**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА**

**Математическое моделирование работы систем массового обслуживания**

**Задание**

**Вариант 1.** Газозаправочная станция для автомобилей располагает двумя газовыми насосами. В очереди, ведущей к насосам, могут расположиться не более пяти автомашин, включая те, которые обслуживаются. Если уже нет места, прибывающие автомобили уезжают искать другую заправку. Распределение прибывающих автомобилей является пуассоновским с математическим ожиданием 20 автомобилей в час. Время обслуживания клиентов имеет экспоненциальное распределение с математическим ожиданием 6 минут.

На основе расчета функциональных характеристик СМО определить:

– процент автомобилей, которые будут искать другую заправку;

– процент времени, когда используется только один из насосов;

– процент времени использования двух насосов;

– вероятность того, что прибывающий автомобиль найдет свободное место в очереди;

– среднее время пребывания автомобиля на газозаправочной станции.

массовый обслуживание транспорт автомобильный

Функциональные характеристики СМО

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Характеристика** | **Описание** | **Значение** |
| λ | интенсивность входного потока заявок | 20 |
| μ | интенсивность обслуживания | 10 |
|  | относительная нагрузка на систему | 2,00000 |
| эфф | эффективная интенсивность поступления заявок в систему | 13,3333 |
| Lq | среднее число заявок в очереди | 2,00000 |
| Ls | среднее число находящихся в системе заявок | 3,73333 |
| Wq | средняя продолжительность пребывания заявки в очереди | 0,11538 |
| Ws | средняя продолжительность пребывания заявки в системе | 0,21538 |
| p0 | вероятность состояния S0 | 0,06667 |
| p1 | вероятность состояния S1 | 0,13333 |
| P2 | вероятность состояния S2 | 0,13333 |
| P3 | вероятность состояния S3 | 0,13333 |
| P4 | вероятность состояния S4 | 0,13333 |
| P5 | вероятность состояния S5 | 0,13333 |
| P6 | вероятность состояния S6 | 0,13333 |
| P7 | вероятность состояния S7 | 0,13333 |

Интерпретация полученных результатов.

– процент автомобилей, которые будут искать другую заправку = pc+m = p7 = 13,33%

– процент времени, когда используется только один из насосов = p1 = 13,33%

– процент времени использования двух насосов = p2 + … +p7 = 80%

– вероятность того, что прибывающий автомобиль найдет свободное место в очереди = 1 – p7 = 86,67%

– среднее время пребывания автомобиля на газозаправочной станции = Ws = 0,21538 ч. = 13 минут

Контрольные вопросы:

**1. Из каких основных компонентов состоит СМО?**

Системы массового обслуживания (СМО) – это такие системы, в которые в случайные моменты времени поступают заявки на обслуживание, которые удовлетворяются с помощью имеющихся в распоряжении системы каналов обслуживания (сервисов).

Основными компонентами СМО являются два потока событий:

1) **входной** поток заявок (требований на обслуживание), характеризующийся своей интенсивностью λ (средним количеством клиентов, поступающих в систему в единицу времени) или средним интервалом времени между их последовательными поступлениями tпост;

2) **выходной** поток заявок, описываемый интенсивностью обслуживания μ (средним количеством обслуженных заявок в единицу времени) или средней продолжительностью обслуживания tобсл.

Для СМО разомкнутого типа, у которых входной и выходной потоки подчинены распределению Пуассона, в качестве **исходных данных** для расчета функциональных характеристик используются:

* интенсивность входного потока заявок λ;
* интенсивность обслуживания μ;
* количеством параллельно работающих однородных сервисов (обслуживающих каналов) с;
* максимальная емкость очереди m;
* мощность источника заявок f.

2. Какие бывают СМО?

Состоянием системы называется число находящихся в данный момент в СМО заявок n. Поступающие заявки могут сразу попасть на обслуживание (если сервис свободен) или ожидать в очереди.

Если максимально допустимое число мест в очереди m конечно, то в СМО могут происходить отказы в предоставлении сервиса (система с отказами). Отклоняются от обслуживания те заявки, в момент прихода которых все места в очереди случайно оказались занятыми или при m = 0 (система без очереди) все каналы обслуживания оказались занятыми. В СМО с неограниченной длиной очереди (m = ∞) пришедшая заявка при невозможности немедленного обслуживания ожидает обслуживания при любой длине очереди и продолжительности времени ожидания.

По способу отбора из очереди заявок для обслуживания различают следующие виды дисциплины очереди:

1) первым пришел – первым обслуживается (FCFS);

2) последним пришел – первым обслуживается (LCFS);

3) случайный отбор заявок (SIRO);

4) ограничено время пребывания заявки в очереди;

5) с приоритетами, при которой некоторые находящиеся в очереди заявки имеют право первоочередного обслуживания (например, срочные работы выполняются раньше обычных).

По числу каналов обслуживания c различают одноканальные и многоканальные СМО. Многоканальные СМО разделяют:

* по характеристикам каналов – на однородные и неоднородные СМО;
* по расположению каналов – на СМО с параллельным и последовательным расположением сервисов.

В некоторых СМО интенсивность входного потока может зависеть от числа заявок, уже находящихся в системе (СМО замкнутого типа). В такой системе конечность очереди является следствием ограниченности мощности источника, создающего заявки на обслуживание. В СМО с источником бесконечной мощности (СМО разомкнутого типа) интенсивность входного потока практически не зависит от состояния системы.

3. Как определить основные функциональные характеристики СМО?

Наиболее употребляемыми **функциональными характеристиками** стационарных СМО являются следующие:

* pотк – вероятность отказа в обслуживании (средняя доля заявок, получивших отказ в обслуживании):

– для СМО с отказами

;



– для СМО с неограниченной очередью

pотк = 0;

* q – относительная пропускная способность системы (средняя доля обслуженных заявок; вероятность обслуживания)

q = 1 – pотк;

* – относительная нагрузка на систему

ρ = λ / μ;

* эфф – эффективная интенсивность поступления заявок в систему (абсолютная пропускная способность системы; среднее число заявок, обслуживаемых системой в единицу времени)
* Lq – среднее число заявок в очереди (средняя длина очереди):

– для СМО без очереди

Lq = 0;

– для СМО с ограниченной очередью



– для СМО с неограниченной очередью

;



* Ls – среднее число находящихся в системе заявок
* Wq – среднее время (средняя продолжительность) пребывания заявки в очереди
* Ws – среднее время (средняя продолжительность) пребывания заявки в системе
* – среднее количество занятых средств обслуживания



;



* pn – вероятность того, что в системе находится n заявок

– для СМО с отказами

; ;



– для СМО с неограниченной очередью

;



В ходе работы я научилась определять количественные показатели качества функционирования системы массового обслуживания.