

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Пензенский государственный университет
Кафедра «Математическое обеспечение и применение ЭВМ»

ОТЧЕТ

по лабораторной работе №5
по курсу «Моделирование систем»
на тему «непрерывные цепи Маркова»
Вариант 10

Выполнил:

Ст. гр. 21ВП2 Копылов Е.А.

Принял:

Д.т.н., профессор Козлов А.Ю.

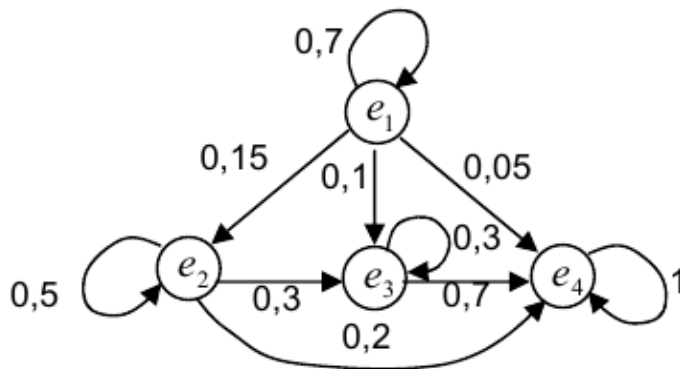
Пенза, 2024

Содержание задания

В соответствии с заданием, разработать программу, моделирующую работу Q-схемы.

Рассматривается система с дискретными состояниями и непрерывным временем. Заданы размеченный граф состояний и интенсивности переходов. Все потоки событий простейшие.

Вариант задания



Вариант 37

Ход работы

Разработана программа, моделирующая работу Q-схемы, составлена матрица интенсивностей переходов, затем сформулирована система дифференциальных уравнения (СДУ) Колмогорова по заданной матрице интенсивностей переходов. Проведено решение СДУ методом Эйлера, так как именно этот метод был использован во второй лабораторной работе. Далее найдено предельное распределение вероятностей и построен график.

Листинг 1 – Код программы

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

lambda_matrix = np.array([
    [0.7, 0.15, 0.1, 0.05],
    [0, 0.5, 0.3, 0.2],
    [0, 0, 0.3, 0.7],
    [0, 0, 0, 1]
])
```

```

def dPdt(p):
    dpdt = np.zeros_like(p)
    dpdt[0] = -(lambda_matrix[0].sum()) * p[0]
    dpdt[1] = -(lambda_matrix[1].sum()) * p[1] +
lambda_matrix[0, 1] * p[0]
    dpdt[2] = -(lambda_matrix[2].sum()) * p[2] +
lambda_matrix[0, 2] * p[0] + lambda_matrix[1, 2] * p[1]
    dpdt[3] = -(lambda_matrix[3].sum()) * p[3] +
lambda_matrix[0, 3] * p[0] + lambda_matrix[1, 3] * p[1] +
lambda_matrix[2, 3] * p[2]
    return dpdt

T = (0, 10000)
h = 0.01
probabilities = []

p0 = np.array([1.0, 0.0, 0.0, 0.0], dtype=np.float64)

t = T[0]
while t < T[1]:
    dp = dPdt(p0) * h
    p0 += dp
    p0 /= p0.sum()
    probabilities.append(p0.copy())
    t += h

probabilities = np.array(probabilities)
probabilities = np.round(probabilities, 3)
print("Предельные вероятности: ", probabilities[-1])
print("Сумма предельных вероятностей: ", np.sum(probabilities[-1]))

plt.figure(figsize=(10, 6))
for i in range(4):
    plt.plot(np.linspace(T[0], T[1], len(probabilities)),
probabilities[:, i], label=f'S{i+1}')
plt.title('Вероятности состояний от времени')
plt.xlabel('Время')
plt.ylabel('Вероятность')
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.show()

```

Результат работы программы представлен на рисунке 1.

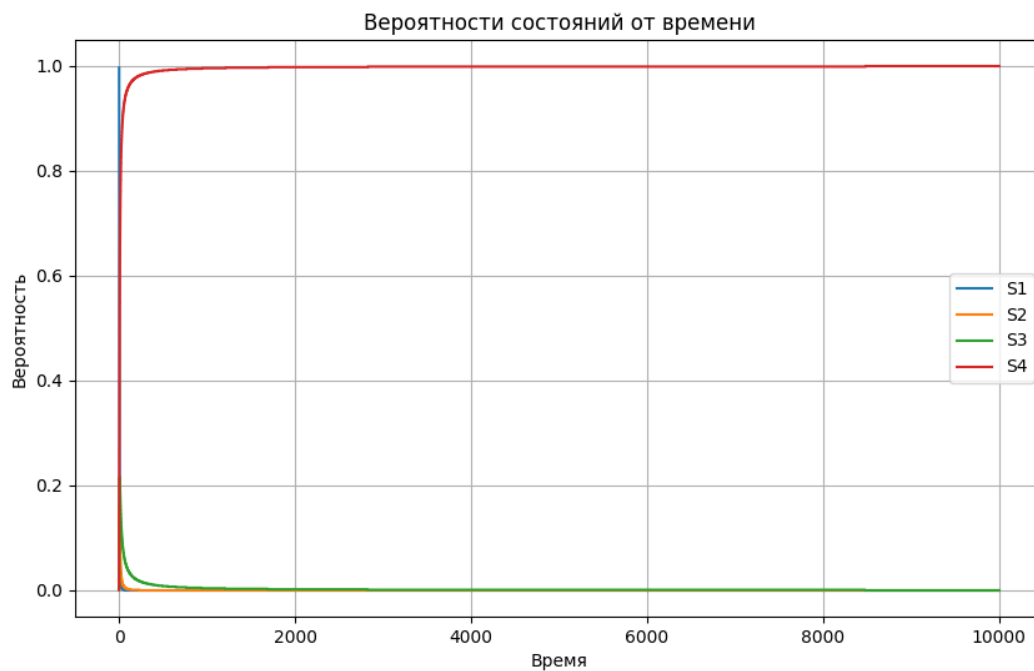


Рисунок 1 – Результат работы программы

Выводы

В ходе выполнения лабораторной работы была разработана программа, моделирующая работу Q-схемы.