



КАФЕДРА Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии (ИУ7)

по дисциплине «Моделирование»

*«Моделирование системы массового обслуживания с использованием событийного и пошагового подходов»*

Группа ИУ7-71Б

Студент \_\_\_\_\_ Лукьяненко В.А.  
подпись, дата фамилия, и.о.

Преподаватель \_\_\_\_\_ Рудаков И. В.  
подпись, дата фамилия, и.о.

## Оценка

2025<sub>2</sub>

# 1. Генератор заявок

Генератор формирует поток заявок, поступающих в систему. Интервалы между появлениями заявок представляют собой случайные величины, распределённые по выбранному закону: равномерному, экспоненциальному, нормальному или Эрланга.

Для равномерного распределения  $U(a, b)$  время прихода заявки выбирается из интервала  $[a, b]$ . Для экспоненциального потока интенсивность  $\lambda$  определяет среднюю частоту появления заявок. При нормальном распределении  $\mathcal{N}(\mu, \sigma)$  задаётся среднее время ожидания и его разброс. Распределение Эрланга  $E_k(\lambda)$  используется для моделирования потоков с несколькими стадиями ожидания.

Параметры: границы интервала  $a, b$ , либо параметры  $\lambda, \mu, \sigma, k$ .

## 2. Очередь

Очередь служит буфером для хранения заявок, ожидающих обработки. Каждая новая заявка помещается в конец очереди, если есть свободное место. При переполнении возможна потеря сообщений. После завершения обслуживания заявка удаляется из начала очереди. Модель позволяет учитывать возврат обработанных заявок обратно в очередь с заданной вероятностью  $p$ .

Основной показатель: максимальная длина очереди  $L_{\max}$ .

## 3. Обслуживающий аппарат

Обслуживающий аппарат (ОА) принимает заявки из очереди и обрабатывает их за случайное время, распределённое по выбранному закону (нормальному, экспоненциальному и др.). Пока ОА занят, новые заявки помещаются в очередь. После завершения обработки аппарат освобождается и принимает следующую заявку.

Основные параметры: время обслуживания  $t$ , распределённое случайным образом; вероятность возврата заявки  $p$ .

## 4. Пошаговый подход

Имитация времени выполняется равномерными шагами  $\Delta t$ . На каждом шаге проверяются события:

генерация новой заявки, завершение обслуживания, состояние очереди.

При малом шаге модель точна, но требует большого числа итераций. Пошаговый метод используется для детального анализа динамики системы, однако имеет высокую вычислительную трудоёмкость.

## 5. Событийный подход

В событийной модели время перескакивает от одного события к следующему. В список событий записываются моменты:

$$t, t.$$

На каждом шаге выбирается ближайшее событие, время моделирования переносится к нему, а состояние системы обновляется. Этот метод эффективнее пошагового, так как учитывает только значимые изменения.

## 6. Результаты моделирования

При одинаковых параметрах потока и обслуживания результаты пошагового и событийного методов совпадают по значению  $L_{\max}$ , однако событийный подход требует значительно меньше вычислительных операций.

Например, для параметров:

$$U(0, 10), \quad \mathcal{N}(0, 1), \quad N = 100, \quad p = 0, \quad \Delta t = 0.01$$

получено:

$$L_{\max}^{(\text{пошаговый})} = 6, \quad L_{\max}^{(\text{событийный})} = 6.$$

## 7. Вывод

Реализована имитационная модель СМО с возможностью выбора закона распределения для генератора и обслуживающего аппарата. Сравнение методов показало, что событийный подход является более производительным и предпочтительным для моделирования систем с большим числом заявок. Разработанное приложение позволяет наглядно оценивать влияние параметров потоков и обслуживания на длину очереди и устойчивость работы системы.