



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский государственный технический университет имени  
Н. Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н. Э. Баумана)

---

ФАКУЛЬТЕТ «Информатика и системы управления»

---

КАФЕДРА «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»

---

## Отчет по лабораторной работе № 4 по курсу «Моделирование»

Тема Моделирование простейшей СМО

---

Студент Виноградов А. О.

---

Группа ИУ7-76Б

---

Оценка (баллы) \_\_\_\_\_

---

Преподаватель Рудаков И. В.

---

Москва — 2023 г.

# 1 Теоретическая часть

## 1.1 Закон появления сообщений

Согласно заданию лабораторной работы для генерации сообщений используется равномерный закон распределения. Случайная величина имеет равномерное распределение на отрезке  $[a, b]$ , если её функция плотности  $p(x)$  имеет вид:

$$p(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a}, & \text{если } x \in [a, b], \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases} \quad (1.1)$$

Функция распределения  $F(x)$  равномерной случайной величины имеет вид:

$$F(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < a, \\ \frac{x-a}{b-a}, & \text{если } a < x < b, \\ 1, & \text{если } x > b. \end{cases} \quad (1.2)$$

Интервал времени между появлением  $i$ -ого и  $(i - 1)$ -ого сообщения по равномерному закону распределения вычисляется следующим образом:

$$T_i = a + (b - a) \cdot R, \quad (1.3)$$

где  $R$  — псевдослучайное число от 0 до 1.

## 1.2 Закон обработки сообщений

Согласно заданию лабораторной работы для генерации сообщений используется нормальный закон распределения. Случайная величина имеет равномерное распределение на отрезке  $[a, b]$ , если ее плотность распределения  $p(x)$  и функция распределения  $F(x)$  равны

$$p(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a}, a \leq x \leq b; \\ 0, x < a \text{ или } x > b. \end{cases}, F(x) = \begin{cases} 0, x < a; \\ \frac{x-a}{b-a}, a \leq x \leq b; \\ 1, x > b. \end{cases} \quad (1.4)$$

## 1.3 Принцип $\Delta t$

Принцип  $\Delta t$  заключается в последовательном анализе состояний всех блоков в момент  $t + \Delta t$  по заданному состоянию блоков в момент  $t$ . При этом новое состояние блоков определяется в соответствии с их алгоритмическим описанием с учетом действующих случайных факторов, задаваемых распределениями вероятности.

В результате принимается решение о том, какие общесистемные события должны имитироваться программной моделью на данный момент времени. Основной недостаток: значительные затраты машинного времени на реализацию моделирования системы. При недостаточно малом  $\Delta t$  появляется опасность пропуска отдельных событий в системе, что исключает возможность получения адекватных результатов при моделировании. К достоинствам относится равномерная протяжка времени.

## 1.4 Событийный принцип

При использовании событийного принципа, состояние всех блоков имитационной модели анализируется лишь в момент появления какого-либо события. Момент поступления следующего события определяется минимальным значением из списка будущих событий, представляющего собой совокупность моментов ближайшего изменения состояния каждого из блоков системы.

## 2 Результат

На рисунке 2.1 приведен пример работы программы.

The screenshot shows a software window titled "Лабораторная работа #4" with standard window controls (minimize, maximize, close). The interface contains several input fields with up/down arrows for adjusting values:

- Шаг по времени: 0,10
- Общее число сообщений: 500
- Генератор: a 0,00, b 10,00
- Обслуживающий автомат: m 5,  $\sigma^2$  2,00, P 0,30
- Промоделировать (button)
- Максимальная длина очереди:
  - Принцип  $\Delta t$ : 166
  - Событийный принцип: 154

Рисунок 2.1 – Пример работы программы