МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Вятский государственный университет»

Факультет автоматики и вычислительной техники

Кафедра ЭВМ

Отчёт

Лабораторная работа № 1 по дисциплине

«Высокопроизводительные вычислительные комплексы»

Вариант 9

Выполнил студент группы ИВТб-4301\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ / Бушков Д. А./

Проверил преподаватель\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ Мельцов В. Ю./

Киров 2023

1. Выполнение лабораторной работы
   1. Задание 1

Задание: Необходимо рассчитать вероятность Pn пребывания в системе n заявок для:

R = 1,0

n = 2

Число процессоров N = 6.

Расчетные формулы:

Вероятность пребывания в системе n = 0, 1, 2, … заявок:

, (1)

где , вероятность того, что в системе нет ни одной заявки;

R – суммарная загрузка, N – канальной системы.

Подстановка значений:

* 1. Задание 2

Задание: Необходимо рассчитать вероятность Pn пребывания в системе n заявок для:

R = 4,0

n = 7

Число процессоров N = 6.

Расчетные формулы: Вероятность Pn рассчитывается по формуле 1.

Подстановка значений:

* 1. Задание 3

Необходимо ввести формулу интенсивности обслуживания заявки каналом µ,

где B – быстродействие процессора,

θ – средняя трудоемкость заявки.

Расчетные формулы и теоретическое обоснование:

Интенсивность обслуживания заявки каналом рассчитывается по формуле:

, (2)

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

Тогда получаем, что интенсивность обслуживания заявки каналом:

, (3)

где B – быстродействие процессора;

θ – средняя трудоемкость заявки.

* 1. Задание 4

Задание: Необходимо рассчитать интенсивность обслуживания заявки каналом , где B = 100000, θ = 4000.

Подстановка значений:

* 1. Задание 5

Задание: Необходимо ввести формулу загрузки канала p,

где 𝜆 – интенсивность потока заявок,

𝑁 – число процессоров,

𝜇 – интенсивность обслуживания заявки каналом

Расчетные формулы:

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

(4)

где 𝜆 – интенсивность потока заявок;

𝜇 – интенсивность обслуживания заявки каналом;

𝑁 – число процессоров.

* 1. Задание 6

Задание: Необходимо рассчитать загрузку канала p, где 𝜆 = 12, N = 6, .

Подстановка значений:

* 1. Задание 7

Задание: Необходимо ввести 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:

(5)

где N – число процессоров;

p – загрузка канала.

* 1. Задание 8

Задание: требуется рассчитать суммарную загрузку N-канальной системы R.

Подстановка значений:

* 1. Задание 9

Задание: Необходимо рассчитать среднюю длину очереди заявок.

Расчетные формулы

Средняя длина очереди заявок, ожидающих обслуживания в N-канальной системе, находится на основании выражения (1), как математическое ожидание случайной величины i = n – N > 0, равной числу заявок в очереди:

(6)

Где P0 определяется выражением:

Подстановка значений:

N = 6, p = 0,08

*=*0,000001

* 1. Задание 10

Задание: Необходимо ввести формулу среднего времени пребывания заявки в системе *U*,

где *l* – средняя длина очереди заявок,

*R* – суммарная загрузка *N*-канальной системы,

λ – интенсивность потока заявок.

Расчетные формулы:

Среднее время пребывания заявки в системе рассчитывается по формуле:

(7)

Среднее число заявок, пребывающих в системе:

(8)

где *l* – среднее число заявок, находящихся в очереди и определяемое выражением (6);

R – суммарная загрузка N-канальной системы, определяемая выражением (5). Из выражений 7 и 8 получаем среднее время пребывания заявки в системе:

(9)

* 1. Задание 11

Задание: необходимо рассчитать среднее время пребывания заявки в системе.

Подстановка значений:

*l =* 0,000001

R = 0,48

𝜆 = 12

* 1. Задание 12

Задание: Необходимо ввести формулу среднего времени ожидания заявки в очереди W,

где *l* – средняя длина очереди заявок,

𝜆 – интенсивность потока заявок.

Расчетные формулы:

Среднее время ожидания заявки в очереди:

, (10)

где *l* – средняя длина очереди заявок;

𝜆 – интенсивность потока заявок.

* 1. Задание 13

Задание: Необходимо рассчитать среднее время ожидания заявки в очереди.

Подстановка значений:

*l =* 0,000001

𝜆 = 12

* 1. 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).

Входные данные:

Количество процессоров N = 6

Загрузка системы:

R1=1,0

R2=2,0

R3=3,0

R4=4,0

Расчёт вероятности Pn производился по формуле 1. Результаты расчётов представлены в таблице 1. График зависимости Pn от n представлен на рисунке 13.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| n | R1 | R2 | R3 | R4 |
| 0 | 0,36787247 | 0,13513514 | 0,04895961 | 0,01668521 |
| 1 | 0,36787247 | 0,27027027 | 0,14687882 | 0,06674082 |
| 2 | 0,18393623 | 0,27027027 | 0,22031824 | 0,13348165 |
| 3 | 0,06131208 | 0,18018018 | 0,22031824 | 0,17797553 |
| 4 | 0,01532802 | 0,09009009 | 0,16523868 | 0,17797553 |
| 5 | 0,00306560 | 0,03603604 | 0,09914321 | 0,14238042 |
| 6 | 0,00051093 | 0,01201201 | 0,04957160 | 0,09492028 |
| 7 | 0,00008516 | 0,00400400 | 0,02478580 | 0,06328019 |
| 8 | 0,00001419 | 0,00133467 | 0,01239290 | 0,04218679 |
| 9 | 0,00000237 | 0,00044489 | 0,00619645 | 0,02812453 |
| 10 | 0,00000039 | 0,00014830 | 0,00309823 | 0,01874969 |
| 11 | 0,00000007 | 0,00004943 | 0,00154911 | 0,01249979 |
| 12 | 0,00000001 | 0,00001648 | 0,00077456 | 0,00833319 |

Рисунок 1 – График зависимости Pn от n

При изменении суммарной загрузки системы R характер распределения вероятности P(n) пребывания n заявок в N-процессорной системе изменяется. При увеличении R уменьшаются значения P(n) для малого числа заявок. Вероятность пребывания n заявок в N-процессорной системе возрастает при

n < R, максимум функции наблюдается при равенстве числа заявок и загрузки системы, при числе заявок n > R, вероятность пребывания заявок в системе снижается.

Суммарная загрузка системы R характеризует среднее число загруженных каналов, иными словами, она определяет среднее число заявок, обрабатываемых в каналах. Величина Pn характеризует вероятность нахождения в системе n заявок, соответственно при приближении n к R возрастает вероятность пребывания n заявок в системе.

Наиболее вероятное число заявок в системе будет наблюдаться при n = R+l, где l – средняя длина очереди заявок, ожидающих обслуживания, т.к. в этом случае среднее число заявок в очереди близко к нулю, поскольку суммарная загрузка системы R меньше количества каналов. Также из этого следует, что при увеличении суммарной загрузки системы максимум Pn будет наблюдаться при более высоком среднем числе заявок.

* 1. Задание 15

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

Интенсивность потока заявок λ = 12

Средняя трудоемкость заявки θ = 4000

Расчеты основных характеристик представлены в таблице 2.

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | N | B | μ | V | R | l | W | U | p |
| 1 | 1 | 50000 | 12,5 | 0,080000 | 0,96 | 23,040000 | 1,920000 | 2,000000 | 0,960000 |
| 2 | 2 | 50000 | 12,5 | 0,080000 | 0,96 | 0,287401 | 0,023950 | 0,103950 | 0,480000 |
| 3 | 3 | 50000 | 12,5 | 0,080000 | 0,96 | 0,038688 | 0,003224 | 0,083224 | 0,320000 |
| 4 | 1 | 100000 | 25,0 | 0,040000 | 0,48 | 0,443077 | 0,036923 | 0,076923 | 0,480000 |
| 5 | 2 | 100000 | 25,0 | 0,040000 | 0,48 | 0,029338 | 0,002445 | 0,042445 | 0,240000 |
| 6 | 3 | 100000 | 25,0 | 0,040000 | 0,48 | 0,002585 | 0.000215 | 0,040215 | 0,160000 |
| 7 | 1 | 150000 | 37,5 | 0,026667 | 0.32 | 0,150588 | 0,012549 | 0,039216 | 0,320000 |
| 8 | 2 | 150000 | 37,5 | 0,026667 | 0.32 | 0,008407 | 0,000700 | 0,027367 | 0,160000 |
| 9 | 3 | 150000 | 37,5 | 0,026667 | 0.32 | 0,000529 | 0,000044 | 0,026711 | 0,106667 |

Во всех девяти системах существует стационарный режим, поскольку интенсивность потока заявок не превосходит интенсивность обслуживания заявки каналом.

При изменении быстродействия канала:

- Cреднее время пребывания заявки U в системе уменьшается.

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

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

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

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

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

При наращивании системы за счет подключения дополнительных процессоров при неизменном быстродействии отдельного процессора:

- Уменьшается средняя нагрузка на канал p, т.к. зависит обратно пропорционально от числа каналов.

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

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

- Интенсивность обслуживания μ заявок каналом остается неизменной, т.к. зависит от быстродействия отдельного процессора.

- Суммарная загрузка R N-канальной системы не изменяется, т.к. зависит прямо пропорционально от средней величины загрузки канали и их количества N.

- Среднее время пребывания заявки в системе U уменьшается, т.к. уменьшается среднее время ожидания заявки в очереди W.

При быстродействии 150000 оп/c с 1 каналом и при быстродействии 50000 оп/с c 3 каналами вычислительные системы имеют следующие показатели:

- Интенсивность обслуживания заявки каналом напрямую зависит от его быстродействия, поэтому 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 остаются неизменными, а произведение количества каналов N на быстродействие B у обоих систем одинаково.

- Т.к. суммарная загрузка системы зависит от числа каналов и их загрузки, то суммарная загрузка трехканальной системы будет в 3 раза выше.

- Средняя длина очереди заявок l у трехканальной меньше, т.к. наличие 3 каналов позволяет сократить среднюю длину очереди заявок. Среднее время ожидания заявки W в очереди также уменьшится, т.к. она прямо пропорционально зависит от средней длины очереди заявок.

- 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 одноканальной ниже в 3 раза, чем у трехканальной системы, за счет высокого быстродействия канала.

При небольшой интенсивности поступления заявок в системе с 1 каналом время обработки заявки низкое, в системе же с 3 каналами время ожидания в очереди гораздо меньше времени обработки заявки. При увеличении интенсивности поступления заявок, в системе с одним каналом среднее время ожидания в очереди растет гораздо быстрее чем в системе с 3-мя каналами. Чем большее число в среднем заявок приходит в систему, тем сильнее начинает выигрывать система с 3-мя каналами.

1. Выводы

В ходе выполнения лабораторной работы были выполнены расчеты основных характеристик многопроцессорной вычислительной системы, также из полученных значений были проанализированы результаты и сделаны выводы.