово повторюється з наступною статистичною обробкою отриманих даних з метою визначення характеристик розглядуваного процесу в вигляді статистичних оцінок його параметрів.

Метою розробки імітаційної моделі АМР є експериментальне дослідження ефективності алгоритмів управління мережею та вибір їхніх оптимальних параметрів з точки зору прийнятих критеріїв ефективності. В зв'язку з цим імітаційна модель повинна володіти можливістю виконання наступних вимог:

- аналізу варіантів побудови алгоритмів управління мережею;
- достатньо повно відображати умови функціонування АМР;
- вихідні характеристики, що отримуються в результаті експериментів з імітаційною моделлю, вони повинні забезпечити можливість оцінки ефективності алгоритмів управління по прийнятим критеріям.

В відповідності з постановою задачі дослідження в якості вхідних змінних (параметрів) імітаційної моделі використані:

- **характеристики вузлів радіомережі:** число вузлів мережі, топологія, що визначається матрицею зв'язності (отримана з координат розташування вузлів на місцевості, радіусу передачі та моделі радіоканалу), динаміка зміни топології мережі (визначена інтенсивністю переміщення вузлів і перешкодою обстановкою);

- **характеристики абонентів:** матриця, що визначає інтенсивності генерації повідомлень; функція розподілу пакетів, що генеруються; довжини повідомлень різноманітних типів та їхні пріоритети; динаміка зміни навантаження тощо;

- **характеристики вузлів:**

характеристики апаратури передачі даних: ємності черг; дисципліни обслуговування пакетів; довжина квитанції та її максимальний час очікування; час обробки пакетів в вузлі; максимальна кількість ретрансляцій; максимальна кількість повторних передач; допустимий час доставки повідомлення в мережі; швидкість передачі по каналу тощо;

характеристики радіозасобів: радіус передачі; час переключення на різні режими роботи;

- **характеристики радіоканалів:** число, тип, імовірність помилки, характер місцевості;

- **множини алгоритмів управління на мережі** (алгоритми доступу до каналу; алгоритми маршрутизації і управління навантаженням): частота, обсяг, засоби передачі службової інформації.

Вихідними характеристиками, що одержуються в результаті проведення імітаційного експерименту, є:

- **мережеві характеристики:** пропускна спроможність мережі, середній час затримки пакету (повідомлення) для кожного класу пріоритетності, функції розподілу часу затримки повідомлення для кожного класу пріоритетності, імовірності доставки і втрати пакетів;

- **характеристики елементів мережі:** число пакетів, оброблених кожним вузлом, середні довжини черг і середні значення часу очікування в чергах, характеристики завантаження каналів зв'язку і процесорів вузлів мережі і т.д.

- **характеристики самих алгоритмів управління:** обсяг службової інформації, що передається в мережі; швидкість збігання алгоритмів та інші.

Основою побудови імітаційної моделі є моделі функціонування вузла і каналів радіозв'язку, наведених в вигляді системи масового обслуговування (СМО) (рис. 1), а також самі алгоритми управління АМР.

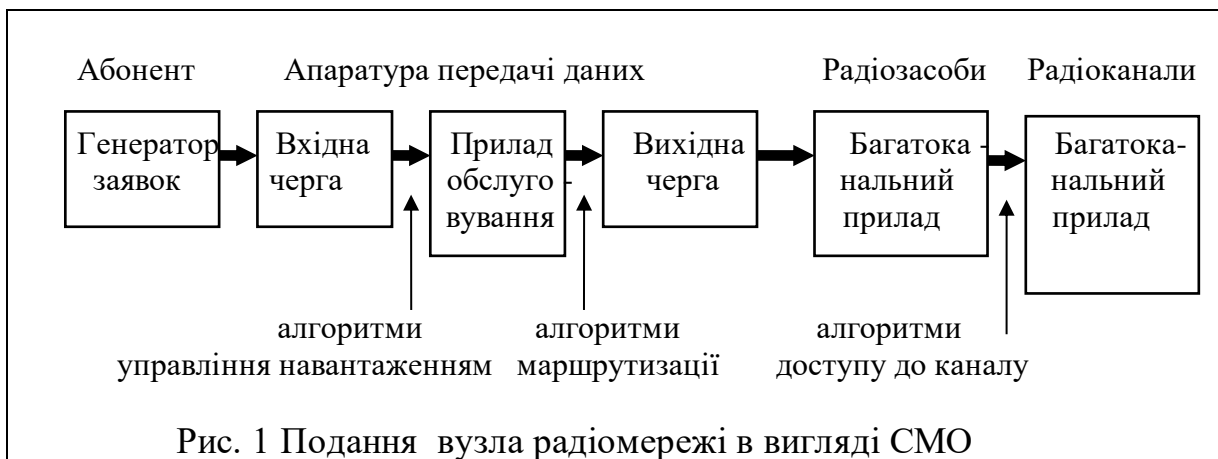


Рис. 1 Подання вузла радіомережі в вигляді СМО

Імітаційна модель побудована по принципу дискретних подій " $\Delta z$ " [1], що дозволяє у порівнянні з принципом " $\Delta t$ " різко зменшити час, що витрачається на моделювання, за рахунок чого можна збільшити тривалість прогону моделі і, отже – вірогідність результатів, що одержуються. В якості таких базових подій можна назвати наступні:

- генерація пакету інформаційного (службового) для передачі;
- заняття і звільнення пакетом процесора вузла;
- заняття і звільнення пакетом радіозасобу;
- заняття і звільнення пакетом радіоканалу;
- відмова і відновлення каналу радіозв'язку;
- виникнення пика вхідного трафіка певного типу і його відновлення.

Модель мережі радіозв'язку подає собою закінчений програмний продукт призначений для експлуатації в інтерактивному режимі на ПЕОМ під управлінням MS-DOS (WINDOWS' 95).

Імітаційна модель розроблена з використання системи імітаційного моделювання СИМПАС, яка за функціями повністю перекриває спеціалізовану мову програмування GPSS, володіючи при цьому більш високою швидкістю і гнучкістю. В залежності від доступної оперативної пам'яті вона дозволяє моделювати системи, що містять понад 3 тисячі подій і більш 6 тисяч динамічних об'єктів. Швидкість моделювання складає більше 10000 подій в секунду на персональній ЕОМ, що використовує 486 процесор.

Модель подає собою сукупність процедур на мові ПАСКАЛЬ, що забезпечує систему моделювання засобами спряження з програмами оптимізації, чисельних розрахунків, статистичної обробки експериментів.

Вихідний текст програми написаний на мові СИМПАС в інтегрованому середовищі програмування ТУРБО ПАСКАЛЬ (DELPHI) для операційної системи MS-DOS (WINDOWS'95). Завантажувальний модуль подає собою файл обсягом 110 (350) Кбайт. З урахуванням динамічних змінних обсяг пам'яті, що займається в ПЕОМ, буде визначатися розміром мережі.

Час моделювання залежить від точності та вірогідності результатів, що вимагається моделювання і числа вузлів мережі. Проведені експерименти показали високу ефективність розробленої моделі. Так, наприклад, для мережі що містить 20 вузлів час моделювання склав декілька десятків секунд при точності моделювання що дорівнює 0.01 і вірогідності 0.95.

В імітаційній моделі реалізований "дружній" інтерфейс з користувачем, що дозволяє контролювати роботу мережі, слідкувати за станом вузлів (їх маршрутних таблиць і черг) і радіоканалів в двох основних режимах: графічному і текстовому. Введення вихідних даних здійснюється з допомогою розвиненої системи меню. Вихідні результати можуть видаватися в вигляді табличних значень або гістограм.

В результаті моделювання АМР проаналізовані можливі варіанти побудови алгоритмів управління мережею, то є вирішена задача аналізу. З безлічі застосовуваних алгоритмів управління в АМР показані переваги запропонованих [2] з точки зору прийнятих критеріїв ефективності при стохастичних умовах, що змінюються функціонування мережі і отримані межі їхнього ефективного застосування.

В подальшому припускається подальший розвиток моделі з метою її використання в експертній системі управління АМР.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Иващенко А.В., Сыпченко А.Н. Основы моделирования сложных систем на ЭВМ. – Л: ЛВВИУС. 1988. – 285с.
2. Романюк В.А. Управление построением маршрутов для сети с динамической топологией // Управляющие системы и машины. – 1993. – №1. – с.81 – 86.