МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное автономное

образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский университет ИТМО»

**Факультет программной инженерии и компьютерной техники**

**Учебно-исследовательская работа №3**

по дисциплине

“Моделирование”

“ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НА МАРКОВСКИХ МОДЕЛЯХ”

Вариант No —

Студенты:

Гуменник Петр Олегович

Кенжаев Рахимджон Ермахмадович

Группа P3333

Преподаватель:

Алиев Тауфик Измайлович

Санкт-Петербург, 2024

## **1. Сравнение результатов моделирования:**

| Характеристика | УИР2 | Имитация |
| --- | --- | --- |
| Нагрузка | 3.2 | 3.2 |
| Загрузка | 0.96135 | 0.786 |
| Длина очереди | 1.9275 | 2.27 |
| Число заявок | 3.85020 | 3.84 |
| Время ожидания | 4.010278 | 4.005 |
| Время пребывания | 8.0105692 | 7.998 |
| Вероятность потери | 0.3992 | 0.50832 |
| Производительность | 0.48064 | 0.4 |
| Коэффициент простоя | 0.0773 | ≈0 |
| Интенсивность потока потерянных заявок | 0.31936 | 0.4 |

В целом результаты моделирования совпадают с ожидаемыми значениями. Неточности связаны с тем, что код несколько иначе описывает логику распределения заявок.

## **2. Описание моделей:**

| Номер эксперимента | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Количество приборов | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Емкость накопителя | | 3 | 3 | 30 | 30 | 3 | 3 | 3 |
| Интервалы между заявками  входящего потока | Ср. значение | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 2 | 25.88 | 25.88 |
| Вид потока | Эксп (простейший) | Эксп (простейший) | Эксп (простейший) | Эксп (простейший) | Эксп (простейший) | гиперэкспоненциальный(трасса) | Гиперэкспоненциальный (аппрокс) |
| Длительность  обслуживания заявок | Ср. значение | 2 | 1.25 | 1.25 | 1.2 | 2 | 20 | 20 |
| Коэф-т вариации | 0.7885 | 0.7885 | 0.7885 | 0.7885 | 0.7885 | 0.7885 | 0.7885 |

## **3. Результаты моделирования с увеличением числа заявок:**

| Исх.данные  (вариант 1 ): | | К | E | поток | a | b | КВ |  | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2 | 3 | простейший | 1.25 | 4 | 0.678 |
| Заявок | Поте-  ри | Вер-ть  потери | П(%) | Длина  очер. | Загру-  зка | Ср.вр.  ож. | О(%) | СКО  вр.ож. | Дов.  инт. | Д(%) |
| 14 | 5 | 0.357 | - | 2.088 | 0.808 | 4.17 | - | 3.272 | 3.702 | 0.886 |
| 64 | 32 | 0.5 | 28.6 | 2.443 | 0.858 | 4.13 | 0.1 | 4.627 | 3.022 | 0.731 |
| 101 | 42 | 0.416 | 16.8 | 2.213 | 0.864 | 3.72 | 9.93 | 4.225 | 1.426 | 0.383 |
| 198 | 82 | 0.414 | 0.5 | 2.091 | 0.827 | 3.64 | 2.15 | 5.086 | 1.806 | 0.496 |
| 301 | 141 | 0.468 | 11.5 | 2.158 | 0.812 | 3.82 | 4.71 | 5.289 | 1.62 | 0.424 |
| 602 | 292 | 0.485 | 3.5 | 2.205 | 0.793 | 3.87 | 1.29 | 5.289 | 0.85 | 0.220 |
| 999 | 468 | 0.468 | 3.5 | 2.191 | 0.793 | 3.69 | 4.65 | 5.289 | 0.66 | 0.179 |
| 1998 | 971 | 0.468 | 0 | 2.191 | 0.787 | 3.84 | 3.91 | 5.289 | 0.47 | 0.122 |
| 4998 | 2411 | 0.482 | 2.9 | 2.17 | 0.792 | 3.8 | 1.04 | 5.289 | 0.29 | 0.076 |
| 100 004 | 51002 | 0.5 | 6.3 | 2.272 | 0.784 | 3.999 | 4.98 | 5.289 | 0.07 | 0.017 |
| 1 100 005 | 559456 | 0.509 | 1.7 | 2.27 | 0.786 | 4.005 | 0.15 | 5.289 | 0.02 | 0.005 |

## **3. Законы распределения для времени ожидания и пребывания заявок:**

Для 1 - 5:

Время ожидания (BUF): экспоненциальное распределение.

Время пребывания (RESOURCE): эрланговское распределение.

Для 6 и 7:

Время ожидания (BUF): гиперэкспоненциальное распределение

Время пребывания (RESOURCE): эрланговское распределение

## **4. Выводы:**

По результатам моделирования выяснилось:

1. Уменьшение среднего времени обслуживания заявки значительно сокращает среднее время в очереди и среднее время работы приборов. (1 и 2)
2. Увеличение ёмкости накопителя также увеличивает среднее время в очереди и загруженность системы. (2 и 3)
3. Вид потока заявок не сильно влияет на параметры системы, так как средняя длительность обслуживания заявки в приборе была адаптирована под средний интервал между поступающими заявками(6 и 7). Однако можно отметить, что в гиперэкспоненциальном потоке больше разброс, соответственно больше заявок теряется и загрузка системы снижается.