Университет ИТМО

Факультет программной инженерии и компьютерной техники

**Учебно-исследовательская работа №4 (УИР 4)**

**“Исследование сетевых моделей массового обслуживания”**

по дисциплине “Моделирование”

Выполнили:

Студенты группы P3334

Баянов Р. Д.

Кузнецов Д. A.

Вариант:4/4

Преподаватель:

Авксентьева Е. Ю.

Санкт-Петербург

2024 г.

**Содержание**

[Цель работы 3](#_Toc184129831)

[Постановка задачи 4](#_Toc184129832)

[Результаты варьирования параметров 5](#_Toc184129833)

[Результаты исследований ЗСеМО 7](#_Toc184129834)

[**Граф ЗСеМО** 7](#_Toc184129835)

[**Имитационная модель ЗСеМО** 9](#_Toc184129836)

[**Результаты** 11](#_Toc184129837)

[**Анализ результатов** 12](#_Toc184129838)

[Результаты исследований РСеМО 13](#_Toc184129839)

[**Граф РСеМО** 13](#_Toc184129840)

[**Имитационная модель РСеМО** 14](#_Toc184129841)

[**Результаты** 16](#_Toc184129842)

[**Анализ результатов** 17](#_Toc184129843)

[Результаты сравнительного анализа 18](#_Toc184129844)

[Вывод 19](#_Toc184129845)

Цель работы

Исследовать свойства системы, моделируемой в виде замкнутых и разомкнутых сетей массового обслуживания (СеМО) с однородным потоком заявок с применением имитационного моделирования при различных предположениях о параметрах структурно-функциональной организации и нагрузки.

Постановка задачи

Вариант 4/4 (A/B):

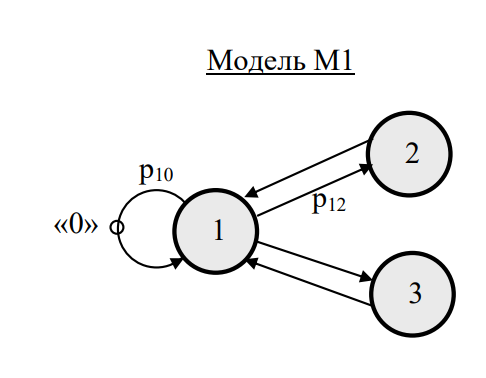
**Структурные параметры ЗСеМО**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант (А) | К-во заявок n | Количество приборов в узлах | | | | Номер узла | Тип модели |
| У1 | У2 | У3 | У4 |
| 4 | 3 | 1 | 2 | 3 | - | 1 | M1 |

**Параметры узлов СеМО**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант (B) | Вероятности передач | | | Средние длительности обслуживания, с | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 0,5 | 0,25 | 0,1 | 5 | 8,5 | 5 | - |

Модель М1:



В последующих разделах будет более детальное описание данной модели. Проанализируем как ведёт себя наша модель, определим критическое число заявок M\*, устраним “узкое место”, преобразуем нашу замкнутую сеть в разомкнутую и снова проведём моделирование. В конце сравним полученные результаты. А также получим зависимости характеристик сети от параметров сети.

Также допустим изменения во варианте в силу того, что в данном варианте не в каждом узле сумма вероятности передач равна 1. В узле 1 сумма не равна 1. Изменим вероятность с 0,1 до 0,25, чтобы сеть соответствовала линейной сети массового обслуживания.

Также обозначим допущение, что во всех узлах расположена очередь с неограниченной ёмкостью, чтобы исключить потерю заявок.

Результаты варьирования параметров

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Характеристики СеМО | (Критич. Число = 6)  Число заявок в СеМО | | | (Предельная инт. = 9 c)  Инт-ть потока в РСеМО | | |
| 3 | 5 | 6 | 0,1 | 2 | 10 |
| Длина очереди | 1,373 | 3,326 | 4,324 | 486056,29 | 19837,609 | 58,348 |
| Число заявок | 971290 | 999491 | 1000502 | 10000 | 10000 | 10000 |
| Время ожидания | 14,129 | 33,263 | 43,398 | 96096,874 | 65487,21 | 590,396 |
| Время пребывания | 30,887 | 50,025 | 59,970 | 97312,204 | 68822,543 | 60000,574 |
| Производительность | 0,097 | 0,099 | 0,1 | 0,102 | 0,98 | 0,1 |

Запишем формулы для нахождения характеристик сети, зная характеристики отдельно узлов сети.

Результаты исследований ЗСеМО

# **Граф ЗСеМО**

Граф с обозначенными вероятностями перехода и средним временем обслуживания каждого из узлов:

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, круг, диаграмма

Автоматически созданное описание

Теперь посчитаем коэффициенты передач для узлов сети c помощью системы:

– подставим

– подставим вероятности перехода в систему.

Решив данную систему, получим значения коэффициентов передач:

# **Имитационная модель ЗСеМО**

|  |
| --- |
| \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*  \* МОДЕЛЬ ЗСеМО M1  \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*  \* ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ  \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*  RN\_b EQU 553 ; ГЕНЕРАТОР ДЛЯ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ  t\_b1 EQU 5 ; СРЕДНЕЕ ВРЕМЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПЕРВОГО УЗЛА  t\_b2 EQU 8.5 ; СРЕДНЕЕ ВРЕМЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ВТОРОГО УЗЛА  t\_b3 EQU 5 ; СРЕДНЕЕ ВРЕМЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРЕТЬЕГО УЗЛА  num\_requests EQU 3;  \* Параметры гипоэкспоненциального распределения (Эрланга):  k\_erl EQU 2 ; порядок распределения Эрланга  RN\_erl1 EQU 31 ; номер первого генератора для распределения Эрланга 2-го порядка  RN\_erl2 EQU 125 ; номер второго генератора для распределения Эрланга 2-го порядка  Erl\_2 VARIABLE (Exponential(RN\_erl1,0,t\_a/2))+(Exponential(RN\_erl2,0,t\_a/2)); сл.величина по закону Эрланга 2-го порядка  \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*  uzel2 STORAGE 2 ; КО-ВО ПРИБОРОВ ВО ВТОРОМ УЗЛЕ  uzel3 STORAGE 3 ; КОЛ-ВО ПРИБОРОВ В ТРЕТЬЕМ УЗЛЕ  Tw\_1 QTABLE 1,0,0.5,30 ;время ожидания в узле 1  Tw\_2 QTABLE 2,10,10,30 ;время ожидания в узле 2  Tw\_3 QTABLE 3,0,0.5,30 ;время ожидиания в узле 3  T\_U TABLE M1,40,40,30 ;время пребывания в сети  \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*  \* МОДЕЛЬ  \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*  GENERATE ,,,num\_requests ; формирование в нулевой ометн времени M заявок  Met\_1 MARK ; отметка момента поступления заявки в сеть  Met QUEUE 1;  SEIZE 1;  DEPART 1;  ADVANCE (Exponential(RN\_b,0,t\_b1));  \*ADVANCE V$Erl\_2;  RELEASE 1;  TRANSFER .25,,Met\_2;  TRANSFER .333,,Met\_3;  TABULATE T\_U;  TRANSFER ,Met\_1  \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \*  Met\_2 QUEUE 2;  ENTER uzel2;  DEPART 2;  ADVANCE (Exponential(RN\_b,0,t\_b2));  LEAVE uzel2;  TRANSFER ,Met;  \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \*  Met\_3 QUEUE 3;  ENTER uzel3;  DEPART 3;  ADVANCE (Exponential(RN\_b,0,t\_b3));  LEAVE uzel3;  TRANSFER ,Met;  GENERATE 10000000;  TERMINATE 1;  \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\* |

# **Результаты**

Мы нашли критическое кол-во заявок M = 6, прик котором производительность сети не изменяется с заданной точностью. Попробуем теперь оставить это же кол-во заявок в сети, но при этом исправим “узкое место”. Очевидно, что для нашей системы это 1 узел. Так как в этом узле меньше всего приборов и не очень быстрое время обслуживания. Также все узлы приходящие из узлов 2 и 3 перманентно переходят в узел 1. Поэтому попробуем увеличить кол-во приборов в 1 узле на 2. Теперь в 1 узле будет 3 прибора. Промоделируем и посмотрим, что поменялось и сравним ЗСеМО с экспоненциальным распределением и ЗСеМО с распределением Эрланга 2-го порядка в узле номер 1.

Длительность моделирования 10000000 Количество заявок 6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Характе- ристики СеМО | ЗСеМО-экспоненциальная | | | | | ЗСеМО-неэкспоненциальная | | | | |
| Узловые | | | | Сетевые | Узловые | | | | Сетевые |
| У1 | У2 | У3 | У4 | У1 | У2 | У3 | У4 |
| Загрузка | 1 | 0,213 | 0,083 | - | 0,432 | 1 | 0,213 | 0,083 | - | 0,432 |
| 0,909 | 0,579 | 0,227 | - | 0,572 | 0,915 | 0,583 | 0,228 | - | 0,575 |
| Длина очереди | 4,304 | 0,020 | 0 | - | 4,324 | 4,311 | 0,014 | 0 | - | 4,325 |
| 2,726 | 1,158 | 0,68 | - | 4,564 | 1,086 | 0,314 | 0,005 | - | 1,405 |
| Производи- тельность | 0,1 | 0,05 | 0,049 | - | 0,1 | 0,1 | 0,05 | 0,05 | - | 0,1 |
| 0,273 | 0,136 | 0,136 | - | 0,273 | 0,274 | 0,137 | 0,137 | - | 0,274 |
| Время ожидания | 21,501 | 0,396 | 0,004 | - | 43,398 | 21,56 | 0,277 | 0,001 | - | 43,256 |
| 2,027 | 2,391 | 0,040 | - | 5,27 | 1,978 | 2,286 | 0,033 | - | 5,116 |
| Время пребывания | 15,4 | 19,3 | 14,2 | - | 59,970 | 15 | 19,5 | 13,9 | - | 60,032 |
| 6,8 | 10,3 | 7,5 | - | 21,997 | 6,7 | 10,2 | 7,5 | - | 21,855 |

# **Анализ результатов**

Как мы можем заметить, при смене закона распределения времени обслуживания в узле номер 1 характеристики нашей сети меняются не сильно. Можно увидеть, что значения загрузки на узлах и значения средних длин очереди немного отличаются, но совсем не сильно. Так как распределение Эрланга 2-го порядка хоть и должно достаточно сильно разбросать распределение заявок, мы всё же учитываем, что система замкнута и она всегда работает в устоявшемся режиме. И за такое огромное время моделирования сети не расходятся в характеристиках. Ну и самое главное заметим, что значения производительности вообще почти не поменялось.

Но при увеличении кол-ва приборов в 1 узле (в “узком месте”) мы заметили прирост производительности в 2.7 раза. Что говорит, нам о том, что первый узел и вправду узкое место. И даже сейчас этот узел является самым загруженным, так как сеть устроена так, что заявки оказываются там чаще всего.

Результаты исследований РСеМО

# **Граф РСеМО**

Граф с обозначенными вероятностями перехода и средним временем обслуживания каждого из узлов:

Изображение выглядит как текст, диаграмма, снимок экрана, круг

Автоматически созданное описание

Так как сеть не поменялось существенно по сравнению с замкнутой сетью, а система уравнений для коэффициентов передач получается из деления точно такой же системы на начальную интенсивность прихода заявок, но с интенсивностями, то можем с уверенностью сказать, что система для интенсивностей остаётся такой же. Начальная интенсивность не равна начальному коэффициенту передач (1), начальная интенсивность равна

Интенсивности равны:

# **Имитационная модель РСеМО**

|  |
| --- |
| \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*  \* МОДЕЛЬ ЗСеМО M1  \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*  \* ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ  \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*  t\_a EQU 10 ; Интенсивность поступления заявок  RN\_b EQU 553 ; ГЕНЕРАТОР ДЛЯ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ  t\_b1 EQU 5 ; СРЕДНЕЕ ВРЕМЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПЕРВОГО УЗЛА  t\_b2 EQU 8.5 ; СРЕДНЕЕ ВРЕМЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ВТОРОГО УЗЛА  t\_b3 EQU 5 ; СРЕДНЕЕ ВРЕМЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРЕТЬЕГО УЗЛА  num\_requests EQU 3;  \* Параметры гипоэкспоненциального распределения (Эрланга):  k\_erl EQU 2 ; порядок распределения Эрланга  RN\_erl1 EQU 31 ; номер первого генератора для распределения Эрланга 2-го порядка  RN\_erl2 EQU 125 ; номер второго генератора для распределения Эрланга 2-го порядка  Erl\_2 VARIABLE (Exponential(RN\_erl1,0,t\_a/2))+(Exponential(RN\_erl2,0,t\_a/2)); сл.величина по закону Эрланга 2-го порядка  \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*  uzel1 STORAGE 1 ; КОЛ-ВО ПРИБОРОВ В ПЕРВОМ УЗЛЕ  uzel2 STORAGE 2 ; КО-ВО ПРИБОРОВ ВО ВТОРОМ УЗЛЕ  uzel3 STORAGE 3 ; КОЛ-ВО ПРИБОРОВ В ТРЕТЬЕМ УЗЛЕ  Tw\_1 QTABLE 1,0,0.5,30 ;время ожидания в узле 1  Tw\_2 QTABLE 2,10,10,30 ;время ожидания в узле 2  Tw\_3 QTABLE 3,0,0.5,30 ;время ожидиания в узле 3  T\_U TABLE M1,40,40,30 ;время пребывания в сети  \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*  \* МОДЕЛЬ  \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*  GENERATE (Exponential(RN\_b,0,t\_a))  Met\_1 QUEUE 1;  ENTER uzel1;  DEPART 1;  ADVANCE (Exponential(RN\_b,0,t\_b1));  \*ADVANCE V$Erl\_2;  LEAVE uzel1;  TRANSFER .5,,Met\_0;  TRANSFER .5,,Met\_3;  TABULATE T\_U;  \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \*  Met\_2 QUEUE 2;  ENTER uzel2;  DEPART 2;  ADVANCE (Exponential(RN\_b,0,t\_b2));  LEAVE uzel2;  TRANSFER ,Met\_1;  \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \*  Met\_3 QUEUE 3;  ENTER uzel3;  DEPART 3;  ADVANCE (Exponential(RN\_b,0,t\_b3));  LEAVE uzel3;  TRANSFER ,Met\_1;  Met\_0 TERMINATE 1;  \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\* |

# **Результаты**

Проделаем всё ровно то же самое теперь уже для разомкнутой сети. Как и для замкнутой в нашей сети “узким местом” является 1 узел – увеличим кол-во его приборов до 3 с 1.

Количество заявок 10000 Интенсивность 0,1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Характе- ристики СеМО | РСеМО-экспоненциальная | | | | | РСеМО-неэкспоненциальная | | | | |
| Узловые | | | | Сете- вые | Узловые | | | | Сете- вые |
| У1 | У2 | У3 | У4 | У1 | У2 | У3 | У4 |
| Загрузка | 1 | 0,207 | 0,083 | - | 0,43 | 1 | 0,207 | 0,081 | - | 0,429 |
| 1 | 0,631 | 0,252 | - | 0,628 | 1 | 0,632 | 0,243 | - | 0,625 |
| Длина очереди | 489327 | 0,02 | 0 | - | 489327,02 | 493693,806 | 0,015 | 0 | - | 489327,035 |
| 159901,232 | 0,864 | 0,015 | - | 159902,111 | 161445,488 | 0,749 | 0,013 | - | 161145,25 |
| Число заявок | 10000 | 10000 | 10000 | - | 10000 | 10000 | 10000 | 10000 | - | 10000 |
| 10000 | 10000 | 10000 | - | 10000 | 10000 | 10000 | 10000 | - | 10000 |
| Время ожидания | 48276,551 | 0,415 | 0,005 | - | 96553,33 | 48687,448 | 0,299 | 0,001 | - | 97375,046 |
| 15464,954 | 5,878 | 0,103 | - | 30932,899 | 15607,972 | 5,146 | 0,088 | - | 15508,328 |
| Время пребывания | 13546,456 | 17043,53 | 14987,678 | - | 47884,857 | 14534,332 | 16664,7879 | 13583,236 | - | 97435,797 |
| 10453,12 | 10122,98 | 10215,67 | - | 30871,648 | 15462,383 | 10463,343 | 12483,238 | - | 30261,463 |

# **Анализ результатов**

Как мы можем заметить, разница между двумя разными распределениями также не сильно отличается, как и в сравнении замкнутой сети. И что самое главное, производительность почти остаётся почти неизменной.

К сожалению, точно такая же попытка, как и в замкнутой сети увеличить ко-во приборов в первом узле для устранения перегруженности не увенчалась успехом, так как у нас сеть разомкнута и заявки в огромно количестве поступают на сеть и скапливаются. В данном случае нужно прийти к более действенным способам уменьшения вреда от “узкого места”.

Результаты сравнительного анализа

Промоделировав нашу сеть в разомкнутом и в замкнутом вариантах, мы можем сделать такие выводы.

Мы определили критическое число заявок в ЗСеМО и оно равно 6. Нетрудно догадаться, что производительность СеМО при увеличении кол-ва заявок после критического уровня не изменяется, потому что сеть всегда работает в устоявшемся режиме, что не даёт никак циркулирующим заявкам в системе обрабатываться быстрее после какого-то определённого уровня. И одно и тоже кол-во заявок будет проходить через узел “0”.

Также с уверенностью можем сказать, что производительность определяется максимально возможным кол-вом заявок, которые система способна обработать за единицу времени при полной загрузке. Мы также можем определить производительность без подробного моделирования сети, рассмотрев индивидуальную производительность каждого узла по отдельности.

В РСеМО производительность ограничена потоком заявок.

Вывод

Выполнив данную лабораторную работу, мы научились пользоваться имитационным моделированием для анализа на этот раз не систем массового обслуживания, а сетей массового обслуживания. Мы рассмотрели разницу между разомкнутыми и замкнутыми сетями. И определили зависимости характеристик сетей от изменений характеристики узлов и параметров сети.