Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное агентство по образованию Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный университет»

Факультет автоматики и вычислительной техники

Кафедра электронных вычислительных машин

Лабораторная работа №2

по курсу «Высокопроизводительные вычислительные комплексы»

Вариант 11

Выполнил студент группы ИВТ-41\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Птахова А.М/

Проверил доцент кафедры ЭВМ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Мельцов В.Ю./

Киров 2023

1. Выполнение лабораторной работы

1.1 Задание №1

Расчитайте вероятность Pn пребывания в системе n заявок для

- R = 3,2

- n = 4

- Число процессоров N = 6

**Расчетные формулы:**

Формула вероятности пребывания n заявок в системе представлена на рисунке 1.

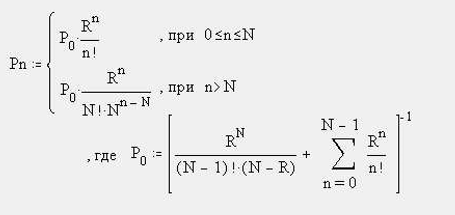


Рисунок 1 – Формула вероятности пребывания n заявок в системе

**Расчеты:**

𝑃0 = [3.26/(5! ∗ (6 – 3.2)) + 3.20/0! + 3.21/1! + 3.22/2! + 3.23/3! + 3.24/4!

+ 3.25/5!]–1 = 0.03978

1.2 Задание № 2

Расчитайте вероятность Pn пребывания в системе n заявок для

- R = 2,2

- n = 9

- Число процессоров N = 6

**Расчетные формулы:**

Формула вероятности пребывания n заявок в системе представлена на рисунке 2.

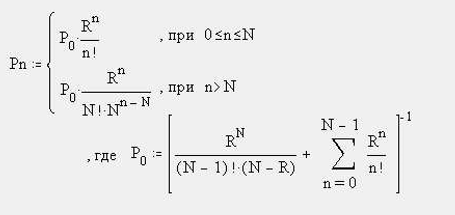


Рисунок 2 – Формула вероятности пребывания n заявок в системе

**Расчеты:**

𝑃0 = [2.26/(5! ∗ (6 – 2.2)) + 2.20/0! + 2.21/1! + 2.22/2! + 2.23/3! + 2.24/4!

+ 2.25/5!]–1 = 0.136157

1.3 Задание № 3

Введите интенсивности обслуживания заявки каналом M,

где B - быстродействие процессора,

Q - средняя трудоемкость заявки:

**Расчетные формулы:**

Интенсивность обслуживания заявки каналом рассчитывается по формуле:



где 𝑉 – средняя длительность обслуживания заявки каналом с быстродействием 𝐵:



Тогда получаем, что интенсивность обслуживания заявки каналом:



где 𝐵 – быстродействие процессора;

𝜃 – средняя трудоемкость процессорных операций.

1.4 Задание № 4

Расчитайте интенсивность обслуживания заявки каналом M

B = 140000,

Q = 4000

**Расчетные формулы:**



**Расчеты:**

M = 140000/ 4000 = 35

1.5 Задание № 5

Введите формулу загрузки канала р,

где L - интенсивность потока заявок,

N - число процессоров,

M - интенсивность обслуживания заявки каналом:

**Расчетные формулы:**

Загрузка канала, то есть отношение времени, в течение которого канал занят обслуживанием заявок, к общему времени его функционирования:



где 𝜆 – интенсивность потока заявок;

𝜇 – интенсивность обслуживания заявки каналом;

𝑁 – число процессоров.

1.6 Задание № 6

Расчитайте загрузку канала p

L = 12,

N = 6

**Расчеты:**

1.7 Задание № 7

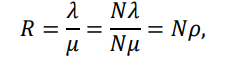
Введите формулу суммарной загрузки N-канальной системы R,

где N - количество процессоров,

p - загрузка канала:

**Расчетные формулы:**

Суммарная загрузка 𝑅 в отношении 𝑁-канальной системы массового обслуживания определяет среднее число каналов, занятых обслуживанием заявок. 𝑅 – суммарная загрузка, 𝑁 – канальной системы:



где 𝑁 – число процессоров;

𝜌 – загрузка канала.

1.8 Задание № 8

Расчитайте суммарную загрузку N - канальной системы R

**Расчеты:**

1.9 Задание № 9

Расчитайте среднюю длину очереди заявок l по формуле:

**Расчетные формулы:**

Расчетная формула длины очереди заявок представлена на рисунке 3

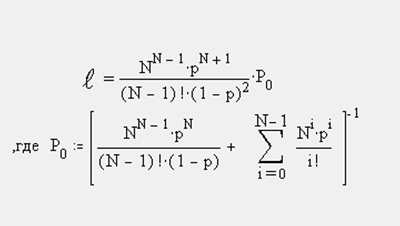


Рисунок 3 – Формула расчета длины очереди заявок

**Расчеты:**

N=6, p= (Задание 6)

𝑃0 = [0.0576\*65/(5! ∗ (1 – 0.057)) + 60\*0.0570/0! + 61\*0.0571/1! + 62\*0.0572/2!+ 63\*0.0573/3! + 64\*0.0574/4! +65\*0.0575/5!]–1 = 0.70973983

1.10 Задание № 10

Введите формулу среднего времени пребывания заявки в системе U,

где l - средняя длина очереди заявок,

R - суммарная загрузка N - канальной системы,

L - интенсивность потока заявок:

**Расчетные формулы:**

Среднее время пребывания заявки в системе рассчитывается по формуле:



Среднее число заявок, пребывающих в системе:



где 𝑙 - среднее число заявок, находящихся в очереди и определяемое выражением;

𝑅 – суммарная загрузка 𝑁-канальной системы, определяемая выражением. Из выражений получаем среднее время пребывания заявки в системе:



1.11 Задание № 11

Расчитайте среднее время пребывания заявки в системе U

**Расчеты:**

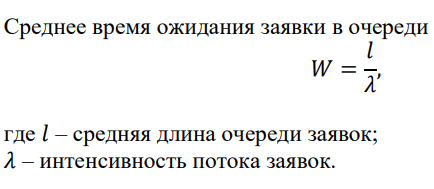
1.12 Задание № 12

Введите формулу среднего времени ожидания заявки в очереди W,

где l - средняя длина очереди заявок,

L - интенсивность потока заявок

**Расчетные формулы:**



1.13 Задание № 13

Расчитайте среднее время ожидания заявки в очереди W

**Расчеты:**

1.14 Задание № 14

Выполнить расчет вероятности 𝑃n пребывания 𝑛 = 0, 1, 2, . . . , 12 заявок в 𝑁-процессорной системе для четырех значений суммарной загрузки 𝑅. Результаты свести в таблицу, и для всех значений 𝑅 построить графики функции 𝑃n = 𝐹(𝑛).

**Исходные данные:**

𝑁 = 6

𝑅1 = 1,3

𝑅2 = 2,3

𝑅3 = 3,3

𝑅4 = 4,3

**Расчеты:**

Расчет вероятности 𝑃n производится по формуле, представленной на 1. Результаты расчетов представлены в таблице 1. График зависимости 𝑃n от 𝑛 представлен на рисунке 4.

Таблица 1 – Результаты расчетов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| n | R1 | R2 | R3 | R4 |
| 0 | 0,27250406 | 0,09991394 | 0,03581260 | 0,01172622 |
| 1 | 0,35425528 | 0,22980206 | 0,11818158 | 0,05042276 |
| 2 | 0,23026593 | 0,26427237 | 0,19499961 | 0,10840894 |
| 3 | 0,09978190 | 0,20260881 | 0,21449957 | 0,15538614 |
| 4 | 0,03242912 | 0,11650007 | 0,17696215 | 0,16704010 |
| 5 | 0,00843157 | 0,05359003 | 0,11679502 | 0,14365449 |
| 6 | 0,00182684 | 0,02054285 | 0,06423726 | 0,10295238 |
| 7 | 0,00039582 | 0,00787476 | 0,03533049 | 0,07378254 |
| 8 | 0,00008576 | 0,00301866 | 0,01943177 | 0,05287749 |
| 9 | 0,00001858 | 0,00115715 | 0,01068747 | 0,03789553 |
| 10 | 0,00000403 | 0,00044357 | 0,00587811 | 0,02715847 |
| 11 | 0,00000087 | 0,00017004 | 0,00323296 | 0,01946357 |
| 12 | 0,00000019 | 0,00006518 | 0,00177813 | 0,01394889 |

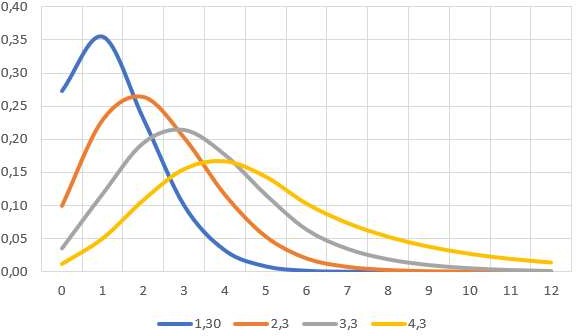


Рисунок 4 – График зависимости Pn от n

Суммарная загрузка 𝑁-канальной системы массового обслуживания определяет среднее число каналов, занятых обслуживанием заявок, т. е. она определяет среднее число заявок, обслуживаемых в каналах.

Наиболее вероятное число заявок в системе будет наблюдаться при 𝑛 = 𝑅 + 𝑙, т. к. в этом случае среднее число заявок в очереди близко к нулю, поскольку суммарная загрузка системы меньше количества каналов. Также можно сделать вывод, что с увеличением суммарной загрузки системы максимум Pn будет наблюдаться при более высоком среднем числе заявок.

Значения функции в точке максимума не равны единицы, потому что средняя загрузка системы 𝑅 отлична от нуля, из-за чего нельзя с абсолютной уверенностью сказать, что в системе будет определенное число заявок. Однако, при средней загрузке системы равной нулю вероятность нахождения в системе числа заявок 𝑛 = 0 будет равна 𝑃n = 1. Так как нулевая средняя загрузка системы говорит о том, что система не обслуживает заявки, то и число заявок в системе равно нулю.

1.15 Задание № 15

Для трех значений быстродействия 𝐵 и для числа процессоров 𝑁 = 1, 2, 3, а также для девяти ВС выполнить расчеты основных характеристик вычислительной системы.

**Исходные данные:**

Интенсивность потока заявок (1/c) λ = 12

Средняя трудоемкость заявки (тыс. оп) θ = 5000

**Расчеты:**

Расчеты основных характеристик представлены в таблице 2.

Для трех значений быстродействия 𝐵 и для числа процессоров 𝑁 = 1, 2, 3, а также для девяти ВС выполнить расчеты основных характеристик вычислительной системы.

Интенсивность потока заявок (1/c) λ = 12

Средняя трудоемкость заявки (тыс. оп) θ = 5000

Расчеты основных характеристик представлены в таблице 2. Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | N | B | µ | V | R | l | W | U | Ρ |
| 1 | 1 | 80000 | 16 | 0,0625000 | 0,750 | 2,25 | 0,187500 | 0,250000 | 0,750000 |
| 2 | 2 | 80000 | 16 | 0,0625000 | 0,750 | 0,122727 | 0,010227 | 0,072727 | 0,375000 |
| 3 | 3 | 80000 | 16 | 0,0625000 | 0,750 | 0,014706 | 0,001225 | 0,063725 | 0,250000 |
| 4 | 1 | 160000 | 32 | 0,0312500 | 0,375 | 0,225 | 0,018750 | 0,050000 | 0,375000 |
| 5 | 2 | 160000 | 32 | 0,0312500 | 0,375 | 0,013664 | 0,001139 | 0,032389 | 0,187500 |
| 6 | 3 | 160000 | 32 | 0,0312500 | 0,375 | 0,000986 | 0,000082 | 0,031332 | 0,125000 |
| 7 | 1 | 240000 | 48 | 0,0208333 | 0,250 | 0,083333 | 0,006944 | 0,027778 | 0,250000 |
| 8 | 2 | 240000 | 48 | 0,0208333 | 0,250 | 0,003968 | 0,000331 | 0,021164 | 0,125000 |
| 9 | 3 | 240000 | 48 | 0,0208333 | 0,250 | 0,000201 | 0,000017 | 0,020850 | 0,083333 |

При изменении быстродействия канала:

- Среднее время пребывания заявки 𝑈 уменьшается

- Уменьшается средняя нагрузка на канал ρ, т. к. она обратно пропорциональна интенсивности обслуживания заявки каналом μ, которая возрастает при увеличении быстродействия канала

- Уменьшается средняя загрузка системы 𝑅, т. к. уменьшается средняя загрузка канала

- Уменьшается средняя длина очереди 𝑙, т. к. уменьшается средняя загрузка канала

- Уменьшается среднее время ожидания заявки в очереди 𝑊, т. к. уменьшается средняя длина очереди канала

- Уменьшается среднее время обработки заявки 𝑉, т. к. увеличивается быстродействие канала

При неизменном быстродействии отдельного канала и наращивании числа (𝑁 = 1,2,3) каналов:

- Интенсивность обслуживания заявок μ каналом остается неизменной, т. к. зависит от быстродействия отдельного процессора (μ = 𝐵/θ)

- Средняя нагрузка на канал ρ уменьшается, т. к. зависит обратно пропорционально от числа каналов 𝑁 (ρ = λ/(𝑁 ∗ μ))

- Суммарная загрузка системы 𝑅 не изменяется, т. к. зависит прямо пропорционально от средней величины загрузки канала и их количества 𝑁 (𝑅 = ρ ∗ 𝑁)

- Средняя длина очереди 𝑙, среднее время ожидания заявки в очереди 𝑊 и среднее время пребывания заявки в системе 𝑈 уменьшается, т. к. увеличивается общая производительность вычислительной системы за счет добавленных каналов

- Среднее время обработки заявки 𝑉 не изменяется, т. к. зависит от быстродействия канала, которое остается постоянным

При быстродействии 240000 оп/с с 1 каналом и при быстродействии 80000 оп/с с 3 каналами вычислительные системы имеют следующие показатели:

- Интенсивность обслуживания заявки каналом напрямую зависит от его быстродействия, следовательно, величина μ для одноканальной системы будет в 3 раза выше

- Средняя величина загрузки канала при постоянной интенсивности поступления заявок в систему остается неизменной, т. к. интенсивность входного потока заявок λ и средняя трудоемкость θ остаются неизменными, а произведение количества каналов 𝑁 на быстродействие 𝐵 у обоих систем одинаково (ρ = (λ ∗ θ)/(𝑁 ∗ 𝐵))

- Так как суммарная загрузка системы зависит от числа каналов и их загрузки, то суммарная загрузка трехканальной системы будет в 3 раза выше (𝑅 = 𝑁 ∗ ρ)

- Средняя длина очереди заявок 𝑙 и среднее время ожидания заявки в очереди 𝑊 у трехканальной системы меньше, чем у одноканальной, т. к. наличие в системе 3 каналов позволяет сократить среднюю длину очереди заявок и среднее время ожидания заявки в очереди при одинаковом суммарном обслуживании систем

- Среднее время пребывания заявки в системе 𝑈 у одноканальной системы будет меньше, чем у трехканальной, т. к. среднее время пребывания заявки в системе определяется суммой среднего времени ожидания заявки в очереди 𝑊 и средней длительности обслуживания заявки каналом 𝑉, которая у сравниваемых систем отличается значительно (у одноканальной системы средняя длительность обслуживания заявки каналом выше в 3 раза)

На основании рассмотренного выше сравнения одно- и трехканальной систем с быстродействием 𝐵1 = 240000 оп/с и 𝐵2 = 80000 оп/с соответственно можно сделать вывод, что одноканальная система с быстродействием 𝐵1 выигрывает по производительности у системы с тремя каналами с быстродействием 𝐵2. Численный пример приведен на рисунке 5.



Рисунок 5 – Численный пример

Многоканальная система выиграет по производительности у системы с одним каналом в случае, если время ожидания заявки в очереди 𝑊 трехканальной системы будет значительно меньше, чем у одноканальной (𝑈 = 𝑊 + 𝑉). Повысить время ожидания заявки в очереди 𝑊 для одноканальной системы можно повысив интенсивность поступления заявок. Численный пример приведен на рисунке 6.



Рисунок 6 – Численный пример