

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра электронных вычислительных машин

Дисциплина: Моделирование

ОТЧЕТ
по лабораторной работе № 5
на тему
ПОСТРОЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ
НЕПРЕРЫВНО-СТОХАСТИЧЕСКОЙ СМО
ВАРИАНТ № 4

Студент:

П.В. Сякачѳв

Проверила:

Ю.О. Герман

МИНСК 2022

1. Цель работы

Изучить методы имитационного моделирования поведения непрерывно-стохастической СМО.

2. Задание

Произвести имитационное моделирование для системы с одним прибором. Интенсивность поступления заявок $\lambda = 0.1 \text{ сек}^{-1}$, интенсивность обслуживания заявок $\mu = 2 \text{ сек}^{-1}$. Закон распределения вероятностей времен поступления обозначен как $F(t)$, времени обслуживания – как $G(t)$.

По результатам моделирования найти – среднее время обслуживания, среднее время пребывания заявки в системе, среднее число заявок в системе, процент загрузки обслуживающего прибора (канала).

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t}$$
$$G(t) = 1 - \exp \left[-\left(\frac{t}{\mu} \right)^2 \right]$$

3. Ход работы

Для вычисления времени поступления заявок и длительности обслуживания, выразим t из формул $F(t)$ и $G(t)$:

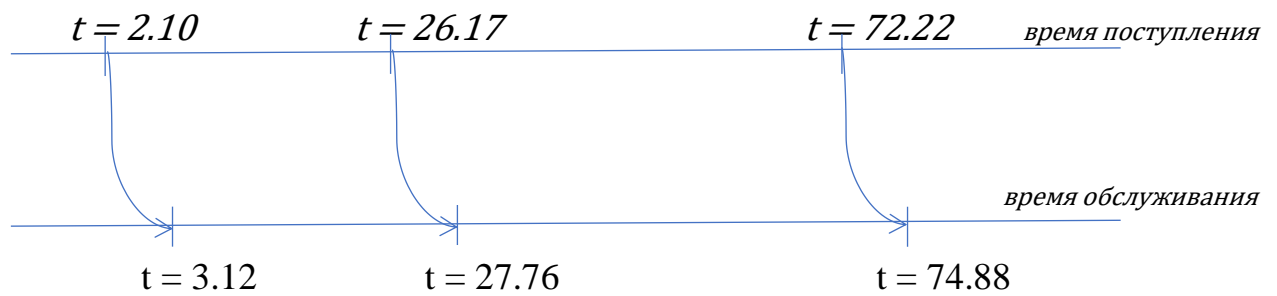
$$t = \frac{\ln(1 - F)}{-\lambda}$$
$$t = \mu \cdot \sqrt{-\ln(1 - G)}$$

Используя метод Лемера, сгенерируем несколько случайных чисел: 19, 23, 91, 47, 99, 83.

В соответствии, с законами распределения $F(t)$ и $G(t)$, вычислим несколько значений t времён поступления заявок и τ времён обслуживания заявок:

$$\begin{array}{ll} t_1 = 2.10 \text{ с}, & \tau_1 = 1.02 \text{ с} \\ t_2 = 24.07 \text{ с}, & \tau_2 = 1.59 \text{ с} \\ t_3 = 46.05, & \tau_3 = 2.66 \text{ с} \end{array}$$

Теперь для наглядности на временных осях мы можем отложить значения времени поступления и времени обслуживания:



Заметим, что в интервале от 3.12 до 26.17 система простаивает – нет заявок, ничего не обслуживается. Кроме того, возможно появление очереди на обслуживание (в нашем примере очередь не успела сформироваться).

3.1 Написание программы

Для реализации имитационной модели СМО был написан класс **Queuing_system**, вот несколько методов из него:

```
private void Init()
{
    for (int i = 0; i < count; i++)
    {
        R[i] = new Request();
        R[i].coming_time = F_Function(random.Lehmer_Random());
        R[i].processing_time = G_Function(random.Lehmer_Random());
    }
    for (int i = 1; i < count; i++)
    {
        R[i].coming_time += R[i - 1].coming_time;
    }
}

private int F_Function(double F)
{
    return (int)((Math.Log(1 - F) / (-1)) * 100);
}

private int G_Function(double G)
{
    return (int)(m * Math.Sqrt(-Math.Log(1 - G)) * 100);
}
```

Изображенные выше методы необходимы для заполнения времён запросов и выполнения числами, вычисленными согласно законам $F(t)$ и $G(t)$ при помощи сгенерированных случайных чисел.

```
public void Calculate()
{
    time = 0;
    free_time = 0;
    int num = 0, requests = 0;
    bool is_free = true;
```

```

while (true)
{
    request_count += requests;
    if (num < count && R[num].coming_time == time)
    {
        requests++;
        num++;
    }
    if (is_free)
    {
        if (requests == 0)
            free_time++;
        else
        {
            R[num - requests].starting_time = time;
            is_free = false;
        }
    }
    else
    {
        if (R[num - requests].starting_time +
            + R[num - requests].processing_time == time)
        {
            is_free = true;
            requests--;
            time--;
        }
    }

    if (num == count && requests == 0)
        break;
    time++;
}
}

```

Приведённый выше метод – моделирование СМО, в которой имитируются приходящие запросы и их обработка.

Результат выполнения программы – вывод в консоль сведений о процессе моделирования:

```

Среднее время обслуживания: 8,98 секунд
Среднее время пребывания заявки в системе: 0,3604 секунд
Среднее число заявок в системе: 8 заявок
Процент загрузки обслуживающего прибора: 93,8%

```

Вывод

В ходе лабораторной работы была построена имитационная модель непрерывно-стохастической СМО и исследовано её поведение в зависимости от изменения формул законов $F(t)$ и $G(t)$.