

Міністерство освіти і науки України
Національний авіаційний університет
Факультет кібербезпеки, комп'ютерної та програмної інженерії
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

Курсовий проект
з дисципліни «Технології проектування комп'ютерних систем»
Варіант № 2

Виконавець:

СП-425, Клокун В. Д.

Київ 2020

Зміст

Постановка задачі	3
1 Побудова математичної моделі	4
1.1 Структурна схема системи	4
1.2 Граф переходів станів системи	4
1.3 Математичні моделі для побудови моделі	5
2 Аналітичне визначення показників ефективності функціонування	6
3 Комп'ютерне моделювання системи	7
3.1 Короткий опис пакету QTS plus EXEL	7
3.2 Визначення показників функціонування системи за допомогою пакету QTS plus EXEL	7
3.3 Візуалізація результатів, побудова залежностей ймовірнісно-часових характеристик від певних параметрів	9
4 Аналіз та інтерпретація результатів	11
Список використаної літератури	12

				НАУ 20 0224000 ПЗ			
Виконав	Клокун В. Д.				Літ.	Аркуш	Аркушів
Керівник	Масловський Б. Г.					2	12
					ФККПІ СП-425		
Н. контр.							
Зав. каф.							

Постановка задачі

Необхідно побудувати математичну модель системи масового обслуговування для комп'ютерної системи та визначити показники ефективності її функціонування.

До комп'ютерної системи надходить найпростіший потік завдань з параметром λ . Час обслуговування одного завдання процесором розподілений за експоненціальним законом з параметром μ . Комп'ютерна система може мати один або декілька процесорів m , а також може мати накопичувач (буфер) для завдань K .

Побудувати аналітичну модель та визначити показники ефективності функціонування: стаціонарні ймовірності перебування в системі k завдань, ймовірність того, що завдання потрапить в чергу і т.д.

Для аналізу системи використати QTS plus EXEL, отримати показники функціонування системи та порівняти їх з аналітичними. Проаналізувати отримані результати.

Параметри системи, яку необхідно дослідити, надані у завданні за варіантом (табл. 0.1).

Табл. 0.1. Параметри системи, яку необхідно змоделювати за варіантом

№ варіанта	λ	μ	m	K
2	0,1	0,2	3	∞

НАУ 20 0224000 ПЗ

Виконав	Клокун В. Д.				Літ.	Аркуш	Аркушів
Керівник	Масловський Б. Г.					3	12
					ФККПІ СП-425		
Н. контр.							
Зав. каф.							

1. Побудова математичної моделі

1.1. Структурна схема системи

Щоб наочно представити модельовану систему, необхідно побудувати її структурну схему (рис. 1.1).

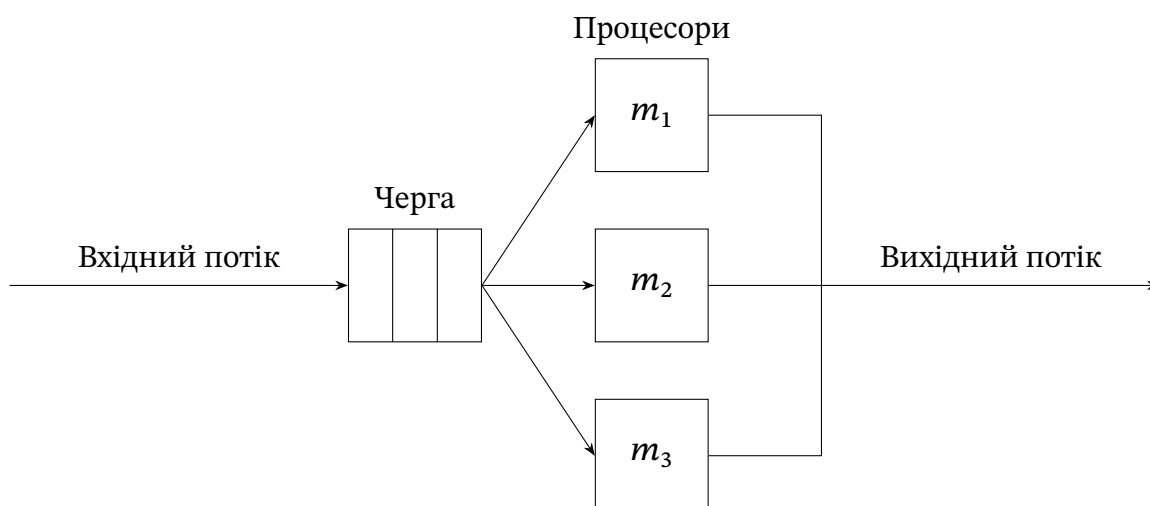


Рис. 1.1. Структурна схема модельованої схеми

1.2. Граф переходів станів системи

Стани модельованої системи масового обслуговування можна представити у вигляді графа переходів станів системи (рис. 1.2).

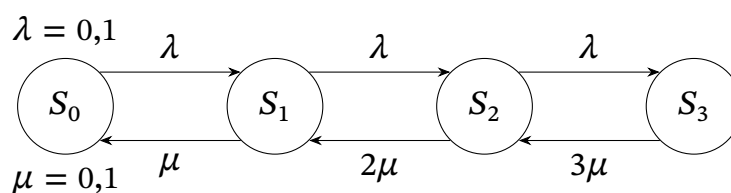


Рис. 1.2. Граф переходів станів системи

				НАУ 20 0224000 ПЗ			
Виконав	Клокун В. Д.				Літ.	Аркуш	Аркушів
Керівник	Масловський Б. Г.					4	12
					ФККПІ СП-425		
Н. контр.							
Зав. каф.							

Представлений граф переходів показує, що система може знаходитись у таких станах:

1. Стан S_0 — усі канали системи вільні.
2. Стан S_1 — система використовує 1 канал.
3. Стан S_2 — система використовує 2 канали.
4. Стан S_3 — система використовує 3 канали.

На початку система знаходиться у стані S_0 . Коли в систему надходить потік заявок з інтенсивністю λ , він переводить її зі стану S_0 в стан S_1 . Коли система зможе обробити заявки, тобто надасть потік обслуговування μ , він поверне систему зі стану S_1 до стану S_0 . Збільшення інтенсивності потоку на λ на кожному стані S_i буде переводити його у стан S_{i+1} , де $i \in 0, 1, 2$. Аналогічно, якщо у стані буде збільшуватись інтенсивність потоку μ , наприклад $i \cdot \mu$, він переведе систему зі стану S_i до стану S_{i-1} , де $i \in \{1, 2, 3\}$.

1.3. Математичні моделі для побудови моделі

Щоб побудувати необхідну модель системи масового обслуговування, необхідно визначити її математичну модель. Математична модель заданої системи масового обслуговування має такі параметри:

- λ — інтенсивність вхідного потоку задач, тобто кількість заявок, які надходять у систему за одиницю часу.
- μ — інтенсивність, з якою процесор обслуговує задачі, тобто час обслуговування однієї задачі.
- m — кількість процесорів у системі, які можуть обслуговувати задачі. Також називаються каналами.
- K — розмір накопичувача (буфера) завдань, який показує кількість задач, які можуть одночасно перебувати в черзі.

2. Аналітичне визначення показників ефективності функціонування

Перед тим, як приступити до моделювання, варто визначити деякі її показники аналітично, щоб розуміти, наскільки адекватно відображає реальність комп'ютерне моделювання. *Навантаженість системи ρ* показує, скільки відсотків ресурсів системи використовується і обчислюється так:

$$\rho = \frac{\lambda}{m \cdot \mu} \cdot 100\% = \frac{0,1}{3 \cdot 0,1} \cdot 100\% = 33,3\%$$

Середній час обслуговування є вхідним параметром для моделі. Він позначається як $1/\mu$ і аналогічно обчислюється:

$$\frac{1}{\mu} = \frac{1}{0,1} = 10.$$

Доля часу простою системи (або ймовірність того, що процесори вільні) показує, яку частку часу процесори проводять, не оброблюючи запити. Вона обчислюється так:

$$\frac{1}{\sum_{i=0}^m \frac{p^i}{i!}} = \frac{1}{\frac{1^0}{0!} + \frac{1^1}{1!} + \frac{1^2}{2!} + \frac{1^3}{3!} + \frac{1^{3+1}}{3!(3-1)}} = 0,364,$$

де $p = \lambda/\mu = 1$ — інтенсивність навантаження.

				НАУ 20 0224000 ПЗ			
Виконав	Клокун В. Д.				Літ.	Аркуш	Аркушів
Керівник	Масловський Б. Г.					6	12
					ФККПІ СП-425		
Н. контр.							
Зав. каф.							

3. Комп'ютерне моделювання системи

3.1. Короткий опис пакету QTS plus EXCEL

Пакет QTS plus EXCEL — це додаток для офісного пакету Microsoft Excel, який розповсюджується окремо, але безкоштовно. Він дозволяє моделювати системи масового обслуговування 7 різних категорій. Пакет розповсюджується у вигляді ZIP-архіву, який містить файли макросів Microsoft Excel. Щоб запустити програму, необхідно відкрити файл QtsPlus.xls і послідовно виконувати вказівки.

3.2. Визначення показників функціонування системи за допомогою пакету QTS plus EXCEL

Щоб визначити показники функціонування системи, необхідно запустити пакет QTS plus EXCEL. Для цього відкриваємо файл QtsPlus.xls. З'явиться вікно налаштування моделювання (рис. 3.1).

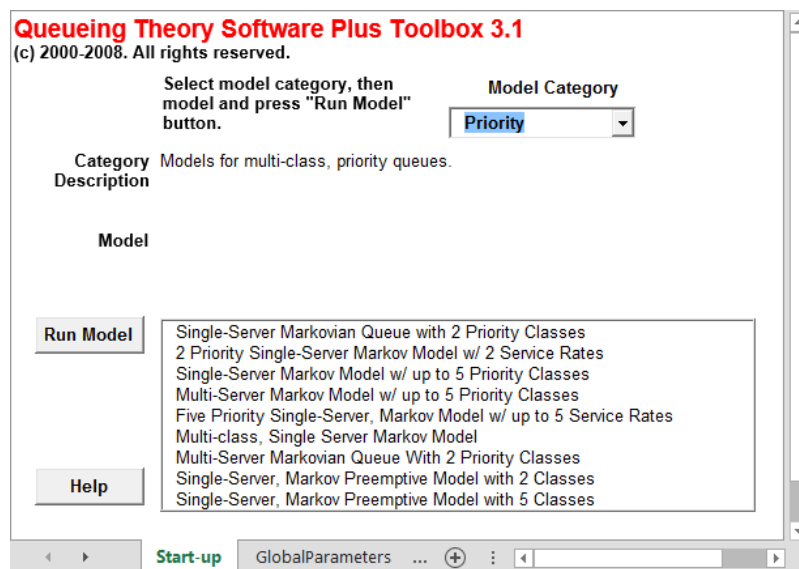


Рис. 3.1. Стартове вікно налаштування моделювання в пакеті QTS plus EXCEL

				НАУ 20 0224000 ПЗ			
Виконав	Клокун В. Д.				Лім.	Аркуш	Аркушів
Керівник	Масловський Б. Г.					7	12
					ФККПІ СП-425		
Н. контр.							
Зав. каф.							

Тепер необхідно обрати модель, яку необхідно моделювати за завданням варіанту. Для цього у вікні налаштування моделювання у випадяючому меню «Model Category» необхідно обрати варіант «Multi-Server» і модель «M/M/C: Poisson Arrivals to Multiple Exponential Servers» (рис. 3.2).

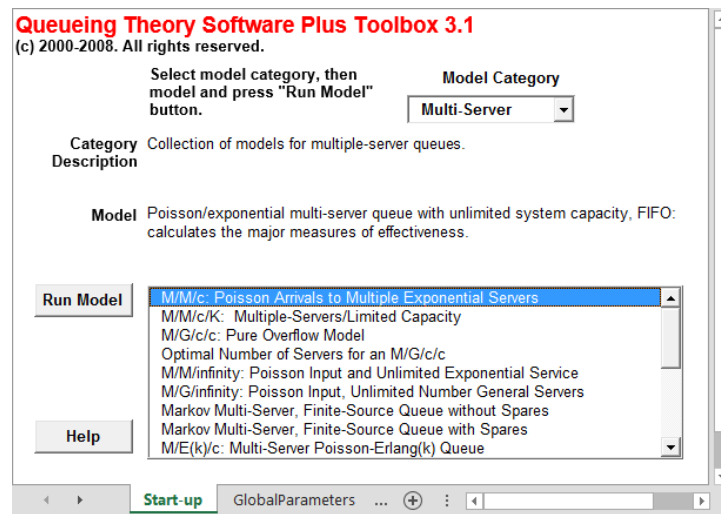


Рис. 3.2. Вікно вибору моделі в пакеті QTS plus EXEL

Коли модель обрана, необхідно запустити моделювання. Для цього у вікні вибору моделі необхідно натиснути кнопку «Run Model». Відкриється вікно налаштування обраної моделі (рис. 3.3). У відкритому вікні вводимо параметри математичної моделі. Коли параметри введені, моделювання відбудеться автоматично і результати моделювання оновляться (табл. 3.1).

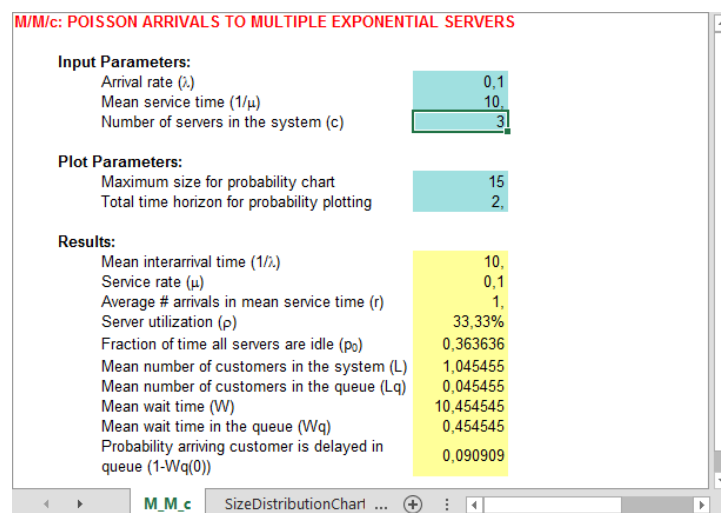


Рис. 3.3. Вікно налаштування обраної моделі в пакеті QTS plus EXEL

Табл. 3.1. Результати моделювання заданої системи масового обслуговування

Параметр	Значення
Середній час прибуття задачі $1/\lambda$	10
Середній час обробки задачі μ	0,1
Середня кількість нових задач за середній час обробки r	1
Завантаження процесорів ρ	33,33%
Частка часу повного простою процесорів p_0	0,363 636
Середня кількість заявок у системі L	1,045 455
Середня кількість заявок у черзі L_q	0,045 455
Середній час очікування W	10,454 545
Середній час очікування в черзі W_q	0,454 545
Ймовірність, що прибула заявка затримається в черзі $1 - W_q(0)$	0,090 909

3.3. Візуалізація результатів, побудова залежностей ймовірнісно-часових характеристик від певних параметрів

Пакет дозволяє візуалізувати результати моделювання, а саме побачити графік густини ймовірностей, що черга заявок матиме певний розмір, і графік розподілу ймовірностей часу, проведеного в черзі. Щоб побачити графік густини ймовірностей, що черга заявок матиме певний розмір n , необхідно перейти у сусідню вкладку «SizeDistributionChart» (рис. 3.4).

Побудований графік показує, що найбільш імовірно, що система обслуговуватиме 1—2 заявки у певний момент часу. Ймовірність обслуговування більшої кількості заявок зменшується за експоненційним законом.

Щоб побачити графік розподілу ймовірностей часу, проведеного в черзі, необхідно перейти у вкладку «TimeDistributionChart» (рис. 3.5).

Побудований графік показує, що з імовірністю 0,9 нові заявки не будуть затримуватись у черзі, а натомість будуть миттєво оброблені. Також видно, що 95% заявок будуть оброблені не довше, ніж за 2 одиниці часу.

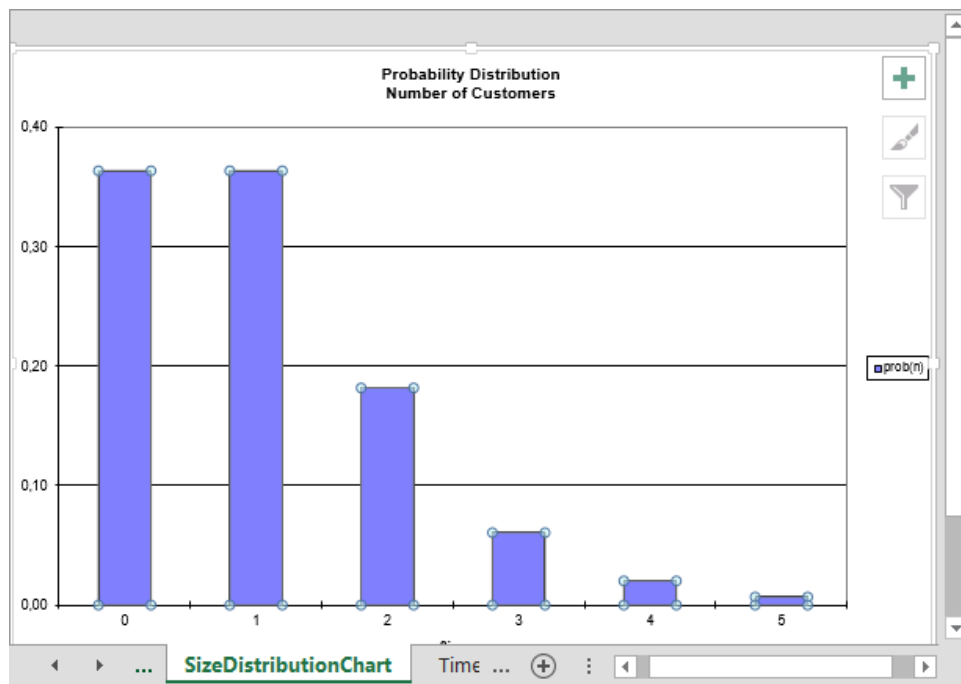


Рис. 3.4. Графік густини ймовірностей, що черга заявок матиме розмір n для обраної моделі в пакеті QTS plus EXEL

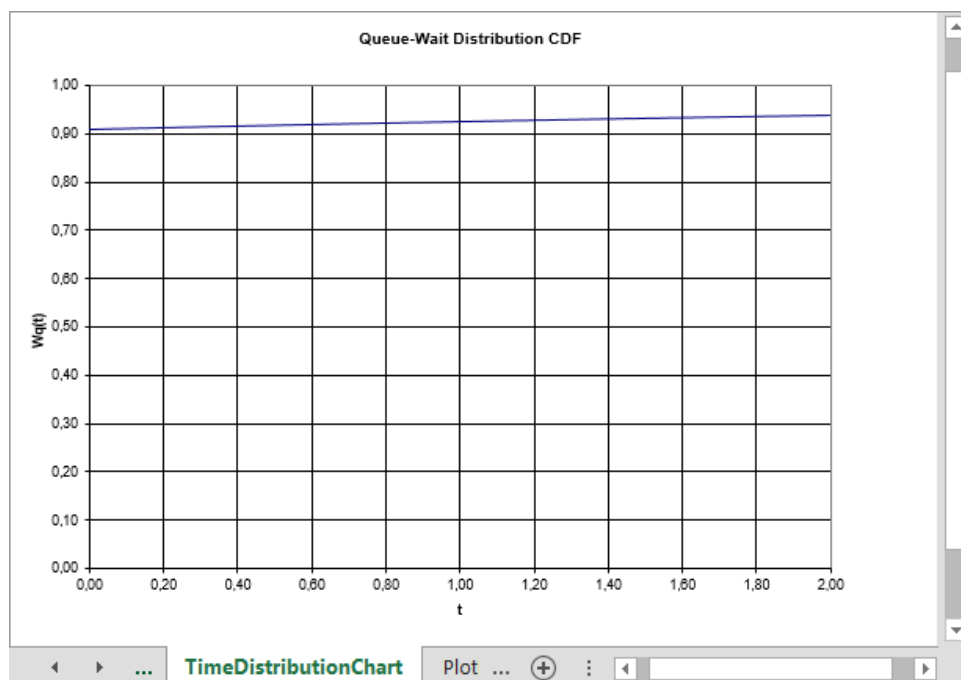


Рис. 3.5. Графік розподілу ймовірностей часу t , проведеного в черзі, для обраної моделі в пакеті QTS plus EXEL

4. Аналіз та інтерпретація результатів

Виконуючи даний курсовий проект, була досліджена система масового обслуговування типу $M/M/c/K$ з параметрами $m = 3$, $K = \infty$. Це 3-канальна однорідна експоненціальна система масового обслуговування без буферизації (тому розмір буферу вважається нескінченним). У ході виконання для перевірки адекватності моделювання системи були обчислені аналітичні показники. Результати моделювання співпадають з обчисленими аналітичними показниками, тому є підстави вважати, що моделювання достовірне.

Результати моделювання показали, що задана за варіантом система масового обслуговування повністю справляється із покладеним на неї навантаженням: найбільш імовірно, що у системі буде використовуватись менше каналів, ніж у ній є, а ймовірність використання усіх каналів менша за 0,20. Крім того, нові заявки дуже швидко оброблюються: переважна більшість заявок (95%) буде оброблена швидше, ніж за 2 одиниці часу.

Також під час аналітичного обчислення показників і моделювання виявлено, що система має невеликі значення завантаженості (33,3%) і великі частки часу простою (36%), що підкреслює, що задана система з легкістю справляється із покладеним навантаженням і має серйозний запас, а тому її ефективність і утилізація знаходяться на низькому рівні.

				НАУ 20 0224000 ПЗ			
Виконав	Клокун В. Д.				Літ.	Аркуш	Аркушів
Керівник	Масловський Б. Г.					11	12
					ФККПІ СП-425		
Н. контр.							
Зав. каф.							

Список використаної літератури

1. *Лаврусь О. Е., Міронов Ф. С.* Комп'ютерні мережі. Навчальний посібник. — Кіровоград: ЦОП Авангард, 2008. — 146 с.
2. *Масловський Б. Г. Дрововозов В. І., Коба О. В.* Технології проектування комп'ютерних систем. / Навчальний посібник. — К.: НАУ, 2015. — 500 с.
3. *Вишневский В. М.* Теоретические основы проектирования компьютерных сетей. — М.: Техносфера, 2003. — 512 с.

				<i>НАУ 20 0224000 ПЗ</i>			
Виконав	Клокун В. Д.				Літ.	Аркуш	Аркушів
Керівник	Масловський Б. Г.					12	12
					<i>ФККПІ СП-425</i>		
Н. контр.							
Зав. каф.							