

TRAFFIC INVESTIGATION OF IP TRAFFIC PRIORITY SERVICES

ТРАФИЧНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПРИОРИТЕТНОТО ОБСЛУЖВАНЕ НА IP ТРАФИК

Dimitar Atamian, Seferin Mirtchev, Rossitza Goleva

Department of telecommunications, Technical University of Sofia, №8 Kliment Ohridski blvd, 1000 Sofia, Bulgaria, e-mail: dka@tu-sofia.bg; stm@tu-sofia.bg; rig@tu-sofia.bg

Димитър Атамян, Сеферин Мирчев, Росица Голева

Катедра „Комуникационни мрежи”, Технически университет – София, бул. Кл. Охридски №8, София, 1000, e-mail: dka@tu-sofia.bg; stm@tu-sofia.bg; rig@tu-sofia.bg

Keywords: Priority queue discipline, Queue length, Waiting time

Резюме – Докладът представя изследване на качеството на обслужване на трафичните потоци в IP мрежи при прилагане на различни дисциплини на обслужване. Основната цел е да се изследва възможността за въвеждане на приоритетни дисциплини, които да дават оптимални резултати при използване на приоритети за различните видове трафични потоци. Основа на изследванията са двата режима на приоритетно обслужване – относителен приоритет - без прекъсване, и абсолютен приоритет - с прекъсване на обслужването на текущата заявка (pre-emptive, non pre-emptive). Изследва се и дисциплина на обслужване, при която прекъсването на текущата заявка се извършва с предварително зададена или динамично променяна вероятност. Създадена е платформа за симулационно моделиране на реални потоци, което позволява изследването на IP пакети с различни трафични характеристики, обслужвани без или с приоритети, както и без или с различна вероятност за прекъсване на обслужването. Показани са резултати за средното време за чакане при експоненциално, фиксирано и бимодално разпределение на дължината на пакетите, както и резултати за дължините на опашките при тези условия.

Abstract – The paper presents an investigation of the quality of service of IP traffic flows, using different queueing discipline. The main goal is to model the possibility of using a priority scheme, which is optimal for both the priority and non-priority served traffic flows. In case of priority queues the model covers both cases: preemptive and non preemptive services. Another schema is modeled, in which the pre-emptiveness might occur with a predefined or dynamically changed probability. A software platform is created to simulate the traffic flows and the service. The results show the possibility to use such p-pre-emptive serving in case of different IP traffic flows. Packet length can be modeled with a fixed size, random value with exponential distribution, and bimodal distribution. The model is with infinite queue length but results are given for the number of waiting packets for both traffic flows – low and high priority.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Обслужването на различни трафични потоци с необходимото за тях качество е решаващо за приложимостта на различни услуги в съвременните IP базирани мрежи. От самото си зараждане на Интернет, инфраструктурата е предвидена да бъде споделяна, т.е. съвместно използвана от различни по своя характер приложения, които изискват различни характеристики на обслужването на трафика. Исторически са се наложили различни подходи за гарантиране на качеството на обслужване (QoS), при които като общ признак има приоритетно обслужване на едни трафични потоци спрямо други такива. Като правило на ниво IP пакети се използват относителни приоритети. Възможно е използване и на абсолютен приоритет, най-вече разглеждайки трафика на друго ниво [1]. Например, в MPLS мрежите е възможен абсолютен приоритет на ниво повикване [2], в 4G мрежите е предвидено прекъсване на обслужването при наличие на по високо приоритетен трафик, известни са и технологии за реализиране на услуги с емуляция на канали (Circuit Emulation Services – CES), използващи абсолютен приоритет [3]. Важно е да можем да оценим трафичните характеристики на обслужването на IP пакети при използване на приоритети, както и при използването на различни приоритетни дисциплини. Задачата става още по-сложно при опит да се отчетат различните параметри на постъпващите заявки. В настоящия доклад се представят резултати от симулационно моделиране на различни дисциплини на обслужване при различни параметри на трафичните потоци.

2. ПРИОРИТЕТНО ОБСЛУЖВАНЕ НА ТРАФИКА

При приоритетното обслужване се задават различни приоритети на постъпващите пакети. Абсолютният приоритет на обслужването (preemptive) е свързан с незабавно обслужване на високоприоритетна заявка, като се прекратява, прекъсва, обслужването на ниско приоритетна такава [4]. Поради естеството и структурата на пакетите от IP мрежа, както и поради организацията на интернет протоколите, е възможно да се реализира абсолютен приоритет – прекъсване на обслужването (предаването) на текущ пакет при постъпване на такъв от по-висок приоритет. Този подход може да се използва и на по-ниско ниво – MPLS или Ethernet пакет / рамка. Не е възможно, обаче, дообслужване на прекъснатата заявка. Прекъснатата заявка може да бъде унищожена - загубена, или предадена отново. По този начин може да се осигури минимално закъснение на високоприоритетните пакети. Закъснението при тяхното обслужване и изчакването им в опашката се дължи единствено на евентуалното наличие на други пакети от същото високо приоритетно ниво. Едновременно с това се внасят значителни закъснения, или загуби, при обслужване на ниско приоритетните пакети. Възможно е и въвеждането на абсолютен приоритет, който да се изпълнява с определена вероятност. Такова вероятно изпълнение би дало възможност да се получат компромисни характеристики – не толкова високи стойности на закъснението на ниско

приоритетните заявки и приемливи характеристики при обслужването на високо приоритетните заявки.

3. ТРАФИЧНИ ПОТОЦИ

При изследване на влиянието на приоритетното обслужване е добре да имаме адекватен модел на трафичните потоци, които да използваме [5]. Класическите телетрафични системи използват експоненциално разпределение на интервалите между моментите на постъпване и на времето за обслужване на пакетите. Експоненциалното разпределение на времето за обслужване не е характерно за потоците от IP пакети, но е добра база за сравнение на различни системи, както и за сравнение на резултати, получени и с аналитични модели. От друга страна в интернет съществуват редица приложения, които използват максималната дължина на пакета от интернет протокола. Това налага едно трафично изследване да се извърши и с фиксирано време за обслужване. За точна и коректна оценка на характеристиките е необходимо да се използва и коректен модел на трафичните потоци. Като достатъчно прост и достатъчно точен модел в настоящите изследвания приемаме бимодалното разпределение на времето за обслужване при експоненциално разпределение на времето за постъпване [6]. Показани са и резултати с експоненциално, както и с фиксирано време за обслужване.

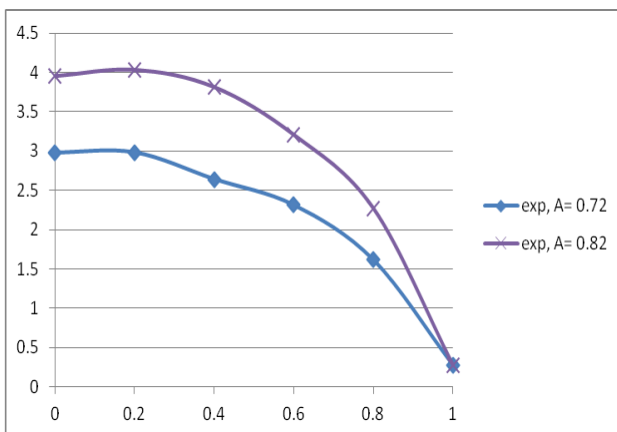
4. ИЗСЛЕДВАНЕ И РЕЗУЛТАТИ

За изследване на влиянието на приоритетите при обслужване на IP трафика и създадена симулационна програма. Моделът е разработен на език за програмиране C++, а не е използвана готова моделираща платформа. Целта е да може да се задават специфични характеристики на постъпващите потоци, както и на дисциплините на обслужване. По съществото си моделиращият софтуер е платформа, с която могат да се правят различни трафични изследвания при различни параметри на модела, като за всеки конкретен случай се налагат минимални корекции или добавки (нови функции) за моделиране на конкретната система.

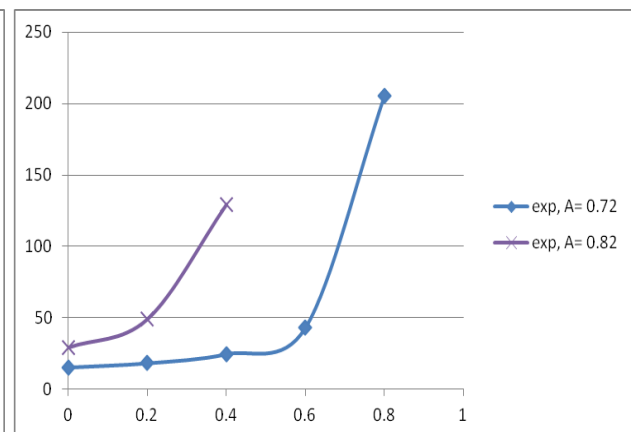
Проведени са редица експерименти и са получени голям брой резултати. Използването на език за програмиране позволява симулацията да се извършва за нищожно кратко време, като тук ще покажем някои от резултатите. Моделирани са два трафични потока, приели сме първият да е с по-висок приоритет на обслужване спрямо втория. За всеки трафичен поток могат да се задават различни разпределения на времето за постъпване на следващо повикване. В представените тук резултати е използвано експоненциално разпределение на интервалите между моментите на постъпване при задаване на неговия параметър – брой на постъпилите пакети за в секунда. По отношение на времето за обслужване на едно повикване представените тук резултати са получени при експоненциално, фиксирано и бимодално разпределение. Проведените изследвания и посочените тук резултати са направени с цел сравнение на различните приоритетни дисциплини, т.е. използване на

относителен приоритет и абсолютен приоритет, както и сравнение с параметрите на обслужване без използване на приоритети. Вероятността за обслужване с абсолютен приоритет p се изменя в границите от 0 до 1, т.е. с промяна на този параметър можем да моделираме относителен приоритет (non-preemptive) при $p=0$, абсолютен приоритет (preemptive) при $p=1$, както и да се получат стойности в диапазона от 0 до 1 с цел оптимизиране на този параметър. Показаните по-долу резултати са за стойности на трафичното натоварване, което представлява интерес за оценка на закъсненията, без да е достигнато състояние на претоварване на обслужващото устройство. Показани са резултати за общо натоварване на едноканалната система от 0.72 и 0.82 Erl, като делът на високоприоритетния трафик е 15%.

В следващите графики е дадено средното време за чакане W , получено с относителна точност под 20% при доверителна вероятност 90 %. Точността на резултатите е постигната при различен брой симуирани повиквания, за да се получи сравнително малък доверителен интервал. При експоненциално разпределение на продължителността на един пакет можем да видим следните резултати за средното време за чакане W , получено в милисекунди [ms] – фиг. 1. Резултатите са „нормирани“ по отношение на стандартни стойности на пакетите от Интернет протокола и линия от 2 Mbps. По абсцисаната ос е вероятността за обслужване с абсолютен приоритет p . На фиг. 1б не са показани резултатите за ниско приоритетната опашка при вероятности над 0.4, поради получаване на стойности с няколко порядъка по-високи. При обслужване без приоритети съответните времена са 10.6 ms и 13.8 ms за високоприоритетния поток, респективно 20.9 и 25.1 ms за ниско приоритетния такъв при двете различни стойности на трафика. Стойностите при една стойност на трафика са различни поради приетата различна средна дължина на пакетите за двата трафични потока. Посочените резултати са получени при средна дължина на пакетите от 200 байта за високо приоритетния поток, съответно 1000 байта за ниско приоритетния. Тази различна дължина на пакета измества по различен начин моментите на постъпване на входящия поток и го променя, което води до две различни стойности на средното време за чакане.

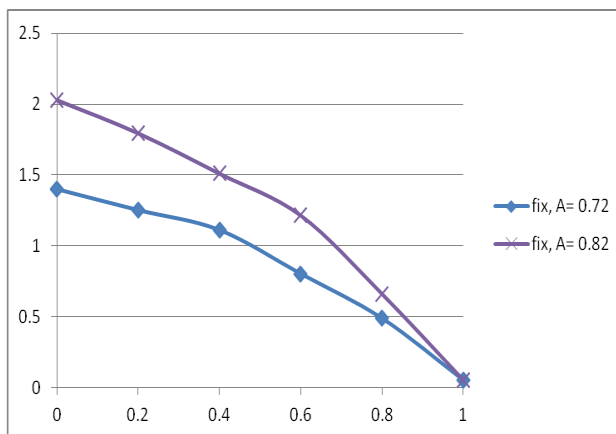


Фиг. 1а – високо приоритет трафик

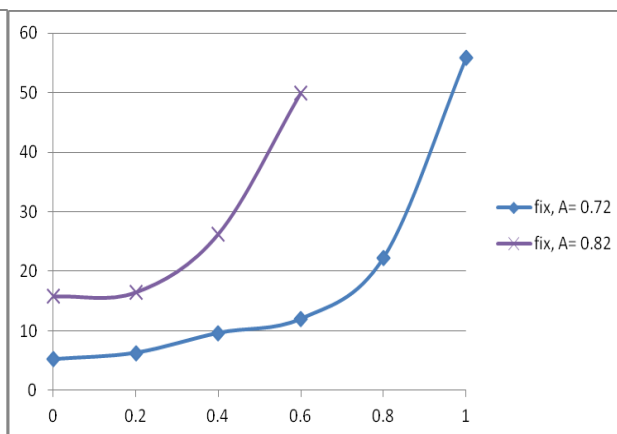


Фиг. 1б – ниско приоритетен трафик

При фиксирана дължина на пакета получаваме резултатите от фиг. 2. На фиг. 2б не са показани резултатите за ниско приоритетната опашка при вероятности над 0.6, поради получаване на стойности с няколко порядъка по-високи. При обслужване без приоритети съответните средни времена за чакане са 4.54 ms и 4.34 ms при трафик 0.72 Erl, съответно и 11.3 ms и 11.8 ms при $A=0.82$ Erl. .

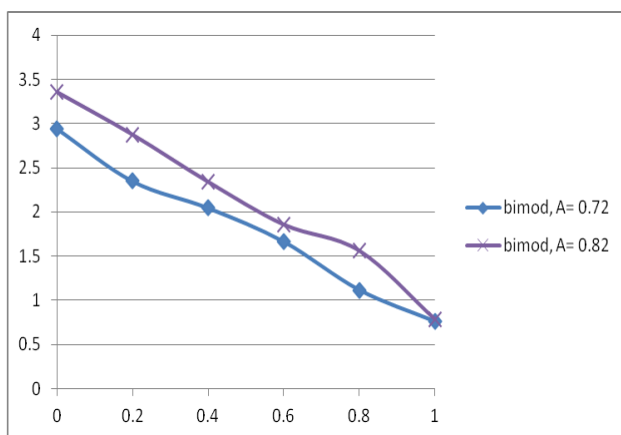


Фиг. 2а – високо приоритет трафик

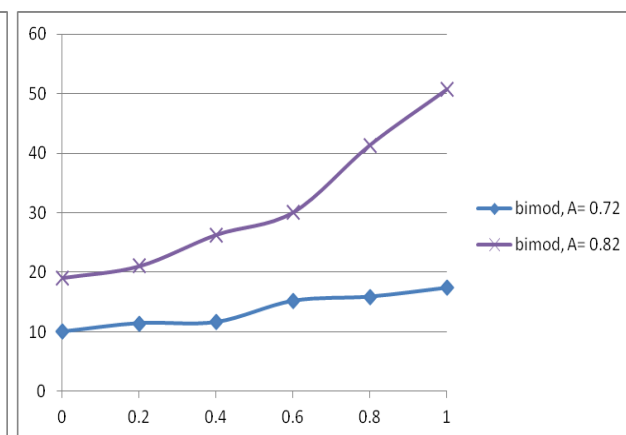


Фиг. 2б – ниско приоритетен трафик

Прилагайки бимодално разпределение на дължина на пакетите получаваме резултатите от фиг. 3. При обслужване без приоритети съответните времена са 8.73 ms и 9.74 ms за високоприоритетния поток, респективно 13.2 и 14.9 ms за ниско приоритетния такъв. За високо приоритетния поток получаваме по-високи стойности спрямо предишния случай, тъй като при това разпределение съществуват и пакети с голяма дължина (1500 байта).



Фиг. 3а – високо приоритет трафик

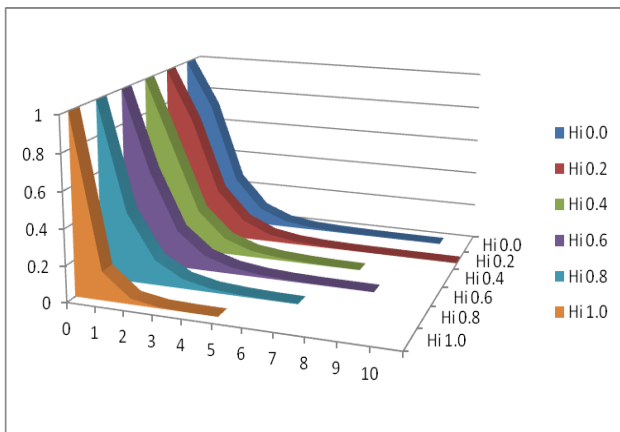


Фиг. 3б – ниско приоритетен трафик

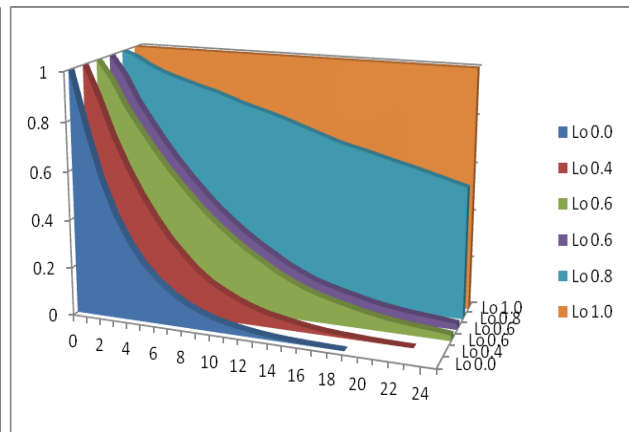
От получените резултати се вижда, че използването на абсолютен приоритет може да доведе до значително намаление на времето за обслужване на пакетите от високоприоритетни потоци. Вижда се, времето за обслужване на ниско приоритетния поток се увеличава до два до четири пъти, спрямо обслужването без приоритети.

Представлява интерес и вероятността размерът на опашката да е по-голям от зададена стойност, която показва вероятността обслужването на пакетите да е с минимални загуби. При същите условия на моделите са получени следните резултати, показващи вероятността (по ординатната ос) да има поне n на брой чакащи пакета в опашката (на фигури 4, 5 и 6 по абсисната ос), при различна вероятност за обслужване с абсолютен приоритет (по оста z , в дълбочина).

За експоненциално разпределение на размера на пакетите получаваме резултати, показани на фиг. 4.

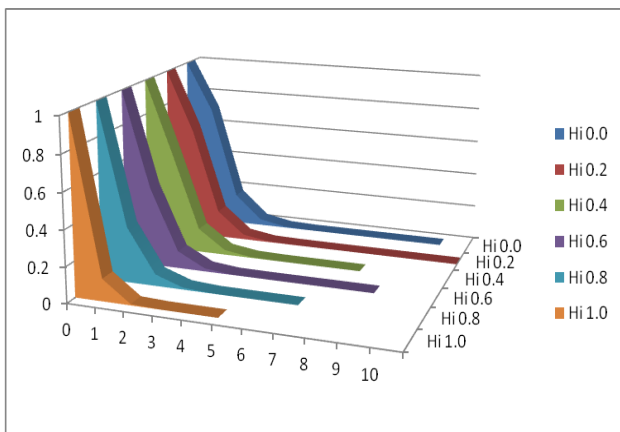


Фиг. 4а – високо приоритет трафик

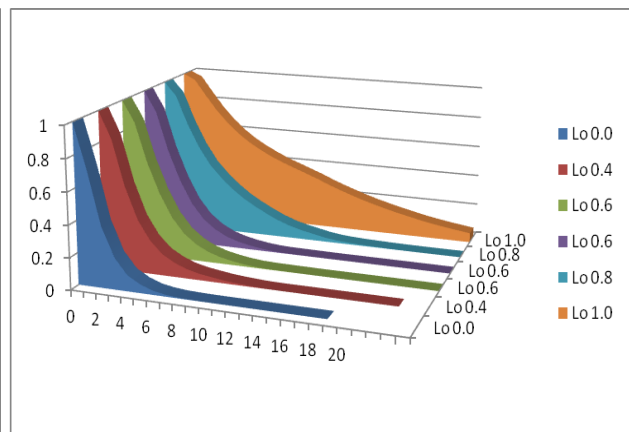


Фиг. 4б – ниско приоритетен трафик

За фиксиран размера на пакетите получаваме резултати, показани на фиг. 5.

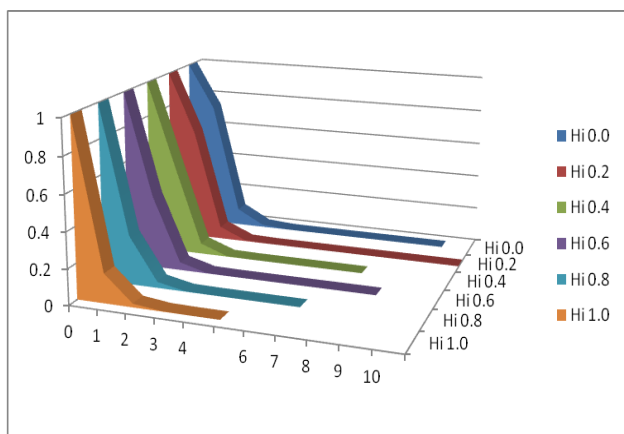


Фиг. 5а – високо приоритет трафик

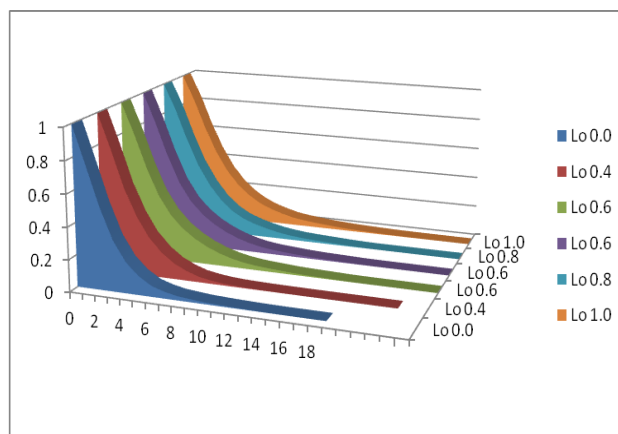


Фиг. 5б – ниско приоритетен трафик

При бимодалното разпределение резултатите са показани на фиг. 6.

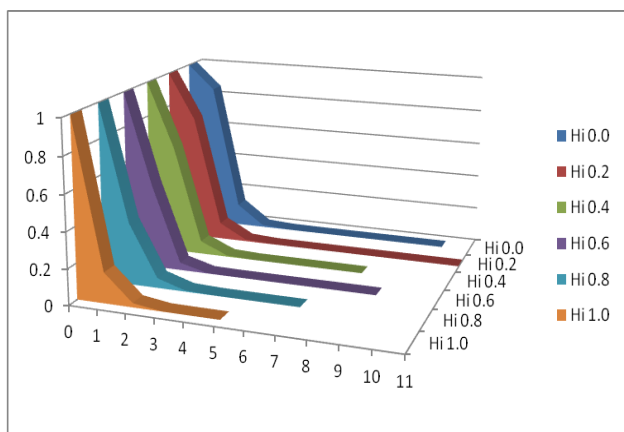


Фиг. 6а – високо приоритет трафик

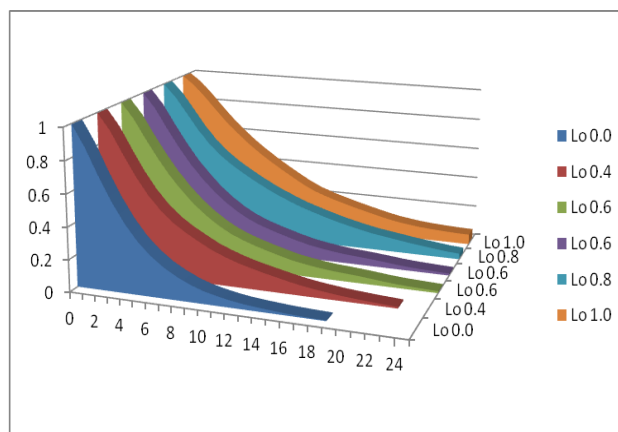


Фиг. 6б – ниско приоритетен трафик

Имаме и същите резултати при бимодалното разпределение, но при общ трафик около 0.84 Erl вместо 0.72 - фиг. 7.



Фиг. 7а – високо приоритет трафик



Фиг. 7б – ниско приоритетен трафик

Отново се вижда, че опашката за ниско скоростния поток може да остане в приемлива дължина. Разбира се това е вярно в случаите, в които високо приоритетният трафик е неголям процент от капацитета на обслужващия канал, както и при положение че общото натоварване е от порядъка на 0.8 Erl (за данните в този модел).

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящия доклад са представени резултати от трафично изследване на приоритетното обслужване на IP пакети. Моделирана е едноканална система с чакане с голям размер на опашката, които не въвежда ограничения и загуби. В модела са реализирани различни разпределения на дължината на пакетите. Симулирано е обслужване без приоритети, с относителен приоритет (non-preemptive), с абсолютен приоритет (preemptive), както и с абсолютен приоритет, който се прилага с определена вероятност в диапазона от 1 до 0 (p-preemptive). Направените изследвания показват областта на приложимост на абсолютните приоритети при обслужване на реални трафични потоци от IP пакети. Вижда се и високата чувствителност на получените резултати по

отношение на разпределението на параметрите на пакетите. Ще се изследва по-подробно различното време за чакане, получавано при пакети с различен размер и съответно различно време от постъпването на първия бит до приемането на последния, което променя статистическия характер на входящия поток.

6. REFERENCES

- [1] Kwok Chan, "Precedence Based Admission Control and Preemption in IP Networks", vol. 00, no. , pp. 1-7, 2006, doi:10.1109/MILCOM.2006.302239
- [2] Sylwester Kaczmarek and Krzysztof Nowak, "Performance Evaluation of Preemption Algorithms in MPLS Networks", Intl Journal of Electronics and Telecommunications, 2011, vol. 57, no. 2, pp. 169–175.
- [3] Jia, Wen-Kang; Chen, Yaw-Chung, "Deploying Circuit Emulation Services (CES) Over EPON Using Preemptive Priority Medium Access Controller", Journal of Network & Systems Management, 2013, Vol. 21 Issue 1, pз. 25-46.
- [4] Mohammad Mirza Golam Rashed, Mamun Kabir, "A comparative study of different queuing techniques in voip, video conferencing and file transfer" Daffodil International University Journal of Science and Technology, Volume 5, Issue 1, January 2010.
- [5] Huy Anh Nguyen, Tam Van Nguyen and Deokjai Choi, "How to Maximize User Satisfaction Degree in Multi-service IP Networks", First Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems, ACIIDS 2009, Dong hoi, Quang binh, Vietnam, April 1-3, 2009.
- [6] Ewerton Castro, Ajey Kumar, Marcelo S. Alencar, Iguatemi E.Fonseca, "A Packet Distribution Traffic Model for Computer Networks", Conference: Proceedings of the International Telecommunications Symposium -- ITS, 2010.