



КАФЕДРА Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии (ИУ7)

**ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №2**  
*по дисциплине «Моделирование»*  
*«Моделирование непрерывных марковских процессов»*

Группа ИУ7-71Б

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

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

## Оценка

## Задание

### Цель работы

**Цель работы:** изучение принципов моделирования непрерывных марковских процессов, реализация программного средства для расчёта стационарных вероятностей и визуализации сходимости состояний во времени.

### Теоретическая часть

#### Марковские процессы

Марковский процесс — это стохастический процесс, обладающий свойством отсутствия памяти: вероятность перехода зависит только от текущего состояния. В непрерывном времени он описывается системой дифференциальных уравнений Колмогорова:

$$\frac{dP(t)}{dt} = P(t)Q,$$

где  $P(t)$  — вектор вероятностей состояний, а  $Q$  — матрица интенсивностей переходов.

#### Построение матрицы переходов

Матрица  $Q$  формируется на основе введённых пользователем интенсивностей  $\lambda_{ij}$ :

$$Q_{ij} = \begin{cases} \lambda_{ij}, & i \neq j, \\ -\sum_{j \neq i} \lambda_{ij}, & i = j. \end{cases}$$

Каждая строка суммируется в ноль, что отражает сохранение полной вероятности.

## Методы расчёта

Для вычисления стационарного распределения  $\pi$  используется решение линейной системы

$$\pi Q = 0, \quad \sum_i \pi_i = 1.$$

Решение производится методом Гаусса с выбором главного элемента.

Динамика приближения  $P(t)$  к  $\pi$  моделируется численным методом Эйлера:

$$P_{k+1} = P_k + \Delta t \cdot P_k Q,$$

с нормировкой  $\sum_i P_i = 1$  на каждом шаге.

Время сходимости  $\tau_i$  для каждого состояния определяется по условию малой производной и близости  $P_i(t)$  к  $\pi_i$ .

## Вывод

Разработанная программа вычисляет стационарные вероятности состояний, определяет время сходимости и визуализирует процесс стабилизации системы. Метод Эйлера и алгоритм Гаусса обеспечивают корректное и наглядное моделирование марковских процессов.