Санкт-Петербургский Государственный Университет Информационных Технологий Механики и Оптики

Отчёт по лабораторной работе №2

“Исследование систем массового обслуживания

на имитационных моделях”

Студенты:

Группа:

Санкт-Петербург, 2008 г.

**Цель работы** - исследование свойств простейших одно- и многоканальных СМО с однородным потоком заявок на имитационных GPSS-моделях при различных предположениях о параметрах структурно-функциональной организации и нагрузочных параметрах в соответствии с заданной программой исследований.

**Оценка длительности переходного режима для коэффициента загрузки 0,1**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Количество заявок | **1000** | **5000** | **10000** | **50000** | **100000** | **1000000** |
| Теор.загрузка системы: 0.1 | Значение | 0.1060 | 0.1020 | 0.1020 | 0.1010 | 0.1010 | 0.1000 |
| Отност.откл. | 0.0600 | 0.0200 | 0.0200 | 0.0100 | 0.0100 | 0.0000 |
| Время ожидания заявок: 1.11 | Ср.значение | 0.9970 | 1.1970 | 1.1980 | 1.1500 | 1.1520 | 1.1160 |
| Отност.откл. | -0.1018 | 0.0784 | 0.0793 | 0.0360 | 0.0378 | 0.0054 |
| С.к.о. | 4.2440 | 4.8190 | 4.9660 | 4.9570 | 4.9440 | 4.8650 |
| К-т вар. | 4.2568 | 4.0259 | 4.1452 | 4.3104 | 4.2917 | 4.3593 |
| Время пребывания заявок: 11.11 | Ср.значение | 11.4790 | 11.2560 | 11.2630 | 11.1440 | 11.1560 | 11.1070 |
| Отност.откл. | 0.0332 | 0.0131 | 0.0138 | 0.0031 | 0.0041 | -0.0003 |
| С.к.о. | 11.4180 | 11.2040 | 11.3030 | 11.1680 | 11.1510 | 11.1260 |
| К-т вар. | 0.9947 | 0.9954 | 1.0036 | 1.0022 | 0.9996 | 1.0017 |
| Потерянные заявки | Количество | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| Вероятность | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |

**Оценка длительности переходного режима для коэффициента загрузки 0,9**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Количество заявок | **1000** | **5000** | **10000** | **50000** | **100000** | **1000000** |
| Теор.загрузка системы: 0.9 | Значение | 0.954 | 0.917 | 0.891 | 0.899 | 0.899 | 0.9 |
| Отност.откл. | 0.0600 | 0.0189 | -0.0100 | -0.0011 | -0.0011 | 0.0000 |
| Время ожидания заявок: 810 | Ср.значение | 1859 | 1384 | 1022 | 816 | 762 | 800 |
| Отност.откл. | 1.2951 | 0.7086 | 0.2617 | 0.0074 | -0.0593 | -0.0123 |
| С.к.о. | 1460 | 1532 | 1250 | 918 | 832 | 869 |
| К-т вар. | 0.7854 | 1.1069 | 1.2231 | 1.1250 | 1.0919 | 1.0863 |
| Время пребывания заявок: 900 | Ср.значение | 1953 | 1473 | 1111 | 905 | 852 | 890 |
| Отност.откл. | 1.1700 | 0.6367 | 0.2344 | 0.0056 | -0.0533 | -0.0111 |
| С.к.о. | 1463 | 1536 | 1255 | 923 | 837 | 874 |
| К-т вар. | 0.7491 | 1.0428 | 1.1296 | 1.0199 | 0.9824 | 0.9820 |
| Потерянные заявки | Количество | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| Вероятность | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |

По результатам проведенных испытаний можно сделать вывод, что приемлемое число заявок, которое необходимо пропускать через модель для того, чтобы получить статистически устойчивые результаты равно 50000.

**Описание вариантов организации системы**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер варианта | Количество приборов | Емкость накопителя | Интервалы между заявками входящего потока | Длительность обслуживания заявок |
| Среднее значение | Закон распределения | Среднее значение | Закон распределения |
| 1 | 1 | 100 | 100 | Э | 10 | Э |
| 2 | 1 | 100 | 100 | Р | 90 | Э |
| 3 | 1 | 100 | 100 | Д | 90 | Э |
| 4 | 1 | 100 | 100 | Э2 | 90 | Э |
| 5 | 1 | 100 | 100 | Э4 | 90 | Э |
| 6 | 1 | 100 | 100 | Э | 90 | Р |
| 7 | 1 | 100 | 100 | Э | 90 | Д |
| 8 | 1 | 100 | 100 | Э | 90 | Э2 |
| 9 | 1 | 100 | 100 | Э | 90 | Э4 |
| 10 | 1 | 100 | 100 | Р | 10 | Р |
| 11 | 1 | 100 | 100 | Д | 10 | Д |
| 12 | 1 | 100 | 100 | Э2 | 10 | Э2 |
| 13 | 1 | 100 | 100 | Э4 | 10 | Э4 |
| 14 | 1 | 1 | 100 | Э | 90 | Э |
| 15 | 1 | 2 | 100 | Э | 90 | Э |
| 16 | 1 | 5 | 100 | Э | 90 | Э |
| 17 | 1 | 10 | 100 | Э | 90 | Э |
| 18 | 1 | 50 | 100 | Э | 90 | Э |
| 19 | 1 | 75 | 100 | Э | 90 | Э |
| 20 | 1 | 100 | 100 | Э | 50 | Э |
| 21 | 2 | 100 | 100 | Э | 50 | Э |
| 22 | 3 | 100 | 100 | Э | 50 | Э |
| 23 | 1 | 100 | 100 | Э | 90 | Э |
| 24 | 2 | 100 | 100 | Э | 180 | Э |
| 25 | 3 | 100 | 100 | Э | 270 | Э |

Обозначения:

* Э – экспоненциальное
* Р – равномерное
* Д – детерминированное
* Э2 – Эрланг второго порядка
* Э4 – Эрланг четвертого порядка

Для некоторых организаций системы среднее время ожидания может быть рассчитано по формула Поллачека-Хинчина

$$w\_{M|G|1}=\frac{λb^{2}(1+ν^{2})}{2(1-ρ)}$$

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | $$λ$$ | $$b$$ | $$ν$$ | $$ρ$$ | $$w$$ | $$u$$ |
| 6 | 0.01 | 90 | 0.2566 | 0.9 | 431,67 | 521,67 |
| 7 | 0.01 | 90 | 0 | 0.9 | 405,00 | 495,00 |
| 8 | 0.01 | 90 | 0.707 | 0.9 | 607,44 | 697,44 |
| 9 | 0.01 | 90 | 0.5 | 0.9 | 506,25 | 596,25 |

**Результаты моделирования систем**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Загрузка системы | Значение | 0.101 | 0.89 | 0.891 | 0.893 | 0.894 | 0.908 | 0.909 | 0.893 |
| Время ожидания заявок | Ср.значение | 1.15 | 357 | 344 | 518 | 441 | 491 | 454 | 579 |
| С.к.о. | 4.957 | 424 | 437 | 583 | 533 | 508 | 469 | 633 |
| К-т вар. | 4.310 | 1.188 | 1.270 | 1.125 | 1.209 | 1.035 | 1.033 | 1.093 |
| Время пребывания заявок: | Ср.значение | 11.144 | 446 | 433 | 608 | 531 | 581 | 544 | 669 |
| С.к.о. | 11.168 | 433 | 446 | 590 | 541 | 508 | 469 | 637 |
| К-т вар. | 1.002 | 0.971 | 1.030 | 0.970 | 1.019 | 0.874 | 0.862 | 0.952 |
| Потерянные заявки | Количество | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Вероятность | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Загрузка системы | Значение | 0.897 | 0.101 | 0.1 | 0.101 | 0.1 | 0.629 | 0.713 | 0.809 |
| Время ожидания заявок | Ср.значение | 485 | 0 | 0 | 0.15 | 0.007 | 41.7 | 84 | 197 |
| С.к.о. | 507 | 0 | 0 | 1.35 | 0.218 | 75.2 | 112 | 202 |
| К-т вар. | 1.045 | 0.000 | 0.000 | 9.000 | 31.143 | 1.803 | 1.333 | 1.025 |
| Время пребывания заявок: | Ср.значение | 575 | 10 | 10 | 10.17 | 9.982 | 130.9 | 174 | 287 |
| С.к.о. | 509 | 5.77 | 0 | 7.17 | 4.962 | 116.9 | 143.7 | 221 |
| К-т вар. | 0.885 | 0.577 | 0.000 | 0.705 | 0.497 | 0.893 | 0.826 | 0.770 |
| Потерянные заявки | Количество | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14856 | 10850 | 5149 |
| Вероятность | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.297 | 0.217 | 0.103 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| Загрузка системы | Значение | 0.862 | 0.901 | 0.899 | 0.493 | 0.495 | 0.494 | 0.899 | 0.897 | 0.891 |
| Время ожидания заявок | Ср.значение | 362 | 824 | 816 | 49.3 | 3.26 | 0.28 | 816 | 759 | 676 |
| С.к.о. | 334 | 884 | 918 | 87.9 | 14.07 | 3.47 | 918 | 890 | 805 |
| К-т вар. | 0.923 | 1.073 | 1.125 | 1.783 | 4.316 | 12.393 | 1.125 | 1.173 | 1.191 |
| Время пребывания заявок: | Ср.значение | 452 | 913 | 905 | 98.6 | 52.6 | 49.6 | 905 | 938 | 943 |
| С.к.о. | 346 | 889 | 923 | 101.1 | 51.2 | 49.2 | 923 | 909 | 849 |
| К-т вар. | 0.765 | 0.974 | 1.020 | 1.025 | 0.973 | 0.992 | 1.020 | 0.969 | 0.900 |
| Потерянные заявки | Количество | 2451 | 43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Вероятность | 0.049 | 0.001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**Вывод**

В процессе анализа полученных результатов были выявлены закономерности влияния параметров СМО:

1) Длительность переходного режима напрямую зависит от загрузки системы. Оптимальная длительность составляет 50000 заявок.

2) Из графика можно сделать вывод о критически важных параметрах, влияющих на время ожидания заявок в СМО. Минимального ожидания можно достичь разными путями:

* ограничением длины очереди (отказ в обслуживании)
* снижением загрузки, что в свою очередь может быть достигнуто
	+ увеличением числа приборов
	+ увеличением интенсивности обслуживания
* заменой законов распределения интервалов между заявками и времени обслуживания на законы с меньшим коэффициентом вариации (более близким к детерминированному)