



Министерство науки и высшего образования Российской  
Федерации  
Федеральное государственное автономное 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»

## Лабораторная работа № 2 по дисциплине «Моделирование»

Тема Марковские процессы

Студент Равашдех Ф.Х.

Группа ИУ7-75Б

Преподаватель Рудаков И.В..

Москва, 2025

## Задание

Разработать программное обеспечение, предоставляющее возможность определения вероятности и времени пребывания системы для каждого состояния в установившемся режиме работы в зависимости от заданной матрицы интенсивностей переходов.

## Теория

Случайный процесс, протекающий в некоторой системе  $S$ , называется марковским, если вероятность любого состояния системы в будущем зависит только от ее состояния в настоящем времени и не зависит от того, каким образом система пришла в это состояние.

Для марковских процессов используются уравнения Колмогорова, составляющиеся по следующему правилу:

1. В левой части каждого уравнения стоит производная вероятности состояния.
2. Правая часть содержит столько членов, сколько стрелок связано с этим состоянием; если стрелка направлена из состояния соответствующий член имеет знак «-», если в состояние — знак «+».
3. Каждый член равен плотности вероятности перехода (интенсивности), соответствующей данной стрелке, умноженной на вероятность того состояния, из которого исходит стрелка.

То есть строится система уравнений, которые имеют вид:

$$P'_i(t) = \sum_{j=1}^n \lambda_{ji} P_j(t) - P_i(t) \sum_{j=1}^n \lambda_{ij}, \quad (1)$$

где  $P_i(t)$  — вероятность того, что система находится в  $i$ -ом состоянии;  $n$  — число состояний в системе;  $\lambda_{ij}$  — интенсивность перехода системы из  $i$ -ого состояния в  $j$ -ое.

Одно из уравнений данной системы заменяется условием нормировки:

$$\sum_{i=1}^n P_i(t) = 1. \quad (2)$$

В силу того, что предельные вероятности состояний постоянны, то для их определения в уравнениях Колмогорова необходимо подставить нули вместо производных и решить систему линейных алгебраических уравнений.