

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЧУТЛИВОСТІ ХАРАКТЕРИСТИК СМО З ПРІОРИТЕТАМИ ДО ЗМІН СТРУКТУРИ ОБСЛУГОВУВАННЯ

Уривський Л.О., Мартинова К.Г.

Інститут телекомунікаційних систем КІІІ ім. Ігоря Сікорського

E-mail: scorio.for.teen@gmail.com

The research of priority queuing systems' sensitivity characteristics to service structure alterations

Sensitivity characteristics of queuing systems help to estimate and understand the systems' behavior much better. In this report, it is defined how do Sensitivity characteristics impact on the service structure.

Ототожнюючи характеристики телекомунікаційної системи і відповідної їй системи масового обслуговування (СМО), можна сформулювати рекомендації щодо раціональної побудови та організації систем передачі інформації на каналному рівні при відомій сукупності ресурсів каналів телекомунікацій[2].

Важливу роль у визначенні і оптимізації ключових показників ефективності телекомунікаційних мереж відіграють показники чутливості складних систем, які забезпечують оцінювання і додаткове розуміння поведінки системи [1].

Об'єкт дослідження – СМО з пріоритетним обслуговуванням. Розглядаються відносний та абсолютний пріоритети.

Формула (1) є аналітичною моделлю СМО з довільним числом обслуговуючих приладів(ОП) і місць для черги, але двома потоками заявок. Аналітична модель побудована за методикою, запропонованою в [2].

$$P_0 = \frac{1}{1 + \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{r=0}^{\infty} \frac{\rho_1^{n+r}}{n! n^r} + \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{r=0}^{\infty} \frac{\rho_2^{n+R}}{n! n^r} + \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{\rho_2^{n+R}}{n! n^r} \cdot \frac{1}{1 + \frac{L_1}{n\mu_2}} \right) + \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{\rho_2^{n+R}}{n! n^r} \cdot \frac{1}{1 + \frac{L_1}{n\mu_2}} \cdot \frac{L_1}{M_2} \right) + \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{\rho_1^{n+r}}{n! n^r} + \frac{\rho_2^{n+R}}{n! n^r} \cdot \frac{1}{1 + \frac{L_1}{n\mu_2}} \cdot \frac{M_2}{n\mu_1} \right)} \quad (1)$$

При $L_1 = \lambda_1$, $M_2 \rightarrow \infty$ отримаємо систему з абсолютним пріоритетом. Система з відносним пріоритетом має відповідати таким умовам: $L_1 = \lambda_1$, $M_2 = \mu_2$. Для випадку, коли нарощується число ОП необхідно дотримуватися умов: $n = 1..N-1$; для випадку нарощування черги: $r = 0..R-1$, де N – число обслуговуючих приладів, а R – кількість місць для черги.

Вплив нарощування обслуговуючих приладів на чутливість показника продуктивності СМО. На рис. 1 зображена динаміка чутливості продуктивності 1-го і 2-го потоків для пріоритетних СМО в залежності від зміни числа обслуговуючих приладів.

Найбільш чутливим виявився 1-ий потік заявок СМО з відносним пріоритетом. Найменш чутливим виявився другий потік заявок в СМО з абсолютним пріоритетом. Відповідно, чим більший приріст числа ОП, тим гірше для продуктивності, оскільки прилади простоюють [3,4].

На рис. 2 зображено динаміку чутливості показника середнього часу перебування заявки в системі від зміни числа обслуговуючих приладів. По-перше, показники потоку заявок вищого пріоритету більш чутливі до нарощування

обслуговуючих приладів. По-друге, в досліджуваних СМО заявки або обслуговуються, або втрачаються, або очікують обслуговування.

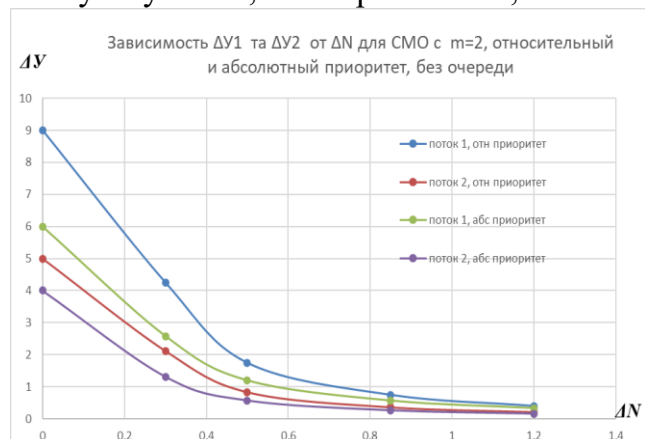


Рис. 1. Залежність чутливості показника продуктивності пріоритетних СМО в залежності від зміни числа обслуговуючих приладів.

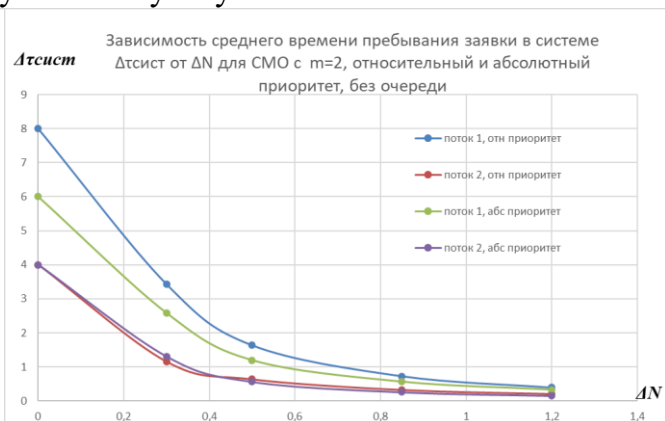


Рис. 2. Залежність чутливості показника середнього часу перебування заявки в системі пріоритетних СМО в залежності від зміни числа обслуговуючих приладів.

Відтак, при постійному вхідному навантаженні заявки і при зростаючому приросту ОП, середня тривалість перебування заявки в системі $\tau_{\text{сист}}$ знижується. Дана обставина є безперечно вигідною для користувача послугами. Варто зауважити, що криві показника $\tau_{\text{сист}}$ для потоків заявок другого типу мають точку перетину при $\Delta N=0,4$. Дана обставина є передумовою для подальшого дослідження показника середнього часу перебування заявки в системі ($\tau_{\text{сист}}$) в контексті ситуаційного керування.

Підсумовуючи розглянуті графіки, сформулюємо наступний висновок: зміна числа обслуговуючих приладів є інструментом для ситуаційного керування. Більш того, потоки заявок вищого пріоритету більш чутливі до нарощування приладів.

Вплив нарощування черги на чутливість показника продуктивності СМО. Розглянемо вплив нарощування черги на показники чутливості характеристик QoS. На рис.3 очевидно, що потоки заявок нижчого пріоритету більш чутливі до нарощування черги, особливо СМО з відносним пріоритетом. При збільшенні числа місць для черги до 30%, спостерігається найбільша різниця значень показника чутливості для потоків заявок першого типу – 0,5.

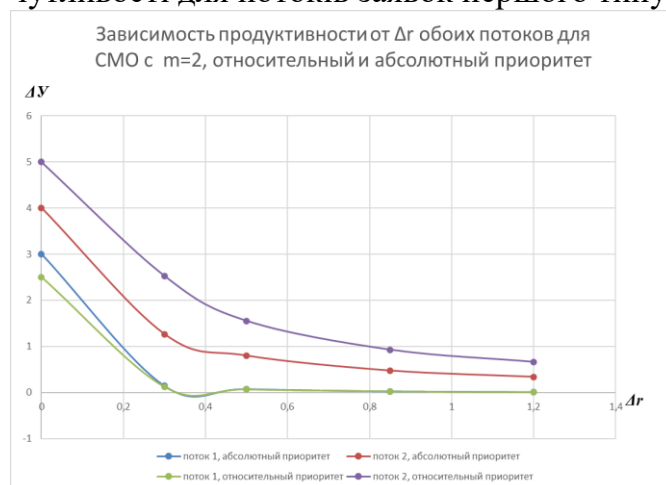


Рис. 3. Залежність чутливості продуктивності пріоритетних СМО в залежності від зміни числа місць для черги.

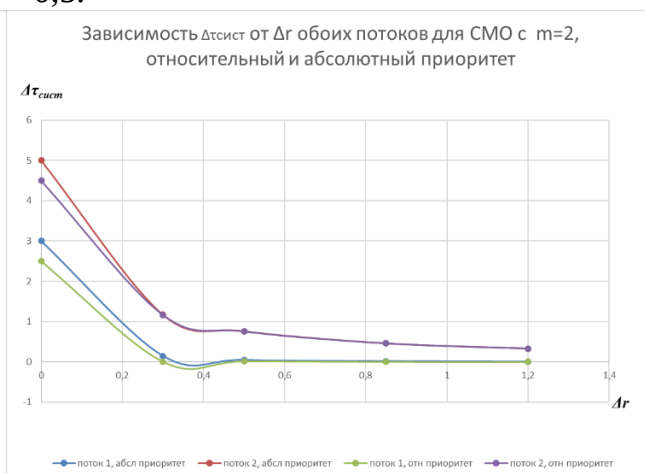


Рис. 4. Залежність чутливості показника середнього часу перебування заявки в системі пріоритетних СМО в залежності від зміни числа місць для черги.

На рис. 4 зображено динаміку чутливості показника середнього часу перебування заявки в системі в залежності від зміни числа місць для черги.

Досліджуючи СМО з чергою важливо проаналізувати показник середнього числа заявок в черзі, в даній статті – чутливість показника середнього числа місць для черги (рис.5). Очевидно, що потоки заявок другого типу мають вищу чутливість до нарощування черги, ніж потоки заявок першого типу. Різниця значень чутливості $\Delta r_{очер}$ мала, проте досягає максимуму при $0,2 \leq \Delta r \leq 0,5$. Відзначимо, що графік має асимптотичний характер.

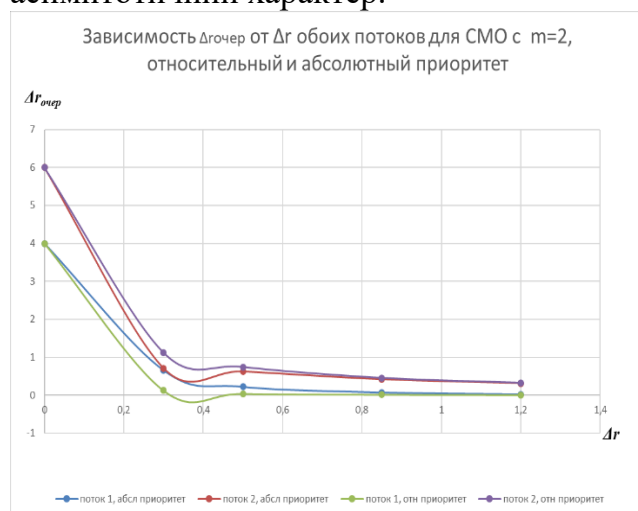


Рис. 5. Залежність чутливості показника середнього числа заявок в черзі пріоритетних СМО в залежності від зміни числа місць для черги.

Висновки. Підсумуємо отримані результати: зміна числа місць для черги значно підвищує чутливість показників QoS заявок нижчого пріоритету.

Отже, отримано комплексну аналітичну модель для пріоритетних СМО з довільним числом ОП, чергою довільної довжини, але двома потоками заявок [2]. Зокрема розглянуто відносний та абсолютний пріоритети.

Визначено, що зміна числа обслуговуючих приладів є інструментом для ситуаційного керування. Крім того, з'ясовано, що потоки заявок вищого пріоритету більш чутливі до нарощування приладів. Також визначено, що зміна числа місць для черги значно підвищує чутливість показників QoS заявок нижчого пріоритету.

Література

1. Торошанко Я.І. Управление надёжностью телекоммуникационной сети на основе анализа чувствительности сложных систем / Я. І. Торошанко // Телекоммуникаційні та інформаційні технології. – 2016. – № 3. – С. 31–36.
2. Uryvsky L., Martynova K. Complex analytical model of priority requires service on cloud server / 2019 International Conference Radio Electronics & Info Communications (UkrMiCo). – IEEE Xplore Digital Library. – <https://ieeexplore.ieee.org/document/9165323>.
3. Уривський Л.О., Гахова А.С. Сценарій реалізації ситуаційних пріоритетів обслуговування в системах доступу / К.: ІТС КПІ ім. Ігоря Сікорського, XI Міжнародна НТК «Проблеми телекомунікацій», /Збірник матеріалів. – 2017, с. 66...68.
4. Martynova K.G. Scopes to solve the task of telecommunication resources distribution to provide the required QoS. /XIV Міжнародна науково-технічна конференція «Перспективи телекомунікацій» ПТ-2020: Збірник матеріалів конференції К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2020. – с.352-354.