

УДК 681.3.06 (075.8)

ЗАЛЕЖНІСТЬ ХАРАКТЕРИСТИК СМО ВІД ПАРАМЕТРІВ ВХІДНОГО ПОТОКУ ЗАЯВОК

В.М. Кичак

Доктор технічних наук, професор
Кафедра телекомунікаційних систем і телебачення*

В.В. Мотигін

Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра проектування комп'ютерної та
телекомунікаційної апаратури*

В.В. Герасимлюк

Аспірант
Інститут магістратури, аспірантури та докторантури*
Контактний тел.: 067-147-97-49
E-mail: vitalik.gerasimluk@rambler.ru

*Вінницький національний технічний університет
вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, Вінницька обл.,
21021

А.Г. Ложковський

Доктор технічних наук, професор**

О.В. Вербанов

Старший викладач**

**Кафедра комунаційних систем
Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова
вул. Кузнечна, 1, м. Одеса, Одеська обл., 65029

В роботі проведено експериментальне дослідження моделі системи масового обслуговування. Встановлено залежності коефіцієнта завантаження системи від зміни інтенсивності вхідного потоку і зміни інтенсивності обслуговування при різних законах розподілу

Ключові слова: система масового обслуговування (СМО), автоматична телефонна станція (АТС)

В работе проведено экспериментальное исследование модели системы массового обслуживания. Установлены зависимости коэффициента загрузки системы от изменения интенсивности входного потока и изменения интенсивности обслуживания при различных законах распределения

Ключевые слова: система массового обслуживания (СМО), автоматическая телефонная станция (АТС)

In work experimental research of model of the queuing system is conducted. It is set to dependence of load factor of the system on the change of intensity of input stream and change of intensity of service at different laws of distributing

Keywords: queuing system (QS), automatic telephone station (ATS)

Вступ

Сьогодні телефонний зв'язок завдяки своїй доступності користується великою популярністю. Кількість абонентів, які бажають користуватися даною послугою постійно зростає. АТС є системою масового обслуговування, яка залежно від своїх параметрів (характеру потоку заявок, кількості каналів обслуговування і їх продуктивності), а також від правил організації роботи, має певну ефективність функціонування (пропускну здатність), що дозволяє їй успішно обслуговувати вхідний потік заявок [1].

Основу всіх процесів в СМО становить обробка відповідної заявки, що поступає на вхід системи у випадкові моменти часу. Сукупність таких заявок утворюють вхідний потік вимог. Кожен канал зв'язку у будь-який момент часу може займатися обслуговуванням лише однієї заявки. Якщо кількість каналів

недостатньо для обслуговування всіх заявок, що поступили, то виникає конфлікт, в результаті якого частка заявок відкидається або поміщається в чергу. В багатьох випадках, при проектуванні АТС, зіштовхуються з проблемами раціонального вибору кількості каналів для зв'язку, розрахунком інтенсивності для кожного каналу [2].

Мета роботи – розробка рекомендацій по раціональній побудові СМО, раціональній організації її роботи і регулюванню потоку заявок при різних комбінаціях законів розподілу вхідного потоку і характеру обслуговування для забезпечення високої ефективності функціонування.

Задачі, що ставляться в процесі дослідження, наступні:

- розробка імітаційної моделі СМО за допомогою засобу імітаційного моделювання складних систем Extend 6;

- дослідження коефіцієнту завантаження СМО залежно від параметрів вхідного потоку і характеру обслуговування.

Об'єктом дослідження є сільська АТС з п'ятьма каналами обслуговування. Як метод дослідження в роботі використовується імітаційне моделювання.

Імітаційне моделювання СМО

Класичним прикладом системи масового обслуговування є автоматична телефонна станція (АТС). Щоб промоделювати її роботу за добу, визначити особливості функціонування, можна використати апарат імітаційного моделювання – метод дослідження, при якому система, замінюється моделлю, яка з достатньою точністю описує реальну систему і з якою проводяться експерименти з подальшим отриманням інформації. Перевагами імітаційного моделювання є простота і малі затрати при дослідженні; можливість побудувати аналітичну модель так як в системі є час, причинні зв'язки, стохастичні змінні; можливість зімітувати поведінку системи в часі [3].

В даній роботі дослідження проводилось з допомогою програми для імітаційного моделювання складних систем Extend 6. Результатом симуляції в ній є набір деяких числових характеристик для моделі, а також повна історія функціонування модельованої системи. Даний програмний продукт має ряд переваг в порівнянні з іншими засобами: зручний інтерфейс, простота в використанні, ефективність дослідження тощо. Покрокова технологія Extend дозволяє створювати такі моделі реального світу, які можуть виявитися дуже складними для того, щоб їх можна було дослідити іншими методами [4].

Імітаційна модель АТС складається з таких блоків (рис. 1):

- Executive – обов'язковий елемент кожної моделі;
- Generator – генератор транзактів;
- Activity Delay (Multiple) – блок обробки транзактів;
- Input Random Number – блок генерації і запису значень;
- Exit – вихід;
- Histogram – блок графічної побудови гістограм;
- Plotter, Discrete event – блок графічної побудова часових діаграм.

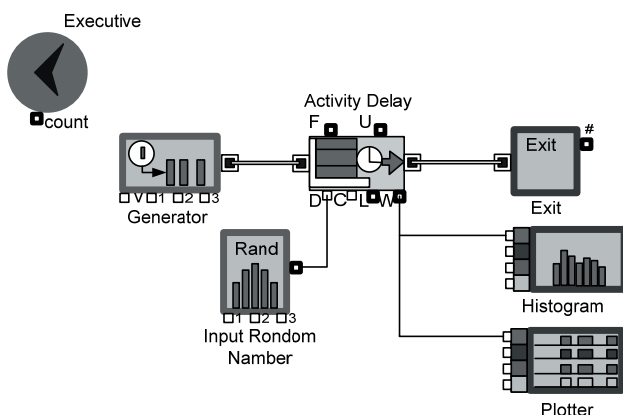


Рис. 1. Імітаційна модель автоматичної телефонної станції

Блок Executive з бібліотеки De.lix є головним елементом будь-якої дискретної моделі. З його допомогою контролюється тривалість моделювання за рахунок завдання часу завершення чи з допомогою підрахунку числа подій, які пройшли.

Блок Generator генерує транзакти для моделей з дискретними подіями на підставі часу, що задається, між сусідніми транзактами. Транзакти можуть генеруватися через постійні проміжки часу. Можна вибрати один з пропонуванних розподілів або задати емпіричний розподіл таблицею.

Activity Delay (Multiple) затримує відразу декілька транзактів, число яких задається в діалоговому вікні, і випускає їх назад в залежність від індивідуальної затримки і часу прибуття кожного з них [4].

Блок Input Random Number керує роботою блоку Activity Delay, генеруючи випадкове ціле або речовинне число на підставі вибраного розподілу. Можна вибрати наступні розподіли: рівномірний, бета, біноміальний, Ерланга, експоненціальний, гамма, геометричний, гіперекспоненціальний, логнормальний, нормальний, Пірсона типу V, Пірсона тип VI, Пуассона, трикутний, Вейбулла або емпіричний. Емпіричний розподіл використовує таблиці з 50 значень для генерації дискретного або безперервного (інтерполяція) розподіли.

Блок Exit виводить транзакти з процесу симуляції. Кількість транзактів, виведених цим блоком показується в діалоговому вікні і видається на конектор #.

Блок Histogram використовується для побудови гістограм на основі даних, що поступають на нього. Він може використовуватися як в безперервних так і в дискретних моделях. В діалоговому вікні блоку вказується інтервал, за яким здійснюється стеження, а також число підінтервалів на яке розбивається інтервал стеження при підрахунку кількості раз попадання.

Блок Plotter, Discrete event використовується лише в дискретних моделях і призначений для побудови графіків величин, що змінюються дискретно. Блок дозволяє будувати до чотирьох графіків одночасно в межах однієї симуляції [4].

Для дослідження роботи АТС був вибраний один канал обслуговування. Змінювався характер розподілу вхідного потоку і характер обслуговування й перевірялось як ці зміни впливають на занятість каналу обслуговування. Припускалось, що вхідний потік може описуватися такими законами: Ерланга, Пуасона, Експоненціальним. Система досліджувалася при наступних інтенсивностях вхідного потоку: 0,04 хв⁻¹, 0,067 хв⁻¹, 0,1 хв⁻¹, 0,2 хв⁻¹, 0,5 хв⁻¹. Інтенсивність обслуговування складала 0,1 хв⁻¹. Система досліджувалася протягом 1 440 хвилин (однієї доби). З метою отримання якомога точнішого результату в кожному випадку дослід проводився 10 разів, потім результат усереднювався.

У випадку, коли вхідний потік і характер обслуговування підпорядковувались розподілу Ерланга (система E¹/E¹/1) й інтенсивність вхідного потоку й інтенсивність обслуговування складала 0,1 хв⁻¹ коефіцієнт завантаження каналу склав 0,68. Коефіцієнт завантаження каналу та усереднені значення зайнятості каналу при кожному дослідженні показано в табл. 1.

Таблиця 1

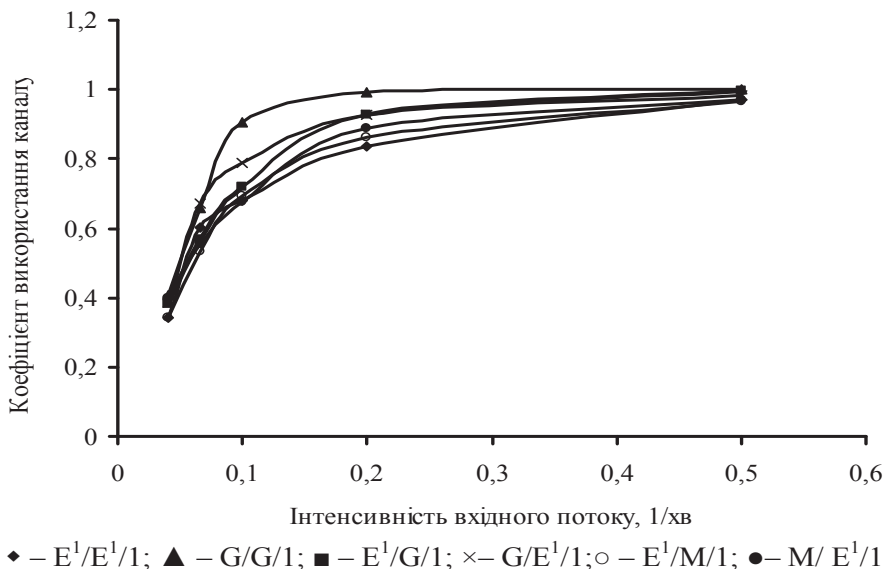
Зміна коефіцієнту завантаження системи в якій вхідний потік і характер обслуговування має розподіл Ерланга при зміні інтенсивності вхідного потоку

Номер досліджу	Інтенсивність вхідного потоку, xv^{-1} /інтенсивність обслуговування, xv^{-1}				
	0,5 / 0,1	0,2 / 0,1	0,1 / 0,1	0,067 / 0,1	0,04 / 0,1
1	0,966881	0,787863	0,678503	0,665536	0,326229
2	0,987964	0,790104	0,762513	0,487053	0,326229
3	0,958401	0,880225	0,705154	0,59497	0,262305
4	0,970922	0,838393	0,680348	0,560506	0,305646
5	0,972219	0,87048	0,59539	0,640596	0,360726
6	0,968625	0,849598	0,620238	0,616117	0,355026
7	0,955421	0,85497	0,685077	0,60393	0,336431
8	0,973633	0,821327	0,65751	0,605117	0,431145
9	0,972976	0,808462	0,696105	0,616466	0,261633
10	0,970137	0,880858	0,737974	0,641551	0,455452
Усереднене значення	0,969718	0,838228	0,681881	0,603184	0,342082

Значення коефіцієнтів завантаження залежно від інтенсивності вхідного потоку при різних законах розподілу вхідного потоку і характеру обслуговування показано в табл. 2.

При зміні інтенсивності вхідного потоку для різних законів розподілу ми встановили залежність коефіцієнту використання каналу яка показана на рис. 2.

З рис. 2 видно, що при інтенсивності вхідного потоку від 0,1 xv^{-1} до 0,5 xv^{-1} значення коефіцієнта завантаження каналу при різних законах суттєво відрізняється. При інтенсивності 0,1 xv^{-1} розбіжність може скласти 20 %. При збільшенні інтенсивності вхідного потоку розбіжність зменшується.



◆ – $E^1/E^1/1$; ▲ – $G/G/1$; ■ – $E^1/G/1$; × – $G/E^1/1$; ○ – $E^1/M/1$; ● – $M/E^1/1$

Рис. 2. Залежність коефіцієнту завантаження каналу від інтенсивності вхідного потоку

Таблиця 2

Залежність коефіцієнту завантаження системи від інтенсивності вхідного потоку при різних законах розподілу вхідного потоку і обслуговування

Закон розподілу вхідного потоку	Характер обслуговування	Інтенсивність вхідного потоку, xv^{-1}				
		0,04	0,067	0,1	0,2	0,5
Ерланга	Ерланга	0,34	0,60	0,68	0,84	0,97
Пуасона	Пуасона	0,41	0,66	0,91	0,99	0,99
Ерланга	Пуасона	0,38	0,57	0,72	0,93	0,99
Пуасона	Ерланга	0,39	0,67	0,79	0,93	0,98
Ерланга	Експоненціальний	0,34	0,53	0,69	0,86	0,96
Експоненціальний	Ерланга	0,40	0,55	0,67	0,89	0,97

Таблиця 3

Залежність коефіцієнту завантаження системи від інтенсивності обслуговування при різних законах розподілу вхідного потоку і обслуговування

Закон розподілу вхідного потоку	Характер обслуговування	Інтенсивність обслуговування, xv^{-1}				
		0,04	0,067	0,1	0,2	0,5
Ерланга	Ерланга	0,89	0,79	0,68	0,42	0,19
Пуасона	Пуасона	0,99	0,99	0,91	0,50	0,20
Ерланга	Пуасона	0,98	0,86	0,72	0,46	0,20
Пуасона	Ерланга	0,96	0,87	0,79	0,47	0,20
Ерланга	Експоненціальний	0,89	0,80	0,69	0,45	0,20
Експоненціальний	Ерланга	0,90	0,79	0,67	0,44	0,20

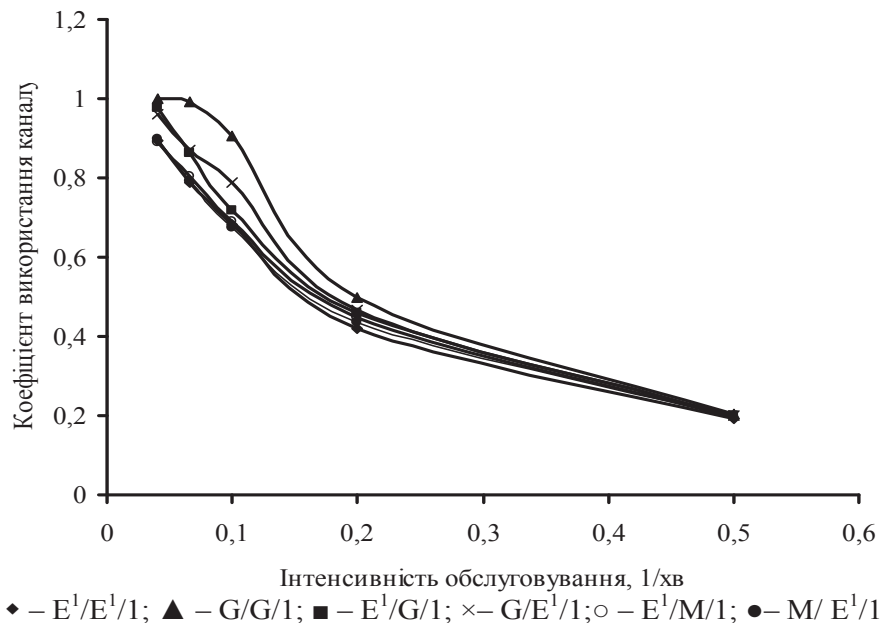


Рис. 3. Залежність коефіцієнту використання каналу від інтенсивності обслуговування

Висновки

В ході проведення експерименту виявилось, що при інтенсивності вхідного потоку від $0,1 \text{ хв}^{-1}$ до

обслуговування проведення дослідження буде найбільш ефективним. При сталій інтенсивності вхідного потоку інтенсивність обслуговування потрібно обирати більшою $0,15 \text{ хв}^{-1}$.

$0,5 \text{ хв}^{-1}$ і сталій тривалості обслуговування розбіжність коефіцієнту завантаження при різних законах розподілу значна і може складати для інтенсивності $0,1 \text{ хв}^{-1}$ до 20%. При інтенсивності меншій $0,08 \text{ хв}^{-1}$ і більшій $0,5 \text{ хв}^{-1}$ коефіцієнт завантаження системи однаковий для різних розподілів.

При інтенсивності обслуговування більшій $0,15 \text{ хв}^{-1}$ коефіцієнт завантаження системи майже однаковий для різних законів розподілу. При інтенсивності обслуговування меншій $0,15 \text{ хв}^{-1}$ розбіжність між коефіцієнтом завантаження системи для різних законів розподілу значна і може досягати до 20% для інтенсивності $0,1 \text{ хв}^{-1}$. Отже, при інтенсивності вхідного потоку більшій $0,5 \text{ хв}^{-1}$, і сталій інтенсивності

Література

1. Крылов В.В. Теория телетрафика [Текст] / В.В. Крылов. – Н.Новгород: НГТУ, 2000.
2. Крылов В.В. Теория телетрафика и ее приложения [Текст] / Крылов В.В. Самохвалова С.С. – С Пб.: БХВ – Петербург, 2005. – 288 с. – ISBN 5-94157-569-6.
3. Строгалев В.П. Имитационное моделирование [Текст] / Строгалев В.П., Толкачева И.О. – М.: МГТУ им. Баумана, 2008. – 280 с.
4. Рессин А. Имитационное моделирование в среде EXTEND: Методические указания [Текст] / Рессин А. – Рига: Институт транспорта и связи, 2001. – 50 с.