

Література

1. Прогнозування захворювання <https://www.scienceeducation.ru/ru/article/view?id=21760>
2. Статистика захворювань в Україні <https://moz.gov.ua/>
3. Strelkovskaya I.V. Spline-Extrapolation Method in Traffic Forecasting in 5G Networks/ I. Strelkovskaya, I. Solovskaya, A. Makoganiuk // Journal of Telecommunications and Information Technology. – 2019, Vol. 3, pp. 8-16. <https://doi.org/10.26636/jtit.2019.134719>.
4. Strelkovskaya I.V. Using spline-extrapolation in the research of self-similar traffic characteristics / I. Strelkovskaya, I. Solovskaya // Journal of Electrical Engineering. Vol. 70 (2019), Is. 4, pp. 310-316. <https://doi.org/10.2478/jee-2019-0061>.
5. Завьялов, Ю.С. Методы сплайн-функций / Ю.С. Завьялов, Б.И. Квасов, В.Л. Мирошниченко. – М.:Наука, 1980, - 352 с.

УДК 621.391.8

Стрелковська І.В.
проф., д.т.н., директор ННІ ІКПІ
Одеської національної академії зв'язку ім. О.С.Попова
dekanat.ik@onat.edu.ua
Єрмаков М.В.
магістр 2-го курсу навчання ННІ ІКПІ
Одеської національної академії зв'язку ім. О.С.Попова
k.ermackow04@gmail.com

ПРОГНОЗУВАННЯ ТРАФІКУ НА БАЗІ ПРИСТРОЇВ D2D В МЕРЕЖІ ІoT/5G

***Анотація.** Розглянуто трафік IP – камери відеоспостереження в мережі ІoT/5G. Для прогнозування трафіку використано метод сплайн-екстраполяції. Зпрогнозовано трафік за межами розглянутого проміжку часу на якому здійснюється передача пакетних даних.*

Інтенсивний розвиток мереж мобільного зв'язку від стандарту 4G до стандарту 5G на базі технології NB-LTE (Narrow Band Long Term Evolution) надає платформі ІoT нові можливості надання послуг міжмашинної взаємодії M2M (Machine to Machine) та для взаємодії пристроїв D2D (Device to Device). Важливою вимогою при впровадженні таких послуг є забезпечення необхідної пропускну здатності та забезпечення необхідних значень характеристик якості QoS (Quality of Service).

Згідно даних [1], відеокамери зовнішнього спостереження стануть найбільшим глобальним ринком рішень інтернету речей для мереж 5G.

Камери відеоспостереження, що встановлюються на базі послуг міських операторів для забезпечення безпеки будівель і виявлення вторгнень, складають найбільший адресний ринок, оскільки вони розташовуються поза приміщеннями в безлічі різних міст і вимагають постійного підключення до мережі. Також сучасні відеокамери дозволяють нам використовувати відеоаналітику (розпізнавання автомобільних номерів, детекція осіб, підрахунок людей, детекція диму та вогню, ідентифікація автотранспорту, детектор скопління людей тощо).

З розвитком технологій попереднього покоління стає відомо, що якість обслуговування QoS відеотрафіку залежить від інтенсивності, яка має часті та значні сплески, що впливають на час затримки передавання пакетів. Аналогічно [2-3], розглянемо прогнозування характеристик трафіку для IP – камери в мережах мобільного зв'язку 5G за допомогою методу сплайн-екстраполяції на базі лінійних та кубічних сплайнів.

Метою даної роботи є прогнозування трафіку, за межами проміжку часу на якому здійснюється передача пакетних даних, використовуючи метод екстраполяції на базі лінійних та кубічних сплайнів в мережі IoT/5G. Отримані результати прогнозування кількості надходження пакетів інформації дозволять передбачити необхідну якість обслуговування даного трафіку та можливе його навантаження в мережі мобільного зв'язку 5G.

Розглянемо відеотрафік пристрою M2M в мережі мобільного зв'язку 5G, який ми отримали за допомогою програми [4], що показаний на рис. 1. IoT пристрій, який розглядається є IP – відеокамера Hiper IoT Cam M2.

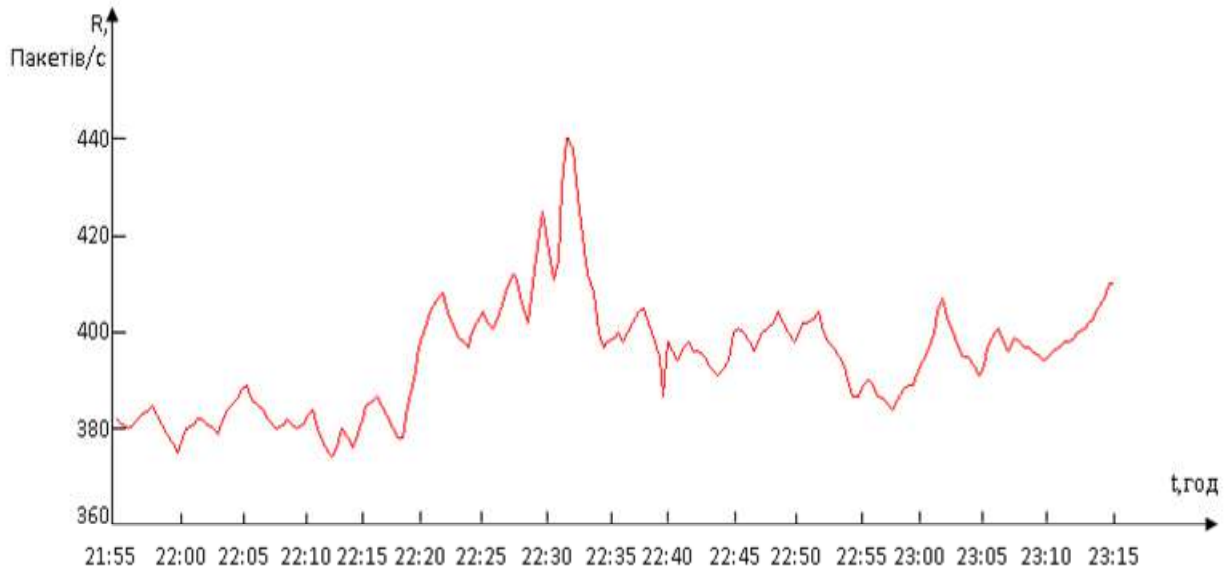


Рисунок 1 – Відеотрафік IP – відеокамери в мережі мобільного зв'язку 5G

Як, видно, з рис. 1, відеотрафік камери в мережі мобільного зв'язку 5G розглянуто на часовому проміжку з 21:55 до 23:15 год., де інтенсивність навантаження IoT device M2M становить до 440 пакетів/с.

Розглянемо екстраполяцію трафіку на проміжку з 23:15 до 23:25 год. за допомогою лінійних сплайнів.

Згідно [5], інтерполяційний лінійний сплайн $S_1(x)$ на проміжку $[ab]$ – це неперервно кусково-лінійна функція. Нехай у вузлах інтерполяції $\Delta: a=x_0 < x_1 < \dots < x_n = b$ задані значення $f_i = f(x_i)$, $i = 0, \dots, n$ функції $f(x)$. При чому виконується:

$$S_1(x_i) = f_i, i = 0, \dots, n. \quad (1)$$

Якщо $h_i = x_{i+1} - x_i$, то при $x \in [x_i, x_{i+1}]$, $i = 0, \dots, n-1$, рівняння лінійного сплайну буде мати вигляд:

$$S_1(x) = f_i \frac{x_{i+1} - x}{h_i} + f_{i+1} \frac{x - x_i}{h_i}. \quad (2)$$

Результати використання методу екстраполяції на базі лінійного сплайну для відеотрафіку в мережі мобільного зв'язку 5G показані на рис. 2.

Не важко бачити, що екстраполяція лінійним сплайном дає значну похибку. Тому доцільно було б розглянути екстраполяцію даного відеотрафіку за допомогою кубічного сплайну.

Згідно [5] інтерполяційний кубічний сплайн $S_3(x)$ визначається наступним чином:

$$S_3(x) = f_i (1-t)^2 (1+2t) + f_{i+1} t^2 (3-2t) + m_i h_i t (1-t)^2 - m_{i+1} h_i t^2 (1-t), \quad (3)$$

$$\text{де } t = \frac{(x-x_i)}{h_i}, S_3(x_i) = f_i, S_3(x_{i+1}) = f_{i+1}, m_i = S'_3(f; x_i).$$

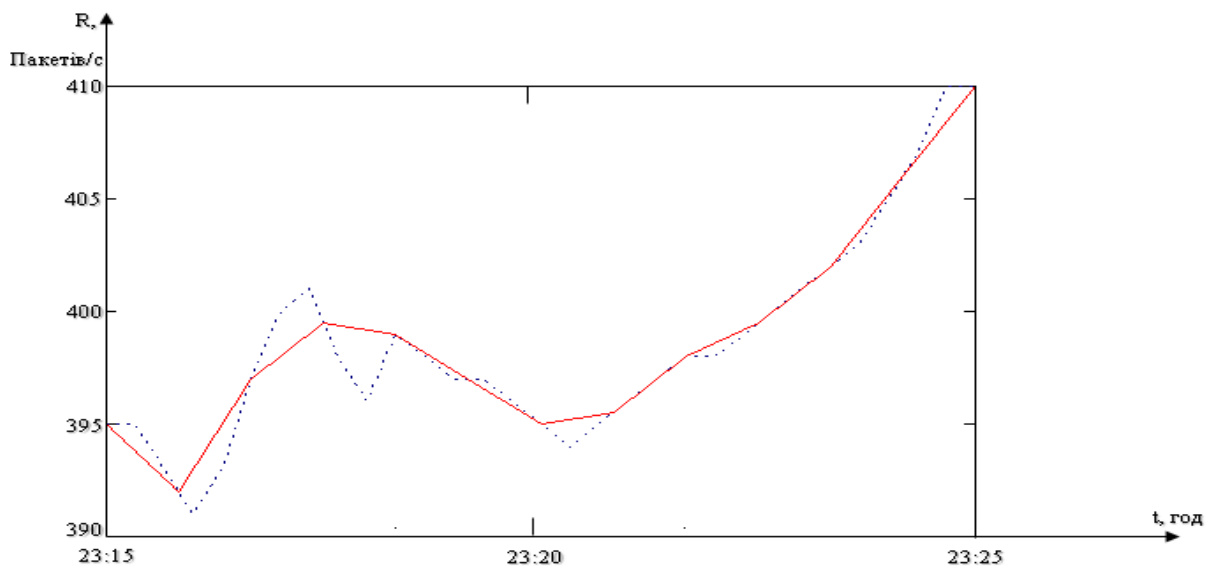


Рисунок 2 – Результати екстраполяції відеотрафіку на базі лінійного сплайну

Результати екстраполяції відеотрафіку в мережі мобільного зв'язку 5G на базі кубічного сплайну приведені на рис. 3.

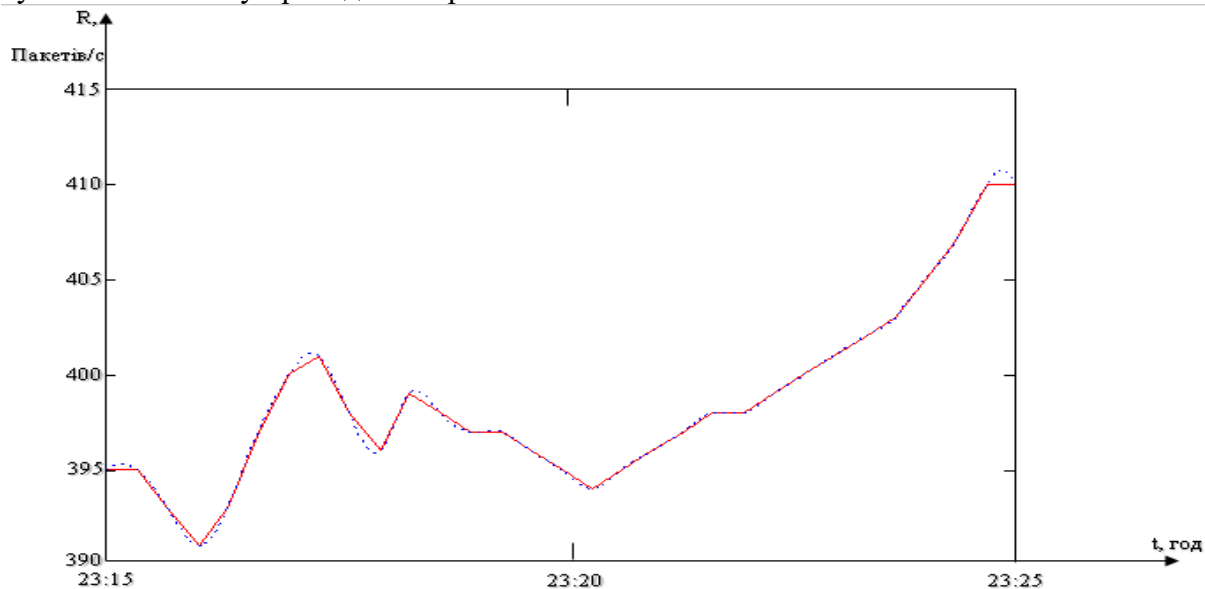


Рисунок 3 – Сплайн –екстраполяція відеотрафіку на базі кубічного сплайну

З рис. 3 бачимо, що прогнозування трафіку сплайн-екстраполяції на базі кубічного сплайну більш точніша ніж сплайн-екстраполяція трафіку на базі лінійного сплайну.

Висновки:

1. Використовуючи метод сплайн-екстраполяції для прогнозування характеристик відеотрафіку IP – відеокамери в мережі мобільного зв'язку 5G показано, що доцільно використовувати сплайн-екстраполяцію на базі кубічного сплайну ніж на базі лінійного, в даному випадку буде більш точний прогноз кількості надходження інформаційних пакетів трафіку.

2. Результати дослідження дозволяють отримати необхідні характеристики якості обслуговування QoS для прогнозування необхідної смуги пропускання і навантаження на мережу мобільного зв'язку IoT/5G. Це дає змогу правильно обрати обладнання для проектування мережі.

Література

1. Stephanie Baghdassarian. Market Trends: 5G Opportunities in IoT for Communications Service Providers – 13 September 2019.
2. Strelkovskaya I.V. Spline-Extrapolation Method in Traffic Forecasting in 5G Networks/ I. Strelkovskaya, I. Solovskaya, A. Makoganiuk // Journal of Telecommunications and Information Technology. – 2019, Vol. 3, pp. 8-16. <https://doi.org/10.26636/jtit.2019.134719>.
3. Strelkovskaya I.V. Using spline-extrapolation in the research of self-similar traffic characteristics / I. Strelkovskaya, I. Solovskaya // Journal of Electrical Engineering. Vol. 70 (2019), Is. 4, pp. 310-316. <https://doi.org/10.2478/jee-2019-0061>.
4. PRTG Network Monitor.
5. Завьялов, Ю.С. Методы сплайн-функций / Ю.С. Завьялов, Б.И. Квасов, В.Л. Мирошниченко. – М.:Наука, 1980, - 352 с.
6. ETSI TS 122 261 V15.6.0 (2018-10). 5G. Service requirements for next generation new services and markets (3GPP TS 22.261 version 15.6.0 Release 15). https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/122200_122299/122261/15.06.00_60/ts_122261v150600p.pdf

УДК 621.391

Стрелковська І.В., Золотухін Р.В., Макоганюк А.О.
ОНАЗ ім. О.С. Попова
zolutukhinrv@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАФІКУ ПРОТОКОЛУ JDSS СТАНДАРТУ STANAG 4677

***Анотація.** В роботі проведено дослідження характеристик трафіку протоколу JDSS стандарту STANAG 4677, отримано дані по середньому бітрейту, довжині пакетів, проміжку часу між пакетами, визначено закон розподілу проміжку часу між вимогами на обслуговування та знайдено щільність цього розподілу.*

Сучасне створення цифрових автоматизованих систем управління (АСУ) військами відбувається відповідно до стандартів НАТО та на основі низькошвидкісних каналів зв'язку, зокрема на базі ультракороткохвильових (УКХ) радіостанцій [1]. В [1] було досліджено показники QoS для мереж зв'язку, побудованих на базі сучасних УКХ радіостанцій. Але при плануванні, побудові та експлуатації систем зв'язку насамперед необхідно знати які сервіси та послуги будуть доступні для користувачів. У роботі [2] було створено спеціальне програмне забезпечення, яке в залежності від кількості базових станцій та користувачів, імітувало та розраховувало доступність сервісів в мережі. Кожний тип послуги мав свій закон розподілу проміжку часу між вимогами, наприклад, для розмовного трафіку – це експоненціальний, для відеоконференцій – розподіл Парето, а для високошвидкісної передачі даних – логнормальний закон. Вибір значення тривалості обслуговування та необхідної швидкості передавання відбувалось випадково із діапазону заданих значень швидкості для обраної послуги за рівномірним законом. Таким чином, для розмовного трафіку, відеоконференцій і високошвидкісної передачі даних відомі вихідні дані для визначення доступності послуг. Але цих даних для визначення доступності сервісів недостатньо, адже основним типом трафіку і найбільш пріоритетним в АСУ військами є дані, що передаються за протоколами, які описані в стандартах НАТО. Одним з базових стандартів НАТО, який використовується для передачі даних - STANAG 4677 [3], який створений для обміну інформацією в низькошвидкісних мережах зв'язку в тактичній ланці управління військами. Мета цієї роботи – дослідження параметрів трафіку протоколу JDSS [3], що описаний в STANAG 4677, а саме – середня довжина пакетів, середній проміжок часу між вимогами на обслуговування, середня полоса пропускання