

### ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ КЕРУВАННЯ МЕРЕЖНИМ ТРАФІКОМ НА ОСНОВІ ЛОКАЛЬНОЇ МОДЕЛІ КЕРОВАНОГО ПРОЦЕСУ В NGN-МЕРЕЖАХ

**О. Г. Славко**

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського  
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: slavko.elena@gmail.com

Показана актуальність проблеми керування мережним трафіком у задачі забезпечення якості обслуговування (QoS) відповідно до концепцій побудови мереж наступного покоління (NGN). Зазначено, що для вирішення проблеми адаптивного керування потоками різномірних даних в умовах невизначеності мережного середовища для забезпечення необхідного рівня QoS може бути використана концепція локальної моделі керованого процесу (ЛМКП). Метою даної роботи є розробка інформаційної технології керування різномірним трафіком при забезпеченні QoS на основі ЛМКП у NGN-мережах. Виконано постановку задачі QoS на основі ЛМКП, зокрема для керування перевантаженнями в буфері маршрутизатора. Наведено приклад застосування методів керування та параметричної ідентифікації на основі ЛМКП до процесу передачі даних  $n$  взаємодіючих TCP-з'єднань. Розроблено інформаційну технологію (ІТ) керування різномірним трафіком при забезпеченні QoS на рівні стеку TCP/IP із використанням параметричної ідентифікації на основі ЛМКП в задачі керування мережним трафіком в NGN-мережах в умовах невизначеності та нестационарності. Застосування запропонованої ІТ дозволить підвищити ефективність керування передачею даних у комп'ютерних мережах.

**Ключові слова:** QoS, NGN, інформаційна технологія, локальна модель керованого процесу, трафік.

### ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ СЕТЕВЫМ ТРАФИКОМ НА ОСНОВЕ ЛОКАЛЬНОЙ МОДЕЛИ УПРАВЛЯЕМОГО ПРОЦЕССА В NGN-СЕТЯХ

**Е. Г. Славко**

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского  
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: slavko.elena@gmail.com

Показана актуальность проблемы управления сетевым трафиком в задаче обеспечения качества обслуживания (QoS) в соответствии с концепцией построения сетей следующего поколения (NGN). Указано, что для решения проблемы адаптивного управления потоками разнородных данных в условиях неопределенности сетевой среды для обеспечения необходимого уровня QoS может быть использована концепция локальной модели управляемого процесса (ЛМУП). Целью данной работы является разработка информационной технологии управления разнородным трафиком при обеспечении QoS на основе ЛМУП в NGN-сетях. Выполнена постановка задачи QoS на основе ЛМУП, в частности для управления перегрузками в буфере маршрутизатора. Приведен пример применения методов управления и параметрической идентификации на основе ЛМУП к процессу передачи данных  $n$  взаимодействующих TCP-соединений. Разработана информационная технология (ИТ) управления разнородным трафиком при обеспечении QoS на уровне стека TCP/IP с использованием параметрической идентификации на основе ЛМУП в задаче управления сетевым трафиком в NGN-сетях в условиях неопределенности и нестационарности. Применение предложенной ИТ позволит повысить эффективность управления передачей данных в компьютерных сетях.

**Ключевые слова:** QoS, NGN, информационная технология, локальная модель управляемого процесса, трафик.

**АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.** Практична проблема забезпечення якості обслуговування в сучасних інформаційно-комунікаційних мережах обумовлена розширенням видів послуг, що надаються користувачам, збільшенням об'ємів різномірного мережного трафіку, динамічністю змін конфігурацій мереж та ін.

*Якість обслуговування (Quality of Service, QoS)* – це здатність мережі забезпечити необхідний рівень послуг для певного типу мережевого трафіку різних базових технологій (наприклад, Frame Relay, ATM, Ethernet і 802.1-мереж, SONET, IP-мереж з маршрутизацією та ін.) [1].

Зокрема, засоби QoS забезпечують поліпшений і більш передбачуваний рівень обслуговування мережі, реалізуючи наступні задачі:

- підтримка виділеної смуги пропускання;
- зменшення втрат мережних пакетів при передачі даних;
- уникнення та управління перевантаженням у мережі;
- шейпінг мережевого трафіка;

– пріоритезація трафіку та ін.

Механізми керування мережними ресурсами та процесами передачі даних відіграють ключову роль серед засобів базової архітектури QoS.

На відміну від класичного підходу до керування мережним трафіком, при якому керування здійснюється на основі заздалегідь жорстко заданих правил обслуговування потоків даних, адаптивний підхід має на увазі здатність системи керування передачею даних пристосовуватися до варіативної динаміки мережі. Однак у реальних умовах задача керування ускладнюється гетерогенністю даних, що передаються в реальному часі при невизначеності мережного середовища.

Для вирішення проблеми адаптивного керування потоками різномірних даних в умовах невизначеності мережного середовища для забезпечення необхідного рівня QoS може бути використана концепція локальної моделі керованого процесу (ЛМКП), що дозволяє будувати еквівалент невідомих вхідних впливів в умовах параметричної та структурної невизначеності процесу передачі даних.

Розвиток сучасних методів забезпечення QoS здійснюється відповідно до концепцій побудови мереж наступного покоління (*Next Generation Network, NGN*), однією з особливостей яких є доступ до мережних послуг в будь-якому місці та в будь-який час. Тому створення та застосування нових методів керування процесами передачі гетерогенних мережних даних є актуальною задачею.

Метою роботи є розробка інформаційної технології керування різномірним трафіком при забезпеченні QoS на основі ЛМКП у NGN-мережах.

**МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.** Перед тим, як перейти до опису алгоритму синтезу ЛМКП, з'ясуємо, в яких задачах QoS для NGN-мереж може бути застосована дана концепція.

Згідно з визначенням ІТУ-Т У.2001 (12/2004) *NGN-мережа* – це мережа на основі пакетної передачі, що здатна забезпечити телекомунікаційні послуги для користувачів і має можливість використовувати декілька широкосмугових технологій передачі даних з підтримкою QoS, в яких функції, пов'язані з послугами, не залежать від технологій передачі даних [2].

NGN-мережа забезпечує вільний доступ користувачів до мереж і конкуруючих постачальників послуг та до їхніх сервісів, а також підтримує узагальнену мобільність, яка забезпечує надання послуг користувачам в будь-якому місці та в будь-який час.

Розглянемо детальніше функціональність архітектури NGN, проаналізувавши її відносно QoS.

*Основні функції архітектури NGN для забезпечення QoS.*

Як відомо, архітектура NGN містить три рівні – транспортний рівень, рівень послуг і рівень додатків [3, 4]. На кожному з рівнів використовується декілька функцій. Для надання послуг кінцевим користувачам використовуються функції підтримки додатків і функції підтримки послуг, а також відповідні керуючі функції.

Відповідно до рекомендації ІТУ-Т У.2011 функції транспортного рівня включають безпосередньо транспортні функції та функції управління передачею даних [3, 4].

Функції передачі даних (*transport functions*) забезпечують з'єднання функцій мережевого обладнання всередині NGN. Окрім передачі інформації з керування та технічного обслуговування, дані функції підтримують передачу медіа-даних, і в свою чергу можуть бути поділені на наступні класи [3, 4]:

1. Функції мережі доступу (*access network functions*).
2. Граничні функції (*edge functions*).
3. Основні магістральні функції ядра (*core transport functions*).

Перелічені класи функцій передачі даних в NGN безпосередньо пов'язані з реалізацією QoS, оскільки передбачають виконання наступних задач:

- підключення кінцевих користувачів до мережі;
- агрегація трафіку, що надходить з мережі доступу в транспортну магістраль;
- управління буферними чергами;
- пакетна фільтрація;

- класифікація та маркування трафіку;
- визначення політик обслуговування та профілювання трафіку та ін.

Оскільки ядром NGN-мереж є опорні IP-мережі, які підтримують повну або часткову інтеграцію послуг передачі голосу, даних і мультимедіа, то розробка та дослідження нових методів забезпечення QoS мають здійснюватись з точки зору TCP/IP-технологій передачі даних та надання послуг користувачам мережі.

Як видно, керування мережним трафіком на основі ЛМКП в задачі забезпечення QoS може бути виконано для функцій мережі доступу, оскільки саме тут зокрема реалізуються механізми *активного керування чергами (Active Queue Management, AQM)*, що безпосередньо пов'язані з керуванням пакетами даних в буферах мережних маршрутизаторів.

*Концепція локальної моделі керованого процесу.*

У багатьох випадках інформація про комп'ютерну мережу як об'єкт керування недостатня або невідома взагалі. У результаті задача керування інформаційно-комунікаційною мережею формується як процес адаптивного керування в умовах неповної інформації про динаміку об'єкта та зовнішні впливи, що належить до найбільш складних задач керування. Як наслідок постає задача параметричної ідентифікації моделей мережних ресурсів і процесів передачі даних.

Використання класичних підходів до керування процесами передачі мережних даних в умовах апріорної невизначеності в задачах реального часу має низку недоліків, пов'язаних з обчислювальними і часовими витратами. До того ж, складність задачі ідентифікації стає вищою в умовах невизначеності та нестационарності процесів передачі даних.

Метод, запропонований в [5, 6], на відміну від класичних, дозволяє поєднати етап формування математичної моделі об'єкта та етап синтезу керування за рахунок створення локальної моделі керованого процесу (ЛМКП). У методі синтезується сигнал керування як еквівалент невідомих вхідних впливів. Це зводить задачу ідентифікації до класичного виду при відомих вході та виході об'єкта.

У роботах [6, 7] розроблено метод параметричної ідентифікації на основі ЛМКП, який дозволяє ідентифікувати параметри математичних моделей процесів передачі даних в умовах параметричної невизначеності та нестационарності на основі використання еквіваленту невідомого вхідного сигналу.

*Постановка задачі QoS на основі ЛМКП.*

Для того, щоб виконати розробку та імплементацію методів керування потоками різномірних даних в задачах забезпечення якості обслуговування, необхідно спочатку сформулювати постановку задачі QoS на основі ЛМКП.

Як зазначалось, однією із задач QoS є уникнення перевантажень в буферах мережних маршрутизаторів. При цьому керування буфером здійснюється механізмом активного керування чергами (AQM). Вважаємо, що рівень максимального заповнення буфера маршрутизатора є заданим.

Керованою змінною будемо вважати фактичний рівень заповнення буфера  $L(t)$ , керувальним впли-

вом – ймовірність втрат пакетів  $p(t)$  за алгоритмом AQM.

Нехай керувальний вплив та трафік  $y(t)$  пов'язані з керованою змінною лінійними (чи такими, що можуть бути лінеаризованими) операторами  $A(t)$  та  $B(t)$  з апіорі невідомими (або відомими частково) структурами та параметрами. Вважатимемо, що інтервал керування  $T_{contr}$  складається з послідовних циклів керування  $T_i$ ,  $i = 0, \dots, n$ . Протягом  $T_i$  оператори  $A(t)$  та  $B(t)$  будемо вважати незмінними. Кожен цикл  $T_i$  складається з двох інтервалів: інтервалу створення локальної моделі  $T_{m_i}$  та інтервалу керування  $T_{c_i}$  на основі створеної моделі.

Загальна задача керування буфером маршрутизатора може бути розділена на дві часткові:

1. Задача створення локальної моделі на циклі керування  $T_i$ : на інтервалі  $T_{m_i}$  шляхом спостереження за  $L(t)$ , прогнозування  $L(t)$  та пробних впливів, синтезувати такий сигнал  $u(t)$ , який з похибкою  $E$  є еквівалентом  $p(t)$  на всьому  $T_{m_i}$  за винятком часу спостереження та першого пробного впливу.

2. Задача стабілізації рівня заповнення буфера на циклі керування  $T_i$ : шляхом екстраполяції та інвертування  $p(t)$ , отриманого на інтервалі  $T_{m_i}$  (за винятком часу спостереження та першого пробного впливу) підтримати  $L(t)$  на приблизно постійному рівні протягом  $T_{c_i}$ .

З точки зору керування процесами передачі мережних даних TCP-протоколу в задачі керування перевантаженнями на основі алгоритмів активного керування чергам може бути схема, наведена на рис. 1:

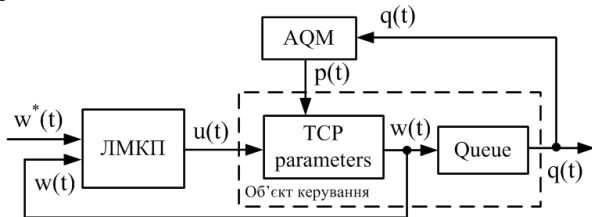


Рисунок 1 – Структурна схема системи керування процесом передачі даних на основі TCP-протоколу

На рис. 1 Queue – блок динаміки черги  $q(t)$  буфера маршрутизатора, AQM – блок алгоритму керування швидкістю передачі даних TCP-протоколу на основі функції втрати пакетів  $p(t)$ ,  $u(t)$  – сигнал керування, що формується за алгоритмом синтезу ЛМКП,  $w(t)$  – вікно передачі даних TCP-протоколу,  $w^*(t)$  – рівноважне значення вікна передачі даних TCP-протоколу (задавальний вплив).

Об'єктом керування є TCP-протокол, що визначає модель керування потоком мережних даних (метод ковзного вікна). Параметри моделі TCP-протоколу, що визначають реакцію об'єкта на вхідний сигнал, невідомі.

Вихідною змінною об'єкта керування є розмір вікна передачі даних  $w(t)$ , що визначає швидкість (інтенсивність) передачі мережних даних по каналу зв'язку із ефектом "вузького місця" (bottleneck). На об'єкт керування діє невідомий вхідний сигнал  $p(t)$  (функція ймовірності втрати пакетів), що залежить

від мережевого середовища та функціонування мережних ресурсів (зокрема завантаженості черги буфера мережевого маршрутизатора  $q(t)$ , що також є невідомою).

За сигналом виходу об'єкта необхідно в реальному часі:

1) сформулювати сигнал керування  $u(t)$ , який, компенсуючи дію невідомого вхідного сигналу  $p(t)$ , забезпечує асимптотичну стійкість поблизу деякого положення  $w^*(t) = const$  з метою стабільної передачі даних для уникнення перевантажень.

Формування  $u(t)$  здійснюється за алгоритмом стабілізації на основі ЛМКП. Сигнал  $u(t)$  на інтервалі синтезу ЛМКП є еквівалентом невідомого вхідного сигналу  $p(t)$ . Таким чином, при компенсації  $p(t)$  має забезпечуватись стабільна передача мережних даних з метою повного використання можливої пропускної здатності каналу.

2) виконати параметричну ідентифікацію математичної моделі об'єкта керування (процесу передачі даних TCP-протоколу) згідно рис. 2.

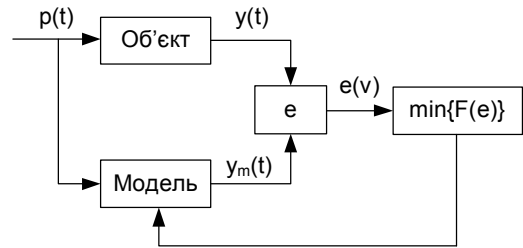


Рисунок 2 – Схема параметричної ідентифікації математичної моделі

На рис. 2  $p(t)$  – вхідний сигнал об'єкта та моделі,  $y(t)$  – вихідний сигнал об'єкта,  $y_m(t)$  – вихідний сигнал моделі,  $e$  – функція нев'язки,  $v$  – вектор невідомих параметрів моделі,  $F(e)$  – функція втрат.

У роботі [8] наведено приклад еквіваленту функції  $p(t)$  для нелінійного диференціального рівняння 1-го порядку, що описує швидкість передачі даних TCP-сеансу при використанні алгоритму RED (Random Early Detection) для керування довжиною буферної черги:

$$y'(t) + \alpha p(t) y^2(t) = \beta R^{-1} (1 - p(t)), \quad (1)$$

де  $y(t)$  – швидкість передачі даних (пакети/с),  $p(t)$  – функція ймовірності втрати пакетів,  $R$  – RTT-затримка (с),  $\alpha$  – параметр мультиплікативного зменшення розміру вікна передачі даних при втраті пакета,  $\beta$  – параметр адитивного збільшення розміру вікна при відсутності втрати пакетів.

Функція  $A(t) = \alpha p(t)$  є невідомою та визначається розробленим у роботах [6, 7] алгоритмом ідентифікації в кожному момент часу синтезу еквіваленту виразу  $\beta(1 - p(t))/R$ .

Окрім AQM алгоритм параметричної ідентифікації на основі синтезу ЛМКП може бути застосований і до інших задач дослідження процесів передачі мережних даних.

Розглянемо приклад застосування розробленого в [6, 7] методу до процесу передачі даних  $n$  взаємодіючих TCP-з'єднань, математична модель якого

описана системою нелінійних диференціальних рівнянь [9]:

$$x_j''(t) + \omega_j^2 \sin(x_j(t)) = f_j(x_1(t), \dots, x_i(t), x_{i+1}(t), \dots, x_n(t)) \quad (2)$$

де  $x(t)$  – кількість пакетів у секунду в  $i$ -му ТСП-з'єднанні (пакети/с),  $f_i(\cdot)$  – функція взаємного впливу ТСП-з'єднань один на одного,  $\omega$  – власна частота ТСП-з'єднання, яка залежить від розміру буфера, пропускної здатності та затримки каналу зв'язку з bottleneck-ефектом,  $n$  – кількість ТСП-з'єднань.

Функції  $f_i(\cdot)$  можна описати як [9]:

$$f_j(x_i(t)) = \alpha_j \prod_i (x_1(t), \dots, x_i(t), x_{i+1}(t), \dots, x_n(t)), \quad (3)$$

$i \neq j,$

де  $\alpha$  – параметр, що визначає ступінь впливу ТСП-з'єднань один на одного.

Власна частота ТСП-з'єднання визначається наступним чином [9]:

$$\omega^2 = CB / \tau, \quad (4)$$

де  $C$  – швидкість передачі даних (Мбайт/с),  $B$  – розмір буфера ТСП-з'єднання (пакети),  $\tau$  – затримка каналу (мс).

Для простоти розглянемо систему трьох рівнянь. Будемо виконувати побудову еквіваленту функції  $f_i$ . Отже система (2) матиме вигляд:

$$\begin{cases} x_1''(t) + \omega_1^2 \sin(x_1(t)) = f_1(x_2(t), x_3(t)) + u_1(t) \\ x_2''(t) + \omega_2^2 \sin(x_2(t)) = f_2(x_1(t), x_3(t)), \\ x_3''(t) + \omega_3^2 \sin(x_3(t)) = f_3(x_1(t), x_2(t)), \end{cases} \quad (5)$$

де  $x_i(t)$  – кількість пакетів у секунду в  $i$ -му ТСП-з'єднанні,  $f_i(\cdot)$  – функція, що визначає взаємний вплив ТСП-з'єднань один на одного й описується рівнянням (3),  $\omega_i$  – власна частота  $i$ -го ТСП-з'єднання,  $u_i(t)$  – еквівалент функції  $f_1(x_2(t), x_3(t))$ ,  $i$  – номер ТСП-з'єднання.

Невідомим параметром є  $\omega^2$  і  $\alpha$ , отже невідомими також є функції  $f_1(\cdot)$ ,  $f_2(\cdot)$ ,  $f_3(\cdot)$ . Нехай параметри  $\omega^2$  і  $\alpha$  є константами.

Наведемо приклад побудови локальної моделі керованого процесу для системи (5). Нехай власна частота  $\omega_j$  є однаковою для всіх ТСП-з'єднань і параметр  $\alpha_j$  також є однаковим для всіх ТСП-з'єднань. Нехай  $C = 20$  (Мбайт/с),  $B = 128$  (пакетів),  $\tau = 40$  (мс), що є стандартними значеннями у ТСП-мережах. Нехай  $\alpha_j = 10^3$ . Тоді  $\omega_j^2 = 64$  ((Мбайт · пакети)/(с · 10<sup>-2</sup>)).

На рис. 2 наведено результат синтезу еквіваленту функції  $f_1(x_2(t), x_3(t))$  при ідентифікованих  $\omega^2$  і  $\alpha$  розробленим методом. На рис. 2 прийнято наступні позначення: 1 – функція  $f_1(\cdot)$ , 2 – еквівалент  $u_1(t)$ , 3 –  $x_1(t)$ .

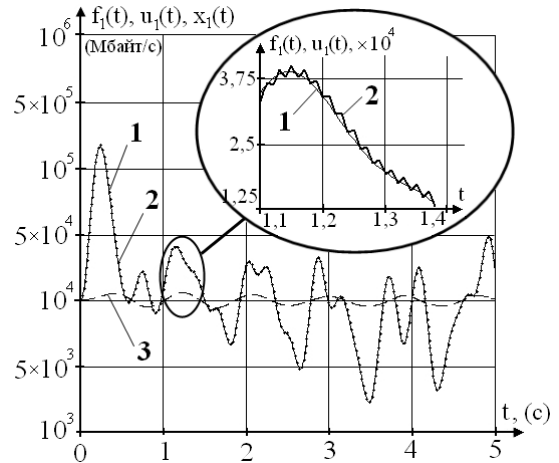


Рисунок 2 – Синтезована ЛМКП для системи (5)

Таким чином, алгоритм параметричної ідентифікації математичної моделі процесу передачі даних в мережі у поєднанні з алгоритмом стабілізації керованого процесу на основі синтезу ЛМКП може бути ефективно застосованим при керуванні мережним трафіком.

*Структура інформаційної технології забезпечення QoS на основі ЛМКП.*

На основі запропонованих у роботах [6, 7] моделей і методів (а саме метод синтезу ЛМКП і метод параметричної ідентифікації математичних моделей процесів передачі мережних даних) і на основі інформаційної технології (ІТ) керування перевантаженнями в комп'ютерних мережах, запропонованої в [10], розроблено інформаційну технологію забезпечення QoS на рівні стеку ТСП/IP із використанням параметричної ідентифікації на основі ЛМКП в задачі керування мережним трафіком в NGN-мережах в умовах невизначеності та нестационарності.

Схема розробленої ІТ наведена на рис. 3.

У процесі передачі даних у задачі уникнення заторів ТСП-протокол по чергово змінює стани свого функціонування [10]: неактивний стан (Inactive), повільний старт (Slow Start), швидке відновлення / швидка повторна передача (Fast Recovery / Fast Retransmit), експоненціальний відкат (Exponential Backoff), уникнення заторів (Congestion Avoidance).

Алгоритм взаємодії двох послідовних станів ТСП-протоколу в режимі уникнення перевантажень наведено на рис. 4.

При переході до стану уникнення перевантаження, ТСП-протоколом використовується модель AIMD, параметри якої ( $\alpha, \beta$ ) невідомі для засобів AQM, реалізованих у мережних маршрутизаторах.

Розроблений у [6, 7] метод дозволяє ідентифікувати параметри математичної моделі ТСП-протоколу, використовуючи лише значення вікна передачі даних. Це спрощує запобігання перевантажень мережних буферів, зменшує ймовірності втрат пакетів, збільшує ефективність розподілу каналу зв'язку та дозволяє забезпечувати гарантований рівень QoS користувачів.

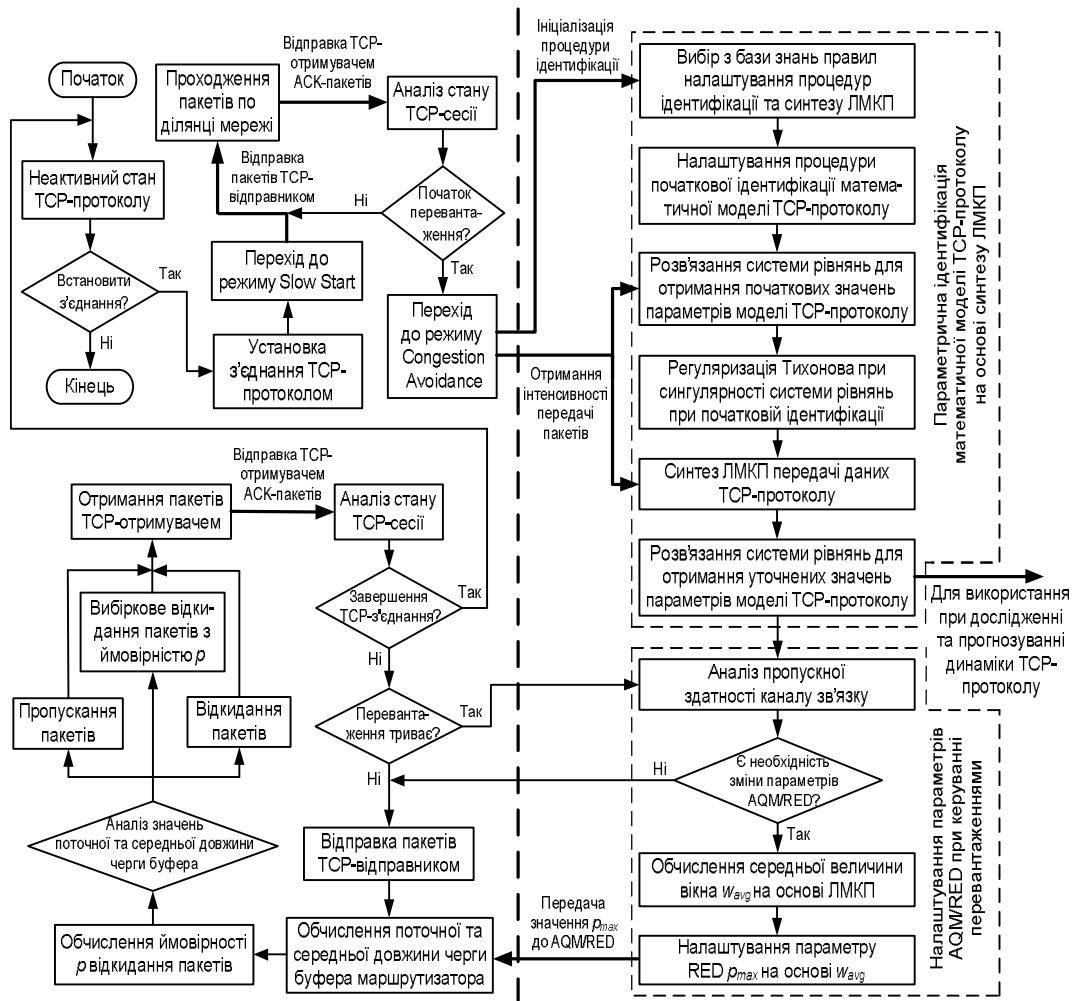


Рисунок 3 – Структурна схема ІТ забезпечення QoS із використанням параметричної ідентифікації на основі ЛМКП у задачі уникнення перевантажень

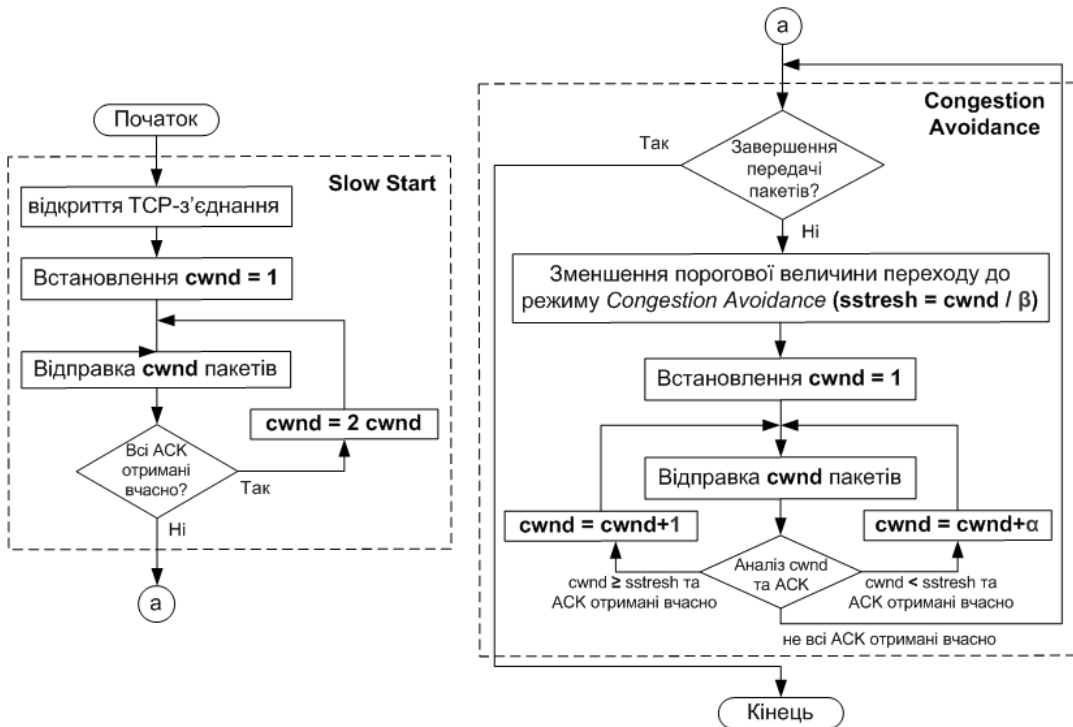


Рисунок 4 – Взаємодія станів Slow Start і Congestion Avoidance

Як показано в [11], проблема коректного налаштування параметрів AQM для стабілізації процесів передачі TCP-даних у випадку замкненого контуру залишається актуальною через відсутність (параметричну невизначеність) моделі динаміки TCP-протоколу, що ускладнює ефективне використання наявних мережних ресурсів.

Запропонована в роботі інформаційна технологія дозволяє надати для алгоритмів AQM необхідну інформацію про невідомі параметри математичної моделі TCP-протоколу для налаштування їх параметрів завдяки параметричній ідентифікації на основі ЛМКП, яким є процес передачі мережних даних, в умовах його невизначеності та нестационарності.

**ВИСНОВКИ.** Розроблено інформаційну технологію забезпечення QoS на рівні стеку протоколів TCP/IP із використанням параметричної ідентифікації на основі локальної моделі керованого процесу передачі даних в умовах параметричної невизначеності та нестационарності, що дозволяє підвищити ефективність керування передачею даних у комп'ютерних мережах.

Застосування алгоритму ЛМКП і параметричної ідентифікації на її основі математичної моделі процесу передачі мережних даних спрощує попередження перевантажень мережних буферів, зменшує ймовірності втрат пакетів, збільшує ефективності розподілу каналу зв'язку та дозволяє забезпечувати гарантований рівень якості обслуговування користувачів.

Запропонована інформаційна технологія може бути використана при проектуванні мультисервісних NGN-мереж.

Математичне забезпечення розробленої ІТ реалізації QoS на рівні стеку протоколів TCP/IP із використанням параметричної ідентифікації на основі синтезу ЛМКП передачі даних запропонованим методом ідентифікації може бути використане при створенні утиліт і драйверів для пристроїв керування мережними ресурсами і трафіком і для розробки програмного забезпечення в задачах прогнозування динаміки об'єктів керування, в тому числі для процесів передачі даних у інформаційних системах.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Cisco IOS Quality of Service Solutions Configuration Guide, Release 12.2 [Електронний ресурс]. –

Режим доступу: [http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios/12\\_2/qos/configuration/guide/qos\\_c/qcintro.html](http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios/12_2/qos/configuration/guide/qos_c/qcintro.html).

2. ITU-T Recommendation Y.2001: General overview of NGN [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.itu.int/itudoc/itu-t/aap/sg13aap/history/y2001/y2001.html>.

3. Росляков А.В. Мультисервисные платформы сетей следующего поколения NGN // Отечественные системы, 2012. – Т. 1. – Самара: ПГУТИ, ООО "Издательство Ас Гард". – 312 с.

4. Росляков А.В., Ваняшин С.В., Самсонов М.Ю. и др. Сети следующего поколения NGN. – М.: ЭкоТрендз, 2008. – 424 с.

5. Гученко М.І. Активно-резонансний алгоритм стабілізації // Нові технології. Науковий вісник Інституту економіки та нових технологій ім. Ю.І. Кравченка. – 2003. – № 1 (2). – С. 57–61.

6. Славко О.Г. Метод параметричної ідентифікації динамічних об'єктів на основі синтезу еквіваленту зовнішнього збурення // Вісник СумДУ. Серія "Технічні науки". – № 3/2010, т. 2. – С. 85–94.

7. Славко О.Г. Ідентифікація узагальнених параметрів математичної моделі комп'ютерної мережі в задачі забезпечення QoS // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2010. – № 3 (44). – С. 68–74.

8. Славко О.Г. Імітаційна модель сегменту комп'ютерної мережі з реалізацією методу шейпінгу трафіка // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2014. – Вип. 6/2014 (89), част. 1. – С. 44–51.

9. Карпухин А.В. Математическое моделирование хаотических явлений в высокоскоростных сетевых информационных системах с протоколом TCP // Системы обработки информации. – 2009. – Вип. 4 (78). – С. 64–69.

10. Славко О.Г. Інформаційна технологія керування перевантаженнями в мультисервісних телекомунікаційних мережах // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – Вип. 2/2011 (67), част. 1. – Кременчук: КрНУ, 2011. – С. 29–34.

11. Kim K.B., Tang A., Low S.H. Design of AQM in supporting TCP based on well-known AIMD Model // Proceedings of IEEE Global Telecommunications Conference (Globecom-2003). – 2003. – Vol. 6. – PP. 3226–3230.

**INFORMATIONAL TECHNOLOGY OF NETWORK TRAFFIC CONTROL  
ON A BASIS OF A CONTROL PROCESS LOCAL MODEL IN NGN**

**O. Slavko**

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: slavko.elena@gmail.com

In this paper the actuality of network traffic control tasks in a quality of service (QoS) providing according with a concept of next generation networks (NGN) developement is shown. The concept of a control process local model (CPLM) can be used for adaptive control of heterogeneous data flows in the network environment uncertainty to provide a required level of QoS. The goal of this paper is to develop information technology (IT) of heterogeneous traffic control while providing QoS on a base of CPLM in NGN-networks. Problem statement of QoS on a base of CPLM is made, in particular for congestion control in a router's buffer. Example of application of a control method and a parameter identification method on a base of CPLM to a data transfer process of  $n$  interacting TCP-connections is shown. The information technology (IT) of heterogeneous traffic control for QoS providing on a TCP/IP stack, using parametric identification on a base of CPLM in a task of a network traffic control in NGN networks under uncertainty and non-stationarity is developed. Application of the developed IT will improve data transmission control in computer networks.

**Key words:** QoS, NGN, information technology, controlled process local model, traffic.

REFERENCES

1. Cisco IOS Quality of Service Solutions Configuration Guide, Release 12.2, (2012), available at: [http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios/12\\_2/qos/configuration/guide/fqos\\_c/qcintro.html](http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios/12_2/qos/configuration/guide/fqos_c/qcintro.html), (accessed March 15, 2015).
2. ITU-T Recommendation Y.2001: General overview of NGN (2014), available at: <http://www.itu.int/itudoc/itu-t/aap/sg13aap/history/y2001/y2001.html>, (accessed January 10, 2015).
3. Roslyakov, A.V. (2012), *Mul'tiservisnye platformy setey sleduyushchego pokoleniya NGN* [Multi-service platforms of Next Generation Networks], *Otechestvennyye sistemy*, vol. 1, *As Gard*, Samara, Russia.
4. Roslyakov, A.V., Vanyashin, S.B., Samsonov, M.Y., et al. (2008) *Seti sleduyushchego pokoleniya NGN* [Next Generation Networks], *Eko-Trendz*, Moscow, Russia.
5. Guchenko, M.I. (2003) "Active resonance algorithm of stabilization", *Novi tekhnologii. Naukoviy visnyk Institutu ekonomiki ta novykh tekhnologiy im. Yu.I. Kravchenka*, no. 1 (2), pp. 57–61.
6. Slavko, O.G. (2010) "Method of parametric identification of dynamic objects on a base of external disturbances equivalent synthesis", *Visnyk SumDU. Seriya "Tekhnichni nauky"*, no. 3, vol. 2., pp. 85–94.
7. Slavko, O.G. (2010) "Identification of general parameters of mathematical model of computer network model in a task of QoS providing", *Radioelektronni y komp'yuterni systemy*, no. 3 (44), pp. 68–74.
- Slavko, O.G. (2014) "Simulation model of computer network segment with traffic shaping method realization", *Transaction of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*, no. 6 (89), part 1, pp. 44–51.
1. Karpukhin, A.V. (2009) "Mathematical modeling of chaotic phenomena in high-speed informational systems with TCP protocol", *Sistemy obrobky informatsii*, vol. 4 (78), pp. 64–69.
2. Slavko, O.G. (2011) "Informational technology of congestion control in multiservice telecommunication networks", *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*, vol. 2 (67), part 1, pp. 29–34.
3. Kim, K.B., Tang, A., Low, S.H. (2003), "Design of AQM in supporting TCP based on well-known AIMD Model", *proceedings of IEEE Global Telecommunications Conference (Globecom-2003)*, 1–5 December, 2003, San Francisco, pp. 3226–3230.

Стаття надійшла 23.01.2015.