

Лабораторная работа № 5

Моделирование систем массового обслуживания средствами GPSS World.

Задание 1 (7 баллов).

Выполнить имитационное моделирование процесса обслуживания клиентов банка на промежутке $[0, 8]$ часов в условиях задания 1 лабораторной работы № 4:

- банк имеет n операторов для обслуживания клиентов;
- моменты прихода клиентов в банк образуют простейший поток с плотностью λ ;
- длительность деловых операций с одним клиентом имеет показательное распределение с математическим ожиданием, равным τ_0 ;
- вновь поступивший клиент обслуживается любым свободным оператором;
- клиент, заставший всех операторов занятыми, становится в очередь и ожидает, пока не освободится какой-либо оператор;
- время ожидания клиента не ограничено (чистая система с ожиданием).

В качестве инструмента имитационного моделирования использовать систему **GPSS World**. По результатам моделирования найти основные функциональные характеристики системы обслуживания, а также проанализировать возможность повышения эффективности обслуживания.

В ходе работы выполнить следующие действия.

1. Построить блок-диаграмму имитационной модели.
2. Разработать программу на языке моделирования **GPSS World**, реализующую имитацию функционирования СМО с заданными значениями параметров n , λ и τ_0 . Предусмотреть возможность
 - 2.1) организации 5 прогонов имитационной модели; по результатам каждого прогона – формирование следующих статистических данных о характеристиках СМО:
 - а) средней длины очереди;
 - б) среднего времени ожидания клиента в очереди;
 - в) вероятности наличия очереди;
 - г) средней загрузки каждого оператора;
 - д) среднего числа занятых операторов;
 - 2.2) обработки собранных статистических данных: получения средних значений и дисперсий характеристик, указанных в п. а) – д).

Указания.

Для организации сбора статистической информации об очереди использовать блоки **QUEUE** и **DEPART**.

Для получения оценок, указанных в п. 2.2), сохранять данные, полученные по результатам одного прогона, в ячейках.

3. Выбрав значения параметров n , λ и τ_0 в соответствии с номером своего варианта (таблица 5.1), выполнить 5 прогонов программы и получить оценки средних значений и дисперсий для указанных в п. 2 характеристик СМО.
4. Сравнить оценки характеристик СМО, полученные в п. 3, со значениями, вычисленными аналитически (результат выполнения задания 1 лабораторной

работы № 1), а также полученными в ходе выполнения задания 1 лабораторной работы № 4.

5. Модифицировав соответствующим образом программу, разработанную в п. 2, получить ответы на вопросы:

5.1) каково будет среднее время ожидания клиента в очереди

- а) при условии сокращения одного оператора,
- б) при увеличении количества операторов на 1;

5.2) какова при этих условиях будет средняя загруженность каждого оператора.

На основании полученных результатов сформулировать рекомендации о целесообразности реорганизации СМО.

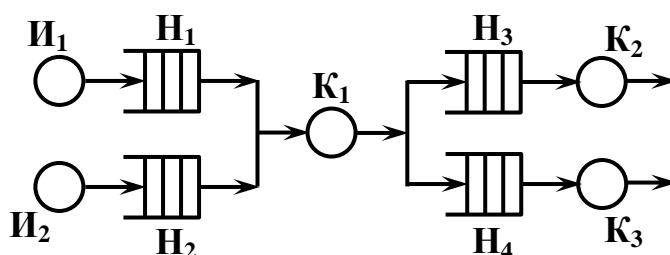
6. Оформить отчет.

Таблица 5.1

| № варианта | n | λ , клиентов/час | τ_0 , мин |
|------------|-----|--------------------------|----------------|
| 1 | 4 | 45 | 5 |
| 2 | 3 | 40 | 4 |
| 3 | 4 | 39 | 6 |
| 4 | 3 | 33 | 5 |

Задание 2 (8 баллов).

Исследовать на машинной модели Q -схему (двухфазную СМО с отказами):



В качестве выходных потоков рассматриваются потоки обслуженных заявок двух типов (заявки из источников I_1 и I_2) и потоки потерянных заявок двух типов (заявки из источников I_1 и I_2). Предполагается:

- интервалы времени между моментами поступления заявок из источников I_1 и I_2 имеют показательное распределение; плотности потоков поступления заявок равны соответственно $\lambda_1 = 0,02$ и $\lambda_2 = 0,05$ заявок/мин;
- время обслуживания заявок в каналах K_1 , K_2 и K_3 постоянно; для канала K_2 оно составляет 50 мин.; для канала K_3 – 25 мин.
- емкости накопителей H_1 , H_2 , H_3 и H_4 равны соответственно $L_1 = 3$, $L_2 = 2$, $L_3 = 5$, $L_4 = 4$.

Дополнительные условия функционирования СМО описаны в таблице 5.2 (по вариантам).

Необходимо провести моделирование процесса функционирования СМО на интервале времени (0, 1000) мин. По результатам моделирования оценить следующие характеристики функционирования СМО:

- среднюю загруженность накопителей;
- коэффициенты занятости каналов обслуживания;
- число заявок, обслуженных каналом K_1 в течение времени моделирования по каждому типу заявок отдельно;
- число потерянных заявок (получивших отказ по причине переполнения накопителей) для каждого типа заявок на каждой из двух фаз обслуживания.

Проанализировать полученные результаты и сформулировать рекомендации по реорганизации СМО с целью повышения эффективности ее работы.

В ходе работы выполнить следующие действия.

1. Построить блок-диаграмму имитационной модели.
2. Разработать программу на языке моделирования **GPSS World**, реализующую имитацию функционирования СМО с учетом указанных выше условий. Предусмотреть возможность сбора статистики для получения оценок всех указанных выше характеристик.

Указания.

Для различения заявок, полученных из источников I_1 и I_2 , можно использовать параметр транзактов.

Для определения числа потерянных заявок можно, например, использовать СЧА Nj – общее число входов транзактов в j -й блок.

Кроме того, предусмотреть возможность вывода графиков, отражающих

- а) заполненность накопителей H_1 и H_2 (СЧА Sj) на протяжении времени моделирования;
- б) загруженность каналов K_1 , K_2 и K_3 (СЧА FRj) на протяжении времени моделирования.

Указания.

Для вывода графика необходимо после создания объекта **Simulation** использовать команду меню **Window / Simulation Window / Plot Window**, задать параметры графика, после чего использовать команду меню **Command / Start**. (Команда **Start** не должна использоваться в коде программы).

3. Выполнить $N = 5$ прогонов программы и получить оценки средних значений и дисперсий для указанных в п. 3 характеристик СМО.
4. Проанализировать сформированный **GPSS World** отчет, выявить «узкие места» в функционировании СМО (если таковые имеются) и сформулировать рекомендации по реорганизации СМО с целью повышения эффективности ее работы.
5. Оформить отчет.

Таблица 5.2

| Вариант | Требование |
|---------|---|
| 1 | Заявки от источников I_1 и I_2 должны обслуживаться каналами K_2 и K_3 соответственно. Обработка в канале K_1 заявок от источника I_1 должна выполняться в течение 15 мин., а от источника I_2 – в течение 20 мин. |
| 2 | Заявки от источника I_1 должны обслуживаться каналом K_3 , а заявки от I_2 – каналом K_2 . Обработка в канале K_1 заявок от источника I_1 должна выполняться в течение 18 мин., а от источника I_2 – в течение 24 мин. |
| 3 | Заявки от источников I_1 и I_2 должны обслуживаться каналами K_2 и K_3 соответственно. Обработка в канале K_1 заявок от источника I_1 должна выполняться в течение 14 мин., а от источника I_2 – в течение 22 мин. |
| 4 | Заявки от источника I_1 должны обслуживаться каналом K_3 , а заявки от I_2 – каналом K_2 . Обработка в канале K_1 заявок от источника I_1 должна выполняться в течение 17 мин., а от источника I_2 – в течение 23 мин. |

Содержание отчета.

1. Название работы.
2. По заданию 1.
 - 2.1. Блок-диаграмма имитационной модели.
 - 2.2. Статистические оценки характеристик СМО, указанных в п. 2.1) задания, сформированные в каждом из N прогонов модели, а также результаты их статистической обработки, указанные в п. 2.2).
 - 2.3. Результаты сравнения характеристик СМО, найденных аналитическим методом, и методом имитационного моделирования. Оценка результатов сравнения.
 - 2.4. Ответы на вопросы п. 5 задания. Рекомендации о целесообразности реорганизации СМО.
3. По заданию 2.
 - 3.1. Блок-диаграмма имитационной модели.
 - 3.2. Статистические оценки характеристик СМО, указанных в задании, сформированные в каждом из N прогонов модели, а также результаты их статистической обработки, указанные в п. 3.2).
 - 3.3. График заполненности накопителей H_1 и H_2 .
 - 3.4. График загруженности каналов K_1 , K_2 и K_3 .
 - 3.5. Анализ результатов моделирования и рекомендации о целесообразности реорганизации СМО.