

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

**ОСНОВЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА И ИМИТАЦИОННОГО  
МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Лабораторная работа 1.2  
По курсу «Надёжность информационных систем»

Выполнил  
Дубровских Н.Е.  
Группа 221-361

Проверил  
Маковей С.О.

Москва, 2024

## Лабораторная работа 1.2

### Анализ свойств имитационной модели. Анализ чувствительности модели. Языки имитационного моделирования. Методика выбора языка моделирования. ММ. Статистическое моделирование.

К **основным целям** лабораторной работы следует отнести:

- формирование у студентов понимания свойств и принципов построения имитационной модели;
- ознакомление студентов с принципами анализа чувствительности;
- ознакомление студентов с назначением и основными свойствами языка имитационного моделирования;
- ознакомление студентов с назначением и основными свойствами статистического моделирования.

К **основным задачам** лабораторной работы следует отнести:

- анализа состояния и принципов построения имитационной модели;
- развитие навыков анализа закономерностей чувствительности имитационной модели;
- развитие навыков понимания типовой структуры языка имитационного моделирования;
- развитие навыков анализа тенденций развития систем статистического моделирования.

### Отчет

Входные параметры	Значения при 1 эксперименте	Значения при 2 эксперименте
k	5	6
n	5	3
$\mu$	20	10
$\lambda$	200	150

Для начала необходимо рассчитать коэффициент загрузки:

$$p = \frac{\lambda}{\mu}$$

Для 1 эксперимента:

$$p = \frac{200}{20} = 10$$

Для 2 эксперимента:

$$p = \frac{150}{10} = 15$$

Чтобы определить коэффициент загрузки СМО, воспользуемся формулой:

$$p_s = \frac{\rho}{k}$$

Для 1 эксперимента:

$$p_s = \frac{10}{5} = 2$$

Для 2 эксперимента:

$$p_s = \frac{15}{6} = 2.5$$

Для расчета показателя простоя следует воспользоваться следующим выражением:

$$p_0 = \left[ \sum_{j=0}^{k-1} \frac{p^j}{j!} + \frac{p^k (1 - p_s^{N+1})}{k! (1 - p_s)} \right]^{-1}$$

Для 1 эксперимента:

$$p_0 = 0.0000188167$$

Для 2 эксперимента:

$$p_0 = 0.0000024356$$

После определения простоя следует учесть вероятность отказа в дальнейшем обслуживании системы

$$p_{den} = p_{(k+n)} = \frac{p^{k+n} p_0}{k! k^n}$$

Для 1 эксперимента:

$$p_{den} = 0.50177866$$

Для 2 эксперимента:

$$p_{den} = 0.602061767578125$$

Далее необходимо вычислить среднее количество каналов, которые остались занятыми и запросов в очереди:

$$k_{ch} = p(1 - p_{den})$$

Для 1 эксперимента:

$$k_{ch} = 4.9822133$$

Для 2 эксперимента:

$$k_{ch} = 5.969073486328124$$

Чтобы определить средний показатель запросов, стоящих в очереди, приводится вычисление по формуле:

$$W_{req} = \frac{p^{k+1}p_0}{k!k} \left[ \frac{1 - p_s^n(n + 1 - np_s)}{(1 - p_s)^2} \right]$$

Для 1 эксперимента:

$$W_{req} = 4.045590499$$

Для 2 эксперимента:

$$W_{req} = 2.384164599609375$$

Далее необходимо узнать среднее время, потраченное системой на ожидание перед обработкой в очереди  $W_{req}$ , учитывая интенсивность полученных запросов:

$$T_{req} = \frac{W_{req}}{\lambda}$$

Для 1 эксперимента:

$$T_{req} = 0.020227952499$$

Для 2 эксперимента:

$$T_{req} = 0.0158944306640625$$

Теперь можно определить среднее количество запросов в СМО:

$$W_s = k_{ch} + W_{req}$$

Для 1 эксперимента:

$$W_s = 9.027803833$$

Для 2 эксперимента:

$$W_s = 8.3532380859375$$

Определив  $T_{req}$ , можно найти среднее время, в течение которого запросы находятся в СМО:

$$T_s = T_{req} + \frac{(1 - p_{den})}{\mu}$$

Для 1 эксперимента:

$$T_s = 0.045139019166$$

Для 2 эксперимента:

$$T_s = 0.05568825390625$$

## ВЫВОД ПО ПРОВЕДЕННОЙ РАБОТЕ

В данном исследовании наиболее существенное влияние на вероятность отказа в обслуживании оказывает интенсивность входного потока запросов ( $\lambda$ ), так как она напрямую определяет степень загрузки системы.

В рамках проведенного исследования видно, что система моделирования работает верно и позволяет на ее основе анализировать и оценивать ключевые показатели работы системы массового обслуживания, такие как вероятность простоя ( $p_0$ ), вероятность отказа ( $p_{den}$ ), среднее количество занятых каналов ( $k_{ch}$ ), среднее количество запросов в очереди ( $W_{req}$ ) и общее время нахождения заявок в системе ( $T_s$ ).