МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

## Факультет информационных технологий и робототехники

Кафедра программного обеспечения информационных систем

и технологий

**Отчет по лабораторной работе № 4**

по дисциплине: ”Системный анализ и машинное моделирование”

на тему: ***”*** ***МОДЕЛИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ”***

Вариант 1

Выполнил**:** студент группы 10701322

Бородкин Д.В.

Принял**:** ст. пр. Борисова И.М.

Минск 2024

# **Лабораторная работа №4*.*** **МОДЕЛИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ.**

**Цель работы:**

Изучить основные характеристики и параметры СМО, применить на практике теоретические знания для моделирования и анализа реальных систем обслуживания.

Задание 1: СМО С ОТКАЗАМИ:

Сколько требуется каналов для того, чтобы удовлетворить не менее q% поступающих заявок? И какая доля каналов при этом будет простаивать? Задачу решить при следующих числовых значениях переменных величин: =4 (каналов), λ=3 (заявки в мин.), toб. =3 (мин.) и q=50 %.

**Решение:**

Для начала найдем интенсивность нагрузки:

Составим таблицу основных характеристик СМО

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| k | pk | k! |  | pk |  |
| 1 | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| 0 | 1 | 1 | 1 |  | 0 |
| 1 | 9 | 1 | 9 | 0,0020205 | 0,0020205 |
| 2 | 81 | 2 | 40,5 | 0,0909225 | 0,181845 |
| 3 | 729 | 6 | 121,5 | 0,2727675 | 0,8183025 |
| 4 | 6561 | 24 | 273,375 | 0,6137268 | 2,4549072 |
| Сумма |  |  | 445,375 | 0,9816823 | 3,4570752 |

Сумма элементов четвертого столбца дает знаменатель выражения  для определения .

Тогда

Далее находим элементы пятого столбца, умножая на величину соответствующие элементы четвертого столбца. Вычислив значения , рассчитывают элементы последнего столбца. Элементы пятого столбца суммируют для контроля вычислений. Их сумма должна быть равна единице (с допустимыми в пределах точности расчетов отклонениями). Сумма элементов шестого столбца есть среднее число занятых каналов:

Дальше находим следующие величины:

* Среднее число простаивающих каналов:
* Коэффициент загрузки каналов:
* Коэффициент простоя каналов:

Последнее число в пятом столбце дает вероятность отказа:

0,6137

Тогда относительная пропускная способность:

Абсолютная пропускная способность:

Анализируя полученные результаты, получаем что в среднем всего времени все n = 4 одновременно будут свободны. каналов связи в среднем будут заняты. Исходя из коэффициента загрузки , в среднем каждый канал занят 86,5% рабочего времени. При 100 вызовах 61,4 % получат отказ, так как . Относительная пропускная способность говорит о том, что удовлетворение q=50 % поступающих заявок не гарантировано.

Рассчитаем характеристики СМО для n=5:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| k | pk | k! |  | pk |  |
| 1 | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| 0 | 1 | 1 | 1 |  | 0 |
| 1 | 9 | 1 | 9 | 0,009603 | 0,0020205 |
| 2 | 81 | 2 | 40,5 | 0,043214 | 0,086428 |
| 3 | 729 | 6 | 121,5 | 0,129641 | 0,388923 |
| 4 | 6561 | 24 | 273,375 | 0,291691 | 1,166764 |
| 5 | 59049 | 120 | 492,075 | 0,525044 | 2,62522 |
| Сумма |  |  | 937,45 | 1,00026 | 4,269356 |

Сумма элементов четвертого столбца дает знаменатель выражения  для определения .

Тогда

Далее находим элементы пятого столбца, умножая на величину соответствующие элементы четвертого столбца. Вычислив значения , рассчитывают элементы последнего столбца. Элементы пятого столбца суммируют для контроля вычислений. Их сумма должна быть равна единице (с допустимыми в пределах точности расчетов отклонениями). Сумма элементов шестого столбца есть среднее число занятых каналов:

Дальше находим следующие величины:

* Среднее число простаивающих каналов:
* Коэффициент загрузки каналов:
* Коэффициент простоя каналов:

Последнее число в пятом столбце дает вероятность отказа:

0,525

Тогда относительная пропускная способность:

Абсолютная пропускная способность:

Относительная пропускная способность говорит о том, что удовлетворение q=50 % поступающих заявок не гарантировано.

Рассчитаем характеристики СМО для n=6:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| k | pk | k! |  | pk |  |
| 1 | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0,000597 | 0 |
| 1 | 9 | 1 | 9 | 0,005373 | 0,005373 |
| 2 | 81 | 2 | 40,5 | 0,024179 | 0,048358 |
| 3 | 729 | 6 | 121,5 | 0,072536 | 0,217608 |
| 4 | 6561 | 24 | 273,375 | 0,163205 | 0,65282 |
| 5 | 59049 | 120 | 492,075 | 0,293769 | 1,468845 |
| 6 | 531441 | 720 | 738,1125 | 0,440653 | 2,643918 |
| Сумма |  |  | 1675,5625 | 1,000312 | 5,036922 |

Сумма элементов четвертого столбца дает знаменатель выражения  для определения .

Тогда

Далее находим элементы пятого столбца, умножая на величину соответствующие элементы четвертого столбца. Вычислив значения , рассчитывают элементы последнего столбца. Элементы пятого столбца суммируют для контроля вычислений. Их сумма должна быть равна единице (с допустимыми в пределах точности расчетов отклонениями). Сумма элементов шестого столбца есть среднее число занятых каналов:

Дальше находим следующие величины:

* Среднее число простаивающих каналов:
* Коэффициент загрузки каналов:
* Коэффициент простоя каналов:

Последнее число в пятом столбце дает вероятность отказа:

0,441

Тогда относительная пропускная способность:

Абсолютная пропускная способность:

Относительная пропускная способность говорит о том, что удовлетворение q=50 % поступающих заявок будет гарантировано.

**Вывод:** для удовлетворения q=50 % заявок необходимо 6 каналов. В этом случае доля простаивающих каналов составит 16 %.

Задание 2: СМО С ОЧЕРЕДЯМИ

Информационно-справочное бюро имеет два телефона, по которым дает справки о наличии товаров в магазинах. В среднем за 1 мин поступает 3 запроса, время обслуживания каждого требования в среднем составляет 40 с.

Определить важнейшие характеристики СМО, считая все потоки простейшими.

**Решение:**

Рассматриваемая система является многоканальной системой массового обслуживания с неограниченной длиной очереди. Выделим основные показатели системы:

* Количество каналов в системе n = 2
* Интенсивность входного потока
* Интенсивность потока обслуживания зап/мин
* Среднее время обслуживания tобсл = 0,333 зап/мин

Рассчитаем следующие показатели:

1. Интенсивность нагрузки:
2. Нагрузка на 1 канал или условие существования системы:
3. Вероятность того, что система свободна:

4) Вероятность того, что заявка получит отказ:

1. Среднее число занятых каналов:
2. Среднее число заявок, находящихся в очереди:
3. Среднее число заявок, находящихся в системе:

1. Среднее время пребывания заявки в очереди:
2. Среднее время пребывания заявки в системе:

0,111 + 0,333 = 0,444

## Вывод:

Интенсивность нагрузки данной СМО равна 1. Это означает, что система полностью загружена и может возникнуть задержка в обслуживании заявок. Абсолютная пропускная способность равна 3 заявки в минуту. Средняя длина очереди составляет 0,333 заявки. Для улучшения эффективности системы массового обслуживания можно рассмотреть следующие стратегии:

1. **Увеличение числа каналов обслуживания**: Добавление еще одного или нескольких телефонов может помочь справиться с большим количеством запросов.
2. **Увеличение скорости обслуживания**: Стоит попытаться уменьшить время, необходимое на обработку каждого запроса. Это может включать в себя обучение персонала, улучшение процессов или внедрение новых технологий.