

## Домашнее задание №2

### «Использование GPSS для Исследования систем массового обслуживания (СМО) с помощью имитационного моделирования»

#### 1. Этапы работы

1. Изучите GPSS-модель, приведённую в Приложении 1. Пропустившие теоретическое занятие студенты могут использовать следующие источники для самостоятельного изучения GPSS:
  - ◆ [http://books.ifmo.ru/book/445/book\\_445.htm](http://books.ifmo.ru/book/445/book_445.htm) (раздел 6).
  - ◆ [http://open.ifmo.ru/images/3/39/32471\\_gpss\\_world\\_reference.pdf](http://open.ifmo.ru/images/3/39/32471_gpss_world_reference.pdf)
  - ◆ [http://minutemansoftware.com/reference/reference\\_manual.htm](http://minutemansoftware.com/reference/reference_manual.htm)
2. Проанализировав предложенную GPSS-модели, изобразите в виде графической схемы всю моделируемую систему с учётом индивидуальных изменений модели по варианту (см. п.3). На схеме должны быть указаны СМО-1, СМО-2 и СМО-3, а также пути движения заявок между этими СМО. При разделении потока заявок перед СМО-2 и СМО-3 нужно указать на схеме вероятность  $q$ , с которой заявки идут в СМО-2. Также на схеме нужно указать интенсивность поступающих заявок  $\lambda$ , среднее время обслуживания в приборах  $M[b]$  и ёмкости накопителей  $E1, E2, E3$  для соответствующих СМО. Для многоканального СМО-1 нужно корректно изобразить число приборов (каналов)  $k$  в устройстве.
3. Значения параметров для п.1 выбираются индивидуально каждым студентом по следующим формулам (где  $\Phi$ ,  $I$  – это число букв в фамилии и имени студента соответственно):
  - ◆  $k = 2 + (I \bmod 7)$ ;
  - ◆  $M[b] = (\Phi)$  секунд;
  - ◆  $\lambda = (k * 0.9 / \Phi)$  заявок/секунду;
  - ◆  $q = \Phi / (\Phi + I)$ ;
  - ◆  $E1 = +\infty$ ;
  - ◆  $E2 = 3 + (\Phi \bmod 5)$ ;
  - ◆  $E3 = 9 - E2$ .

Важно: все приборы во всех СМО должны иметь одинаковое среднее время обслуживания, включая все приборы (каналы) внутри многоканального устройства в СМО-1.
4. Измените исходную GPSS-модель так, чтобы её параметры соответствовали варианту в п.3. При этом нужно для всех случайных параметров модели использовать экспоненциальный закон распределения, как это сделано в предложенной GPSS-модели.
5. Выполните моделирование, пропустив через модель  $10^5$  заявок (команда «START 100000»). Изучите текстовый отчёт, который GPSS предлагает по завершении моделирования. Выполнив необходимые расчёты, выпишите из GPSS-отчёта в отчёт по лабораторной работе следующие характеристики для каждой из СМО (в скобках указаны названия соответствующих характеристик GPSS-отчёта):
  - ◆ загрузка приборов (FACILITY UTIL., STORAGE UTIL.)
  - ◆ нагрузка на приборы (рассчитать самостоятельно);

- ◆ среднее время ожидания заявок в очередях (QUEUE AVE.TIME);
  - ◆ средняя длина очередей (QUEUE AVE.CONT.)
  - ◆ среднее время пребывания заявок в СМО (QUEUE AVE.TIME);
  - ◆ среднее значение и коэффициент вариации времени пребывания заявок во всей системе, т. е. от создания заявки до её уничтожения (TABLE);
  - ◆ вероятности потерь заявок при входе в результате переполнения накопителя (для расчёта нужно использовать счётчики входа «ENTRY COUNT» в соответствующие GPSS-блоки).
6. Повторите п.5 с четырьмя другими датчиками случайных чисел. Усредните пять полученных измерений и рассчитайте доверительный интервал для всех характеристик из п.5 (см. Приложение 2). В отчёт необходимо включить только доверительные интервалы в виде « $a \pm b$ ».
  7. Удвойте исходное число каналов  $k$  и выполните п. 5 и п.6.
  8. Уменьшите число каналов  $k$  до 1 и выполните п. 5 и п.6.
  9. Измените в СМО-2 закон распределения времени обслуживания  $b$  с экспоненциального на детерминированный так, чтобы  $M[b]$  не изменилось (при детерминированном законе распределения время обслуживания всех заявок одинаково). Измените в СМО-3 закон распределения времени обслуживания с экспоненциального на равномерный так, чтобы  $M[b]$  не изменилось, а коэффициент вариации  $v[b]$  стал равен 0.3.
  10. Выполните пункты с 5 по 8 для новой модели, в которой по сравнению с исходным вариантом изменились законы распределения в СМО-2 и СМО-3, как описано в п.8.
  11. **Задание на оценку 4.** Измените в GPSS-модели СМО-2 закон распределения времени обслуживания  $b$  с экспоненциального на закон Эрланга второго порядка так, чтобы  $M[b]$  не изменилось.
  12. **Задание на оценку 5.** В дополнение к п.11 измените в СМО-3 закон распределения времени обслуживания  $b$  с экспоненциального на двухфазный гиперэкспоненциальный так, чтобы  $M[b]$  не изменилось, а коэффициент вариации  $v[b]$  стал равен 2 (см. пример на стр. 66 в учебнике, а также пункт 2.6.2 там же: <http://books.ifmo.ru/file/pdf/468.pdf>).
  13. **Задание на оценки 4 и 5.** Выполните пункты с 5 по 8 для новой модели, в которой по сравнению с исходным вариантом изменились законы распределения в СМО-2 и СМО-3, как предлагается в п.11 и п.12.

## 2. Общие замечания

Работа выполняется индивидуально каждым студентом. Отчёт должен содержать титульный лист с указанием названия вуза, кафедры, ФИО студента, группы студента, названия работы, ФИО преподавателя, подробный расчёт варианта. В отчёте нужно привести схему из п.2, все полученные GPSS-модели, а также доверительные интервалы всех характеристик, перечисленных в п.5. Отчёт желательно оформить в электронном виде (желательно pdf), но можно и от руки на бумаге. Защиту лабораторной работы можно осуществлять на компьютере.