

**Федеральное государственное образовательное бюджетное
учреждение высшего образования**

**«ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»
(Финансовый университет)**

Кафедра
«Системный анализ в экономике»

Ю.А. Кораблев

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ИМИТАЦИОННОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ**

Варианты контрольных работ 126-150

**для студентов, обучающихся по направлению подготовки
09.03.03 «Прикладная информатика»**

*Одобрено кафедрой «Системный анализ в экономике»
протокол № 09 от 28 апреля 2021 г.*

Москва 2021

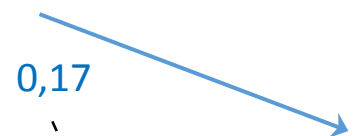
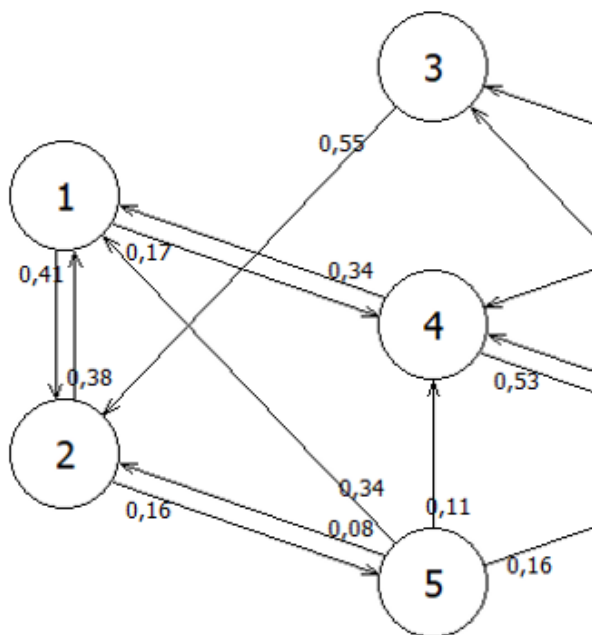
Контрольная работа

Контрольная предназначена для студентов, обучающихся по направлению «Прикладная информатика».

Контрольная проверяет знания по теме «Марковские процессы с дискретным временем», «Марковские процессы с непрерывным временем» и «Моделирование систем массового обслуживания». Требуется реализовать на языках программирования алгоритмы, автоматизирующие изученные на лекционных и семинарских занятиях методы, после чего выполнить назначенный вам преподавателем ваш вариант контрольной работы.

Необходимо сформировать отчет о выполнении контрольной работы и выслать преподавателю на электронную почту для проверки. В отчете должны присутствовать: ваш вариант задания, код программы, реализующий необходимые вычисления, входные данные, результаты вычислений,

Замечание. На схемах марковского процесса вероятности перехода стоят всегда в начале и правее стрелки. На рисунке ниже число 0,17 обозначает вероятность перехода из состояния 1 в состояние 4.



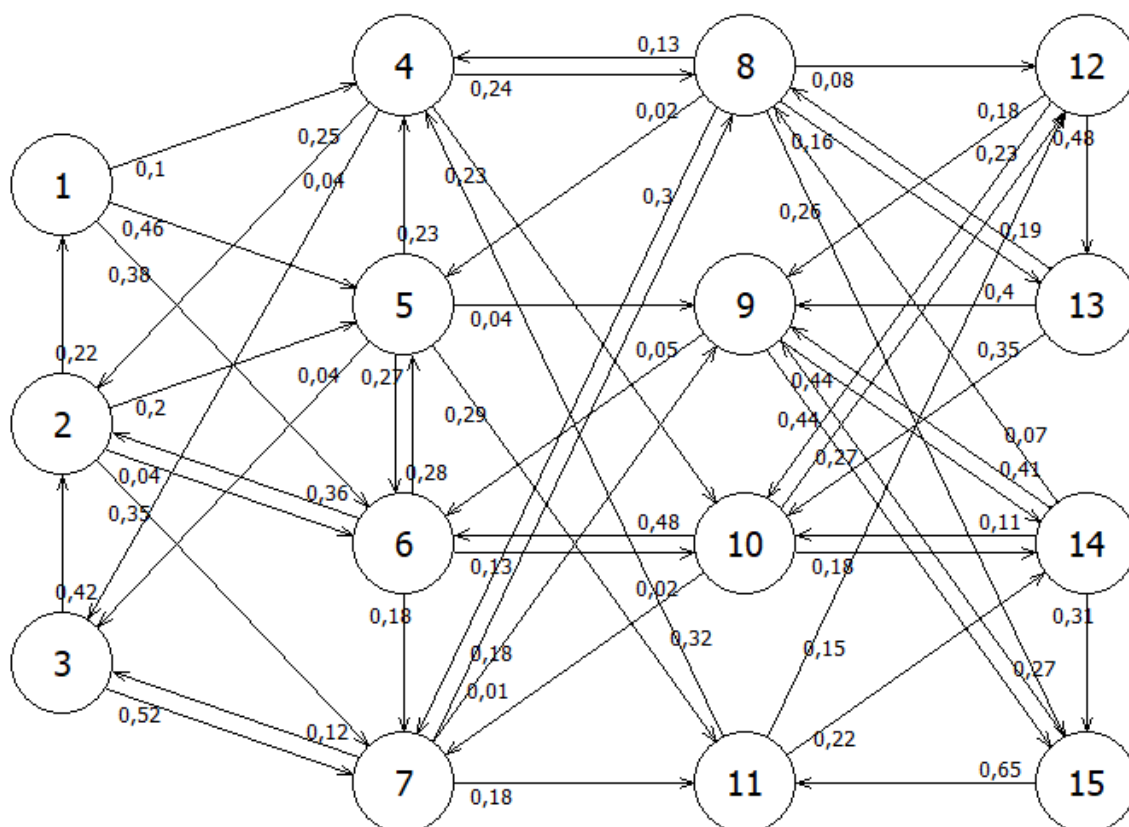
Вероятность
всегда указана в
начале стрелки и
находится справа
от направления

Вариант 126

Задание 1

Система имеет 15 дискретных состояний. Изменение состояний происходит в дискретные моменты времени с заданной вероятностью. Схема марковского процесса изображена на рисунке. Требуется определить:

- 1) вероятность того, что за 8 шагов система перейдет из состояния 8 в состояние 3;
- 2) вероятности состояний системы спустя 5 шагов, если в начальный момент вероятности состояний были следующими
 $A = (0,04; 0,1; 0,11; 0,04; 0,1; 0,11; 0,02; 0,01; 0,09; 0,05; 0,04; 0,02; 0,08; 0,07; 0,12)$;
- 3) вероятность первого перехода за 6 шагов из состояния 14 в состояние 1;
- 4) вероятность перехода из состояния 3 в состояние 7 не позднее чем за 7 шагов;
- 5) среднее количество шагов для перехода из состояния 15 в состояние 4;
- 6) вероятность первого возвращения в состояние 13 за 5 шагов;
- 7) вероятность возвращения в состояние 10 не позднее чем за 10 шагов;
- 8) среднее время возвращения в состояние 11;
- 9) установившиеся вероятности.



Задание 2

Задана система массового обслуживания со следующими характеристиками:

- интенсивность поступления $\lambda=25$
- каналов обслуживания $m=2$
- интенсивность обслуживания $\mu=16$
- максимальный размер очереди $n=8$

Изначально требований в системе нет.

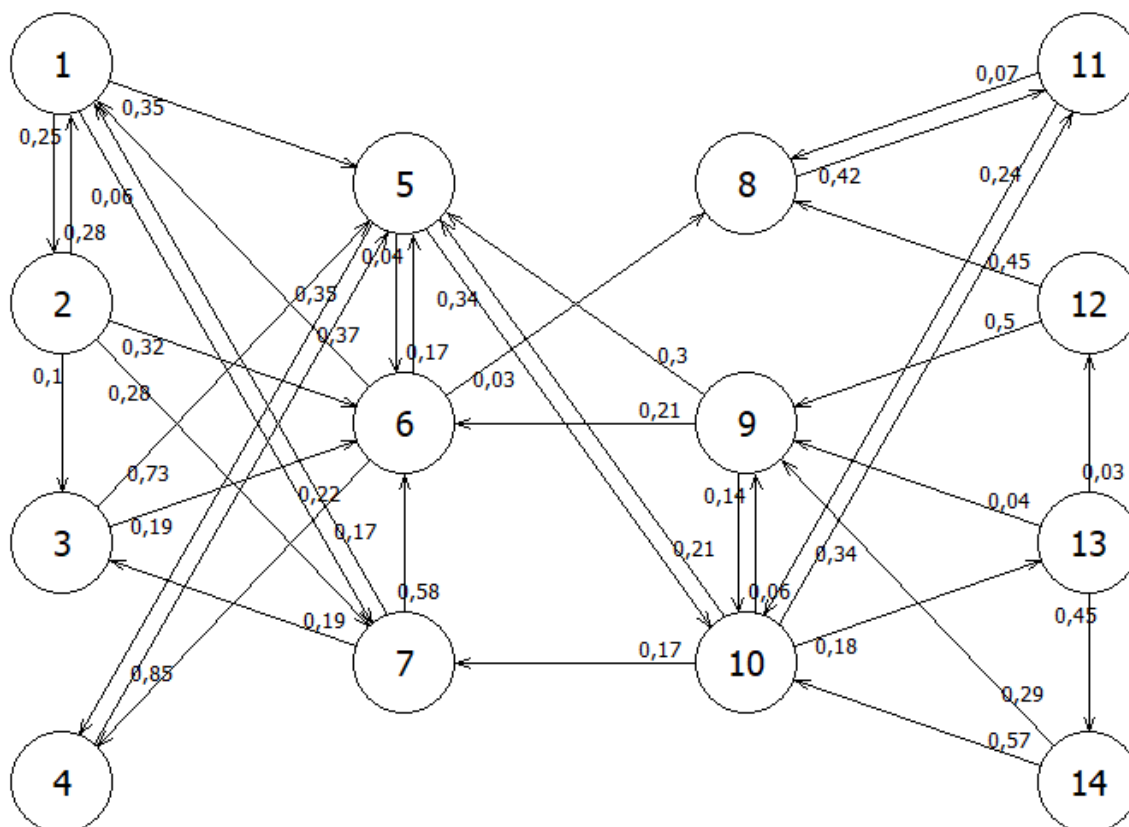
- Составьте граф марковского процесса, запишите систему уравнений Колмогорова и найдите установившиеся вероятности состояний.
- Найдите вероятность отказа в обслуживании.
- Найдите относительную и абсолютную интенсивность обслуживания.
- Найдите среднюю длину в очереди.
- Найдите среднее время в очереди.
- Найдите среднее число занятых каналов.
- Найдите вероятность того, что поступающая заявка не будет ждать в очереди.
- Найти среднее время однократного простоя системы массового обслуживания.
- Найти среднее время однократного момента, когда в системе нет очереди.

Вариант 127

Задание 1

Система имеет 14 дискретных состояний. Изменение состояний происходит в дискретные моменты времени с заданной вероятностью. Схема марковского процесса изображена на рисунке. Требуется определить:

- 1) вероятность того, что за 10 шагов система перейдет из состояния 2 в состояние 12;
- 2) вероятности состояний системы спустя 8 шагов, если в начальный момент вероятности состояний были следующими
 $A = (0,08; 0,02; 0,01; 0,09; 0,03; 0,1; 0,11; 0,03; 0,01; 0,13; 0,13; 0,06; 0,08; 0,12)$;
- 3) вероятность первого перехода за 10 шагов из состояния 2 в состояние 3;
- 4) вероятность перехода из состояния 3 в состояние 14 не позднее чем за 7 шагов;
- 5) среднее количество шагов для перехода из состояния 1 в состояние 14;
- 6) вероятность первого возвращения в состояние 7 за 6 шагов;
- 7) вероятность возвращения в состояние 7 не позднее чем за 6 шагов;
- 8) среднее время возвращения в состояние 7;
- 9) установившиеся вероятности.



Задание 2

Задана система массового обслуживания со следующими характеристиками:

- интенсивность поступления $\lambda=46$
- каналов обслуживания $m=2$
- интенсивность обслуживания $\mu=33$
- максимальный размер очереди $n=18$

Изначально требований в системе нет.

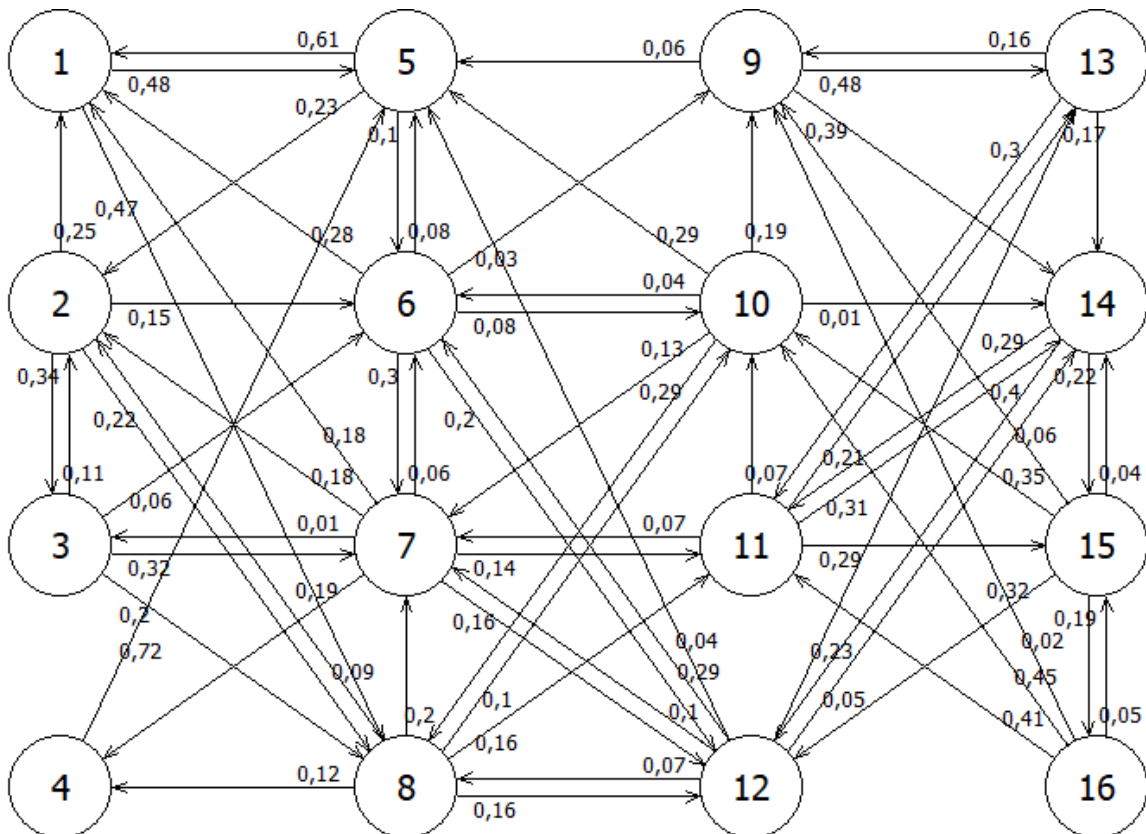
- Составьте граф марковского процесса, запишите систему уравнений Колмогорова и найдите установившиеся вероятности состояний.
- Найдите вероятность отказа в обслуживании.
- Найдите относительную и абсолютную интенсивность обслуживания.
- Найдите среднюю длину в очереди.
- Найдите среднее время в очереди.
- Найдите среднее число занятых каналов.
- Найдите вероятность того, что поступающая заявка не будет ждать в очереди.
- Найти среднее время однократного простоя системы массового обслуживания.
- Найти среднее время однократного момента, когда в системе нет очереди.

Вариант 128

Задание 1

Система имеет 16 дискретных состояний. Изменение состояний происходит в дискретные моменты времени с заданной вероятностью. Схема марковского процесса изображена на рисунке. Требуется определить:

- 1) вероятность того, что за 8 шагов система перейдет из состояния 14 в состояние 1;
- 2) вероятности состояний системы спустя 5 шагов, если в начальный момент вероятности состояний были следующими
 $A = (0,08; 0,04; 0,05; 0,06; 0,08; 0,1; 0,08; 0,06; 0,01; 0,02; 0,06; 0,09; 0,05; 0,08; 0,1; 0,04)$;
- 3) вероятность первого перехода за 6 шагов из состояния 10 в состояние 14;
- 4) вероятность перехода из состояния 12 в состояние 3 не позднее чем за 9 шагов;
- 5) среднее количество шагов для перехода из состояния 12 в состояние 4;
- 6) вероятность первого возвращения в состояние 1 за 7 шагов;
- 7) вероятность возвращения в состояние 11 не позднее чем за 10 шагов;
- 8) среднее время возвращения в состояние 6;
- 9) установившиеся вероятности.



Задание 2

Задана система массового обслуживания со следующими характеристиками:

- интенсивность поступления $\lambda=11$
- каналов обслуживания $m=3$
- интенсивность обслуживания $\mu=5$
- максимальный размер очереди $n=7$

Изначально требований в системе нет.

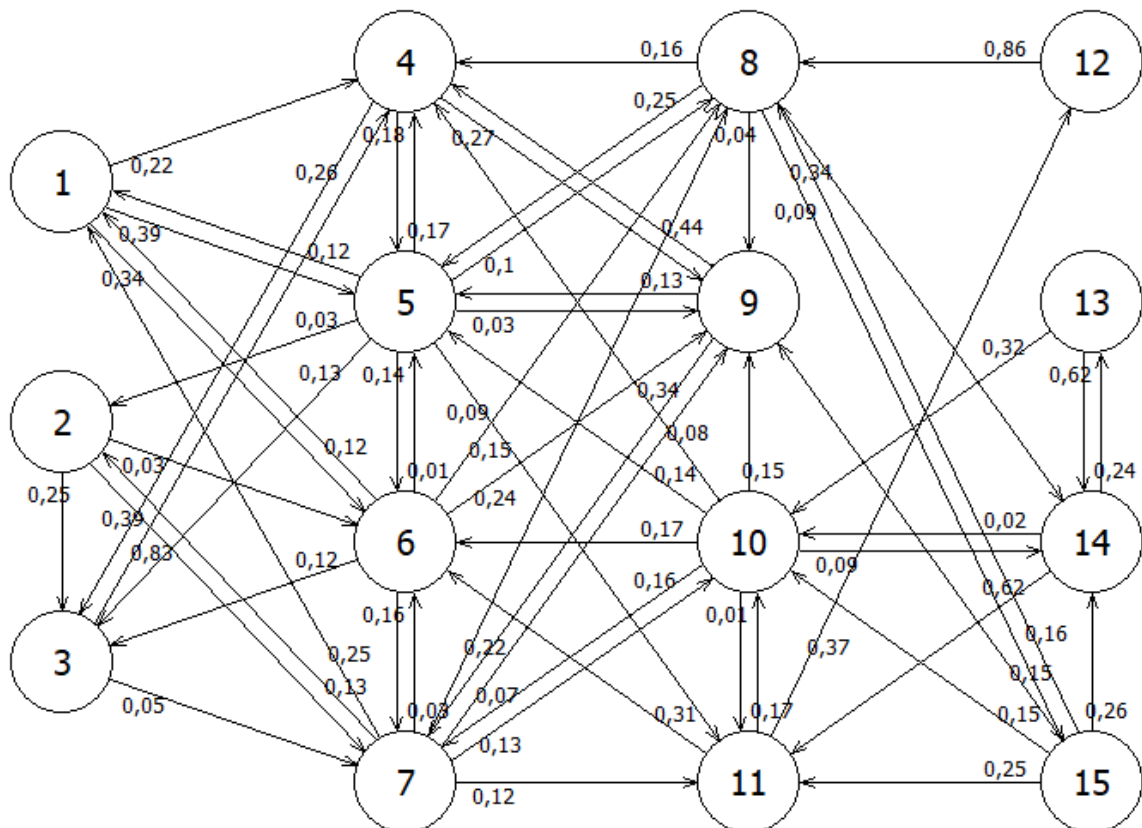
- Составьте граф марковского процесса, запишите систему уравнений Колмогорова и найдите установившиеся вероятности состояний.
- Найдите вероятность отказа в обслуживании.
- Найдите относительную и абсолютную интенсивность обслуживания.
- Найдите среднюю длину в очереди.
- Найдите среднее время в очереди.
- Найдите среднее число занятых каналов.
- Найдите вероятность того, что поступающая заявка не будет ждать в очереди.
- Найти среднее время однократного простоя системы массового обслуживания.
- Найти среднее время однократного момента, когда в системе нет очереди.

Вариант 129

Задание 1

Система имеет 15 дискретных состояний. Изменение состояний происходит в дискретные моменты времени с заданной вероятностью. Схема марковского процесса изображена на рисунке. Требуется определить:

- 1) вероятность того, что за 9 шагов система перейдет из состояния 5 в состояние 12;
- 2) вероятности состояний системы спустя 9 шагов, если в начальный момент вероятности состояний были следующими
 $A = (0,08; 0,1; 0,12; 0,15; 0,1; 0,03; 0,05; 0,04; 0,03; 0,04; 0,05; 0,01; 0,12; 0; 0,08)$;
- 3) вероятность первого перехода за 10 шагов из состояния 13 в состояние 6;
- 4) вероятность перехода из состояния 15 в состояние 8 не позднее чем за 8 шагов;
- 5) среднее количество шагов для перехода из состояния 12 в состояние 11;
- 6) вероятность первого возвращения в состояние 8 за 9 шагов;
- 7) вероятность возвращения в состояние 13 не позднее чем за 7 шагов;
- 8) среднее время возвращения в состояние 13;
- 9) установившиеся вероятности.



Задание 2

Задана система массового обслуживания со следующими характеристиками:

- интенсивность поступления $\lambda=18$
- каналов обслуживания $m=3$
- интенсивность обслуживания $\mu=9$
- максимальный размер очереди $n=7$

Изначально требований в системе нет.

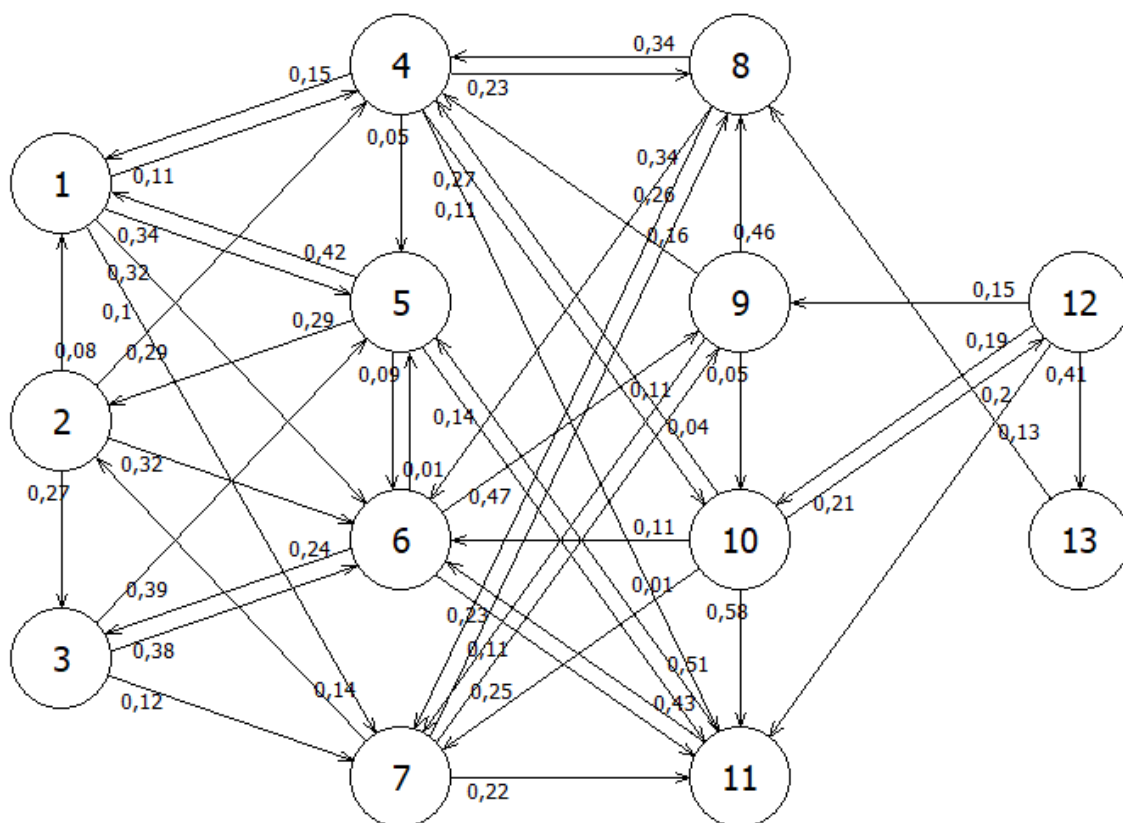
- Составьте граф марковского процесса, запишите систему уравнений Колмогорова и найдите установившиеся вероятности состояний.
- Найдите вероятность отказа в обслуживании.
- Найдите относительную и абсолютную интенсивность обслуживания.
- Найдите среднюю длину в очереди.
- Найдите среднее время в очереди.
- Найдите среднее число занятых каналов.
- Найдите вероятность того, что поступающая заявка не будет ждать в очереди.
- Найти среднее время однократного простоя системы массового обслуживания.
- Найти среднее время однократного момента, когда в системе нет очереди.

Вариант 130

Задание 1

Система имеет 13 дискретных состояний. Изменение состояний происходит в дискретные моменты времени с заданной вероятностью. Схема марковского процесса изображена на рисунке. Требуется определить:

- 1) вероятность того, что за 9 шагов система перейдет из состояния 12 в состояние 11;
- 2) вероятности состояний системы спустя 6 шагов, если в начальный момент вероятности состояний были следующими
 $A = (0,01; 0,16; 0,08; 0,03; 0,01; 0,06; 0,02; 0,16; 0,13; 0,16; 0,04; 0,13; 0,01)$;
- 3) вероятность первого перехода за 7 шагов из состояния 3 в состояние 5;
- 4) вероятность перехода из состояния 13 в состояние 2 не позднее чем за 5 шагов;
- 5) среднее количество шагов для перехода из состояния 3 в состояние 12;
- 6) вероятность первого возвращения в состояние 6 за 7 шагов;
- 7) вероятность возвращения в состояние 8 не позднее чем за 7 шагов;
- 8) среднее время возвращения в состояние 10;
- 9) установившиеся вероятности.



Задание 2

Задана система массового обслуживания со следующими характеристиками:

- интенсивность поступления $\lambda=11$
- каналов обслуживания $m=2$
- интенсивность обслуживания $\mu=7$
- максимальный размер очереди $n=10$

Изначально требований в системе нет.

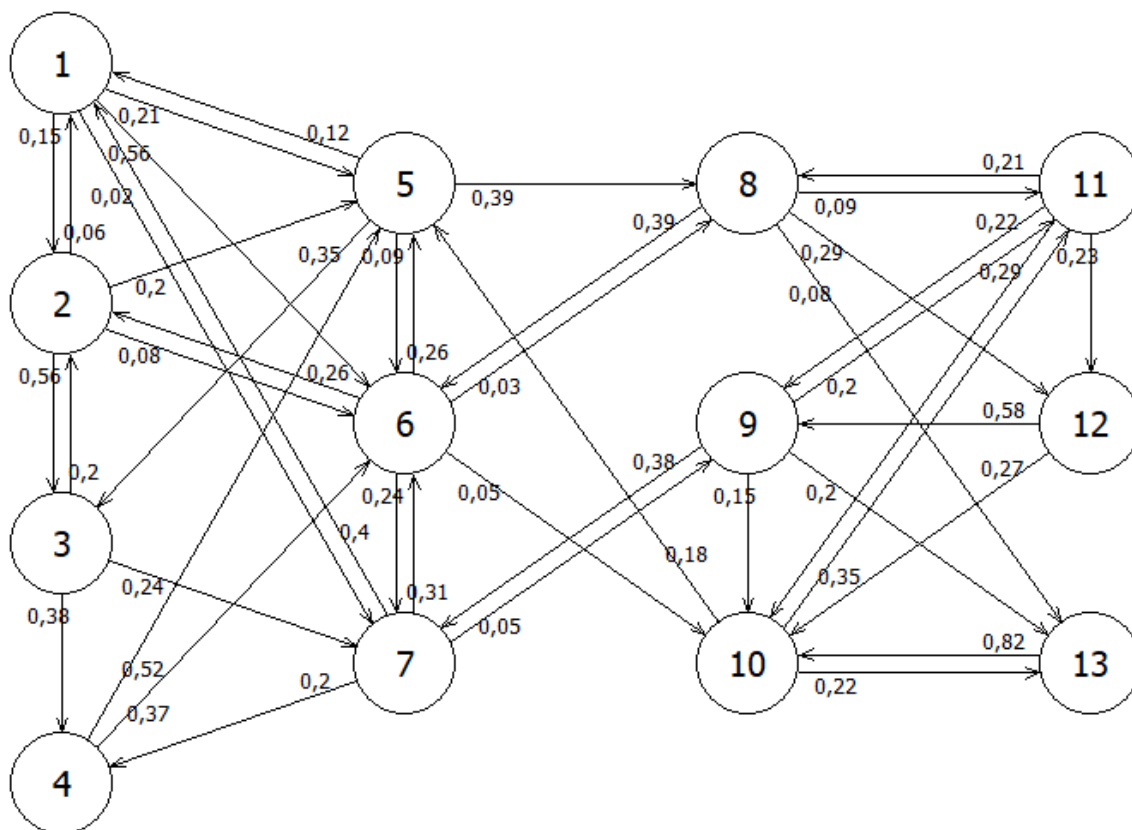
- Составьте граф марковского процесса, запишите систему уравнений Колмогорова и найдите установившиеся вероятности состояний.
- Найдите вероятность отказа в обслуживании.
- Найдите относительную и абсолютную интенсивность обслуживания.
- Найдите среднюю длину в очереди.
- Найдите среднее время в очереди.
- Найдите среднее число занятых каналов.
- Найдите вероятность того, что поступающая заявка не будет ждать в очереди.
- Найти среднее время однократного простоя системы массового обслуживания.
- Найти среднее время однократного момента, когда в системе нет очереди.

Вариант 131

Задание 1

Система имеет 13 дискретных состояний. Изменение состояний происходит в дискретные моменты времени с заданной вероятностью. Схема марковского процесса изображена на рисунке. Требуется определить:

- 1) вероятность того, что за 7 шагов система перейдет из состояния 1 в состояние 5;
- 2) вероятности состояний системы спустя 10 шагов, если в начальный момент вероятности состояний были следующими
 $A = (0,02; 0,15; 0,12; 0,04; 0,1; 0,01; 0,11; 0,02; 0,13; 0,04; 0,11; 0,14; 0,01)$;
- 3) вероятность первого перехода за 7 шагов из состояния 6 в состояние 9;
- 4) вероятность перехода из состояния 2 в состояние 3 не позднее чем за 7 шагов;
- 5) среднее количество шагов для перехода из состояния 7 в состояние 10;
- 6) вероятность первого возвращения в состояние 2 за 5 шагов;
- 7) вероятность возвращения в состояние 5 не позднее чем за 7 шагов;
- 8) среднее время возвращения в состояние 13;
- 9) установившиеся вероятности.



Задание 2

Задана система массового обслуживания со следующими характеристиками:

- интенсивность поступления $\lambda=18$
- каналов обслуживания $m=4$
- интенсивность обслуживания $\mu=6$
- максимальный размер очереди $n=19$

Изначально требований в системе нет.

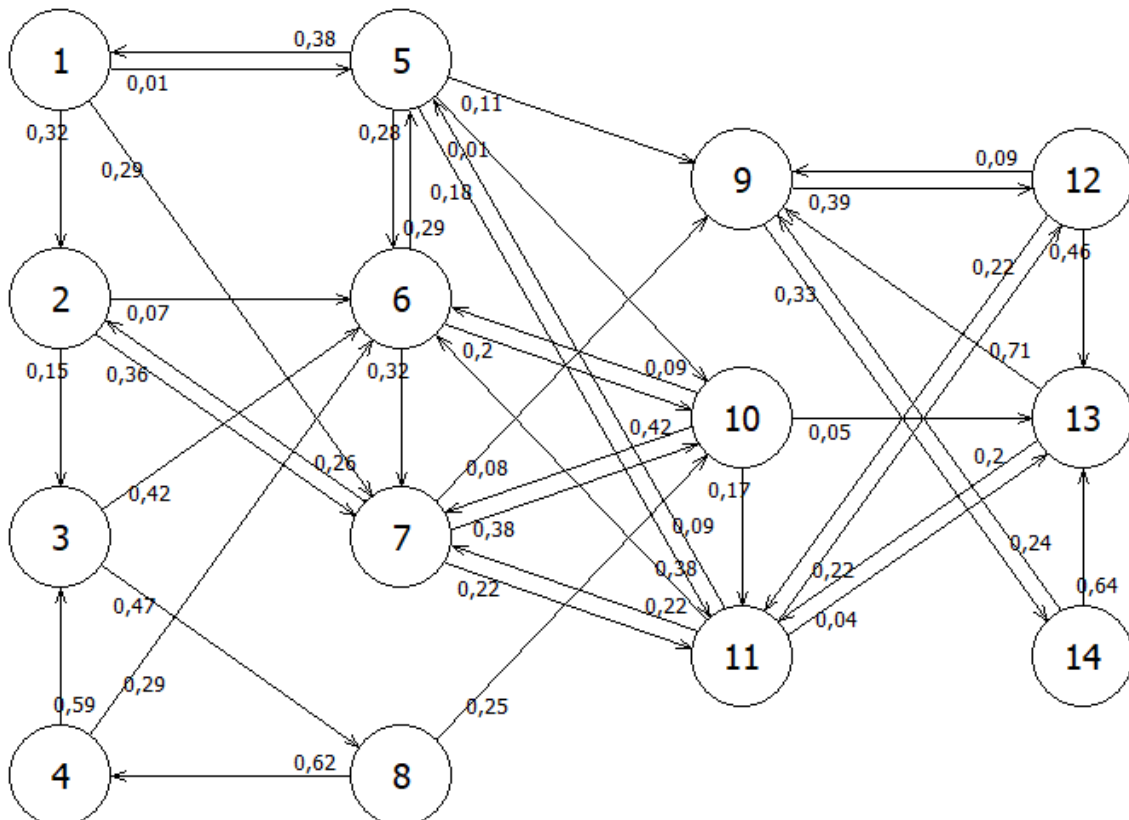
- Составьте граф марковского процесса, запишите систему уравнений Колмогорова и найдите установившиеся вероятности состояний.
- Найдите вероятность отказа в обслуживании.
- Найдите относительную и абсолютную интенсивность обслуживания.
- Найдите среднюю длину в очереди.
- Найдите среднее время в очереди.
- Найдите среднее число занятых каналов.
- Найдите вероятность того, что поступающая заявка не будет ждать в очереди.
- Найти среднее время однократного простоя системы массового обслуживания.
- Найти среднее время однократного момента, когда в системе нет очереди.

Вариант 132

Задание 1

Система имеет 14 дискретных состояний. Изменение состояний происходит в дискретные моменты времени с заданной вероятностью. Схема марковского процесса изображена на рисунке. Требуется определить:

- 1) вероятность того, что за 5 шагов система перейдет из состояния 9 в состояние 5;
- 2) вероятности состояний системы спустя 5 шагов, если в начальный момент вероятности состояний были следующими
 $A = (0,02; 0,12; 0,03; 0,13; 0,1; 0,07; 0,15; 0,03; 0,04; 0,04; 0,01; 0,08; 0,16; 0,02)$;
- 3) вероятность первого перехода за 6 шагов из состояния 6 в состояние 11;
- 4) вероятность перехода из состояния 4 в состояние 7 не позднее чем за 8 шагов;
- 5) среднее количество шагов для перехода из состояния 1 в состояние 10;
- 6) вероятность первого возвращения в состояние 3 за 7 шагов;
- 7) вероятность возвращения в состояние 13 не позднее чем за 7 шагов;
- 8) среднее время возвращения в состояние 11;
- 9) установившиеся вероятности.



Задание 2

Задана система массового обслуживания со следующими характеристиками:

- интенсивность поступления $\lambda=14$
- каналов обслуживания $m=3$
- интенсивность обслуживания $\mu=6$
- максимальный размер очереди $n=13$

Изначально требований в системе нет.

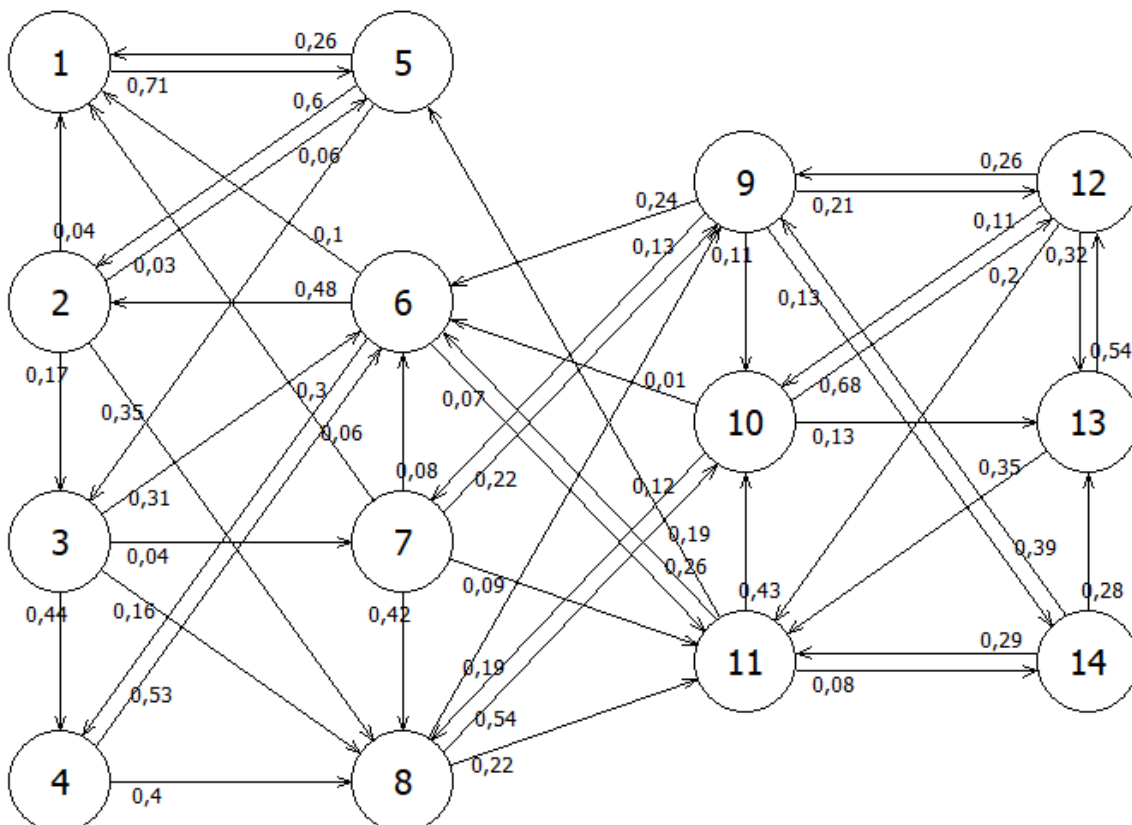
- Составьте граф марковского процесса, запишите систему уравнений Колмогорова и найдите установившиеся вероятности состояний.
- Найдите вероятность отказа в обслуживании.
- Найдите относительную и абсолютную интенсивность обслуживания.
- Найдите среднюю длину в очереди.
- Найдите среднее время в очереди.
- Найдите среднее число занятых каналов.
- Найдите вероятность того, что поступающая заявка не будет ждать в очереди.
- Найти среднее время однократного простоя системы массового обслуживания.
- Найти среднее время однократного момента, когда в системе нет очереди.

Вариант 133

Задание 1

Система имеет 14 дискретных состояний. Изменение состояний происходит в дискретные моменты времени с заданной вероятностью. Схема марковского процесса изображена на рисунке. Требуется определить:

- 1) вероятность того, что за 6 шагов система перейдет из состояния 10 в состояние 3;
- 2) вероятности состояний системы спустя 8 шагов, если в начальный момент вероятности состояний были следующими
 $A = (0,02; 0,08; 0,07; 0,03; 0,04; 0,13; 0,09; 0,11; 0,13; 0,07; 0,04; 0,12; 0,06; 0,01)$;
- 3) вероятность первого перехода за 9 шагов из состояния 11 в состояние 6;
- 4) вероятность перехода из состояния 4 в состояние 13 не позднее чем за 5 шагов;
- 5) среднее количество шагов для перехода из состояния 4 в состояние 1;
- 6) вероятность первого возвращения в состояние 13 за 5 шагов;
- 7) вероятность возвращения в состояние 13 не позднее чем за 10 шагов;
- 8) среднее время возвращения в состояние 5;
- 9) установившиеся вероятности.



Задание 2

Задана система массового обслуживания со следующими характеристиками:

- интенсивность поступления $\lambda=5$
- каналов обслуживания $m=2$
- интенсивность обслуживания $\mu=3$
- максимальный размер очереди $n=14$

Изначально требований в системе нет.

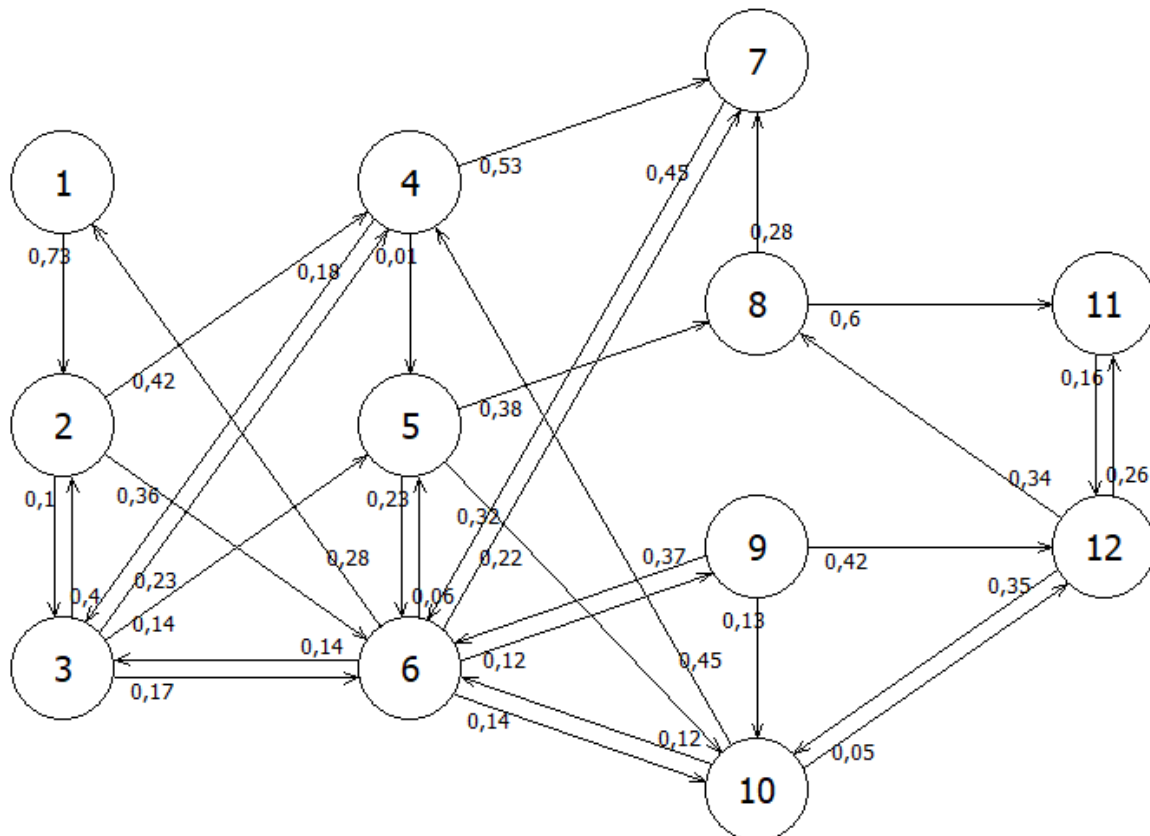
- Составьте граф марковского процесса, запишите систему уравнений Колмогорова и найдите установившиеся вероятности состояний.
- Найдите вероятность отказа в обслуживании.
- Найдите относительную и абсолютную интенсивность обслуживания.
- Найдите среднюю длину в очереди.
- Найдите среднее время в очереди.
- Найдите среднее число занятых каналов.
- Найдите вероятность того, что поступающая заявка не будет ждать в очереди.
- Найти среднее время однократного простоя системы массового обслуживания.
- Найти среднее время однократного момента, когда в системе нет очереди.

Вариант 134

Задание 1

Система имеет 12 дискретных состояний. Изменение состояний происходит в дискретные моменты времени с заданной вероятностью. Схема марковского процесса изображена на рисунке. Требуется определить:

- 1) вероятность того, что за 10 шагов система перейдет из состояния 11 в состояние 2;
- 2) вероятности состояний системы спустя 8 шагов, если в начальный момент вероятности состояний были следующими
 $A = (0,13; 0,14; 0,15; 0,05; 0; 0,05; 0; 0,03; 0,12; 0,02; 0,16; 0,15)$;
- 3) вероятность первого перехода за 5 шагов из состояния 2 в состояние 4;
- 4) вероятность перехода из состояния 11 в состояние 10 не позднее чем за 6 шагов;
- 5) среднее количество шагов для перехода из состояния 4 в состояние 10;
- 6) вероятность первого возвращения в состояние 3 за 7 шагов;
- 7) вероятность возвращения в состояние 2 не позднее чем за 10 шагов;
- 8) среднее время возвращения в состояние 10;
- 9) установившиеся вероятности.



Задание 2

Задана система массового обслуживания со следующими характеристиками:

- интенсивность поступления $\lambda=18$
- каналов обслуживания $m=4$
- интенсивность обслуживания $\mu=6$
- максимальный размер очереди $n=16$

Изначально требований в системе нет.

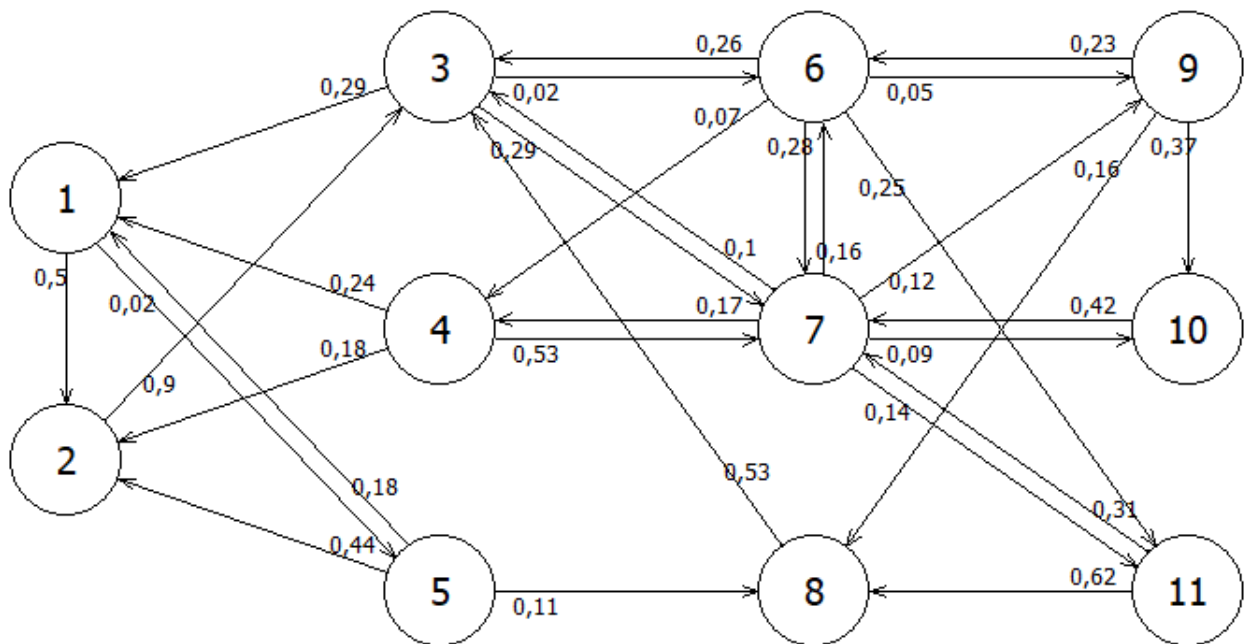
- Составьте граф марковского процесса, запишите систему уравнений Колмогорова и найдите установившиеся вероятности состояний.
- Найдите вероятность отказа в обслуживании.
- Найдите относительную и абсолютную интенсивность обслуживания.
- Найдите среднюю длину в очереди.
- Найдите среднее время в очереди.
- Найдите среднее число занятых каналов.
- Найдите вероятность того, что поступающая заявка не будет ждать в очереди.
- Найти среднее время однократного простоя системы массового обслуживания.
- Найти среднее время однократного момента, когда в системе нет очереди.

Вариант 135

Задание 1

Система имеет 11 дискретных состояний. Изменение состояний происходит в дискретные моменты времени с заданной вероятностью. Схема марковского процесса изображена на рисунке. Требуется определить:

- 1) вероятность того, что за 10 шагов система перейдет из состояния 1 в состояние 5;
- 2) вероятности состояний системы спустя 7 шагов, если в начальный момент вероятности состояний были следующими
 $A = (0,05; 0,17; 0; 0,19; 0,05; 0,02; 0,02; 0,17; 0,17; 0,14; 0,02)$;
- 3) вероятность первого перехода за 9 шагов из состояния 7 в состояние 11;
- 4) вероятность перехода из состояния 5 в состояние 10 не позднее чем за 10 шагов;
- 5) среднее количество шагов для перехода из состояния 10 в состояние 3;
- 6) вероятность первого возвращения в состояние 6 за 7 шагов;
- 7) вероятность возвращения в состояние 11 не позднее чем за 6 шагов;
- 8) среднее время возвращения в состояние 10;
- 9) установившиеся вероятности.



Задание 2

Задана система массового обслуживания со следующими характеристиками:

- интенсивность поступления $\lambda=5$
- каналов обслуживания $m=2$
- интенсивность обслуживания $\mu=3$
- максимальный размер очереди $n=5$

Изначально требований в системе нет.

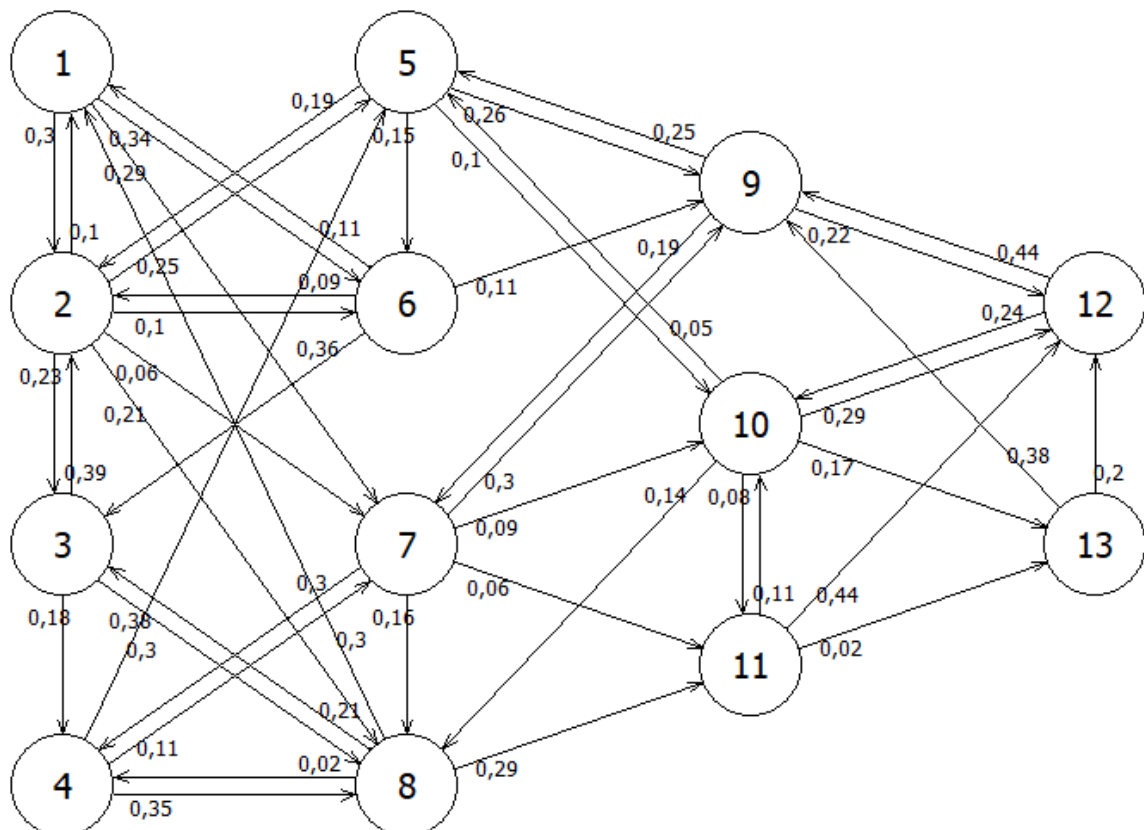
- Составьте граф марковского процесса, запишите систему уравнений Колмогорова и найдите установившиеся вероятности состояний.
- Найдите вероятность отказа в обслуживании.
- Найдите относительную и абсолютную интенсивность обслуживания.
- Найдите среднюю длину в очереди.
- Найдите среднее время в очереди.
- Найдите среднее число занятых каналов.
- Найдите вероятность того, что поступающая заявка не будет ждать в очереди.
- Найти среднее время однократного простоя системы массового обслуживания.
- Найти среднее время однократного момента, когда в системе нет очереди.

Вариант 136

Задание 1

Система имеет 13 дискретных состояний. Изменение состояний происходит в дискретные моменты времени с заданной вероятностью. Схема марковского процесса изображена на рисунке. Требуется определить:

- 1) вероятность того, что за 8 шагов система перейдет из состояния 7 в состояние 13;
- 2) вероятности состояний системы спустя 7 шагов, если в начальный момент вероятности состояний были следующими
 $A = (0,02; 0,12; 0,07; 0,03; 0,04; 0,08; 0,12; 0,11; 0,12; 0,1; 0,09; 0,04; 0,06)$;
- 3) вероятность первого перехода за 7 шагов из состояния 7 в состояние 13;
- 4) вероятность перехода из состояния 10 в состояние 8 не позднее чем за 7 шагов;
- 5) среднее количество шагов для перехода из состояния 13 в состояние 12;
- 6) вероятность первого возвращения в состояние 3 за 9 шагов;
- 7) вероятность возвращения в состояние 9 не позднее чем за 6 шагов;
- 8) среднее время возвращения в состояние 11;
- 9) установившиеся вероятности.



Задание 2

Задана система массового обслуживания со следующими характеристиками:

- интенсивность поступления $\lambda=37$
- каналов обслуживания $m=2$
- интенсивность обслуживания $\mu=26$
- максимальный размер очереди $n=14$

Изначально требований в системе нет.

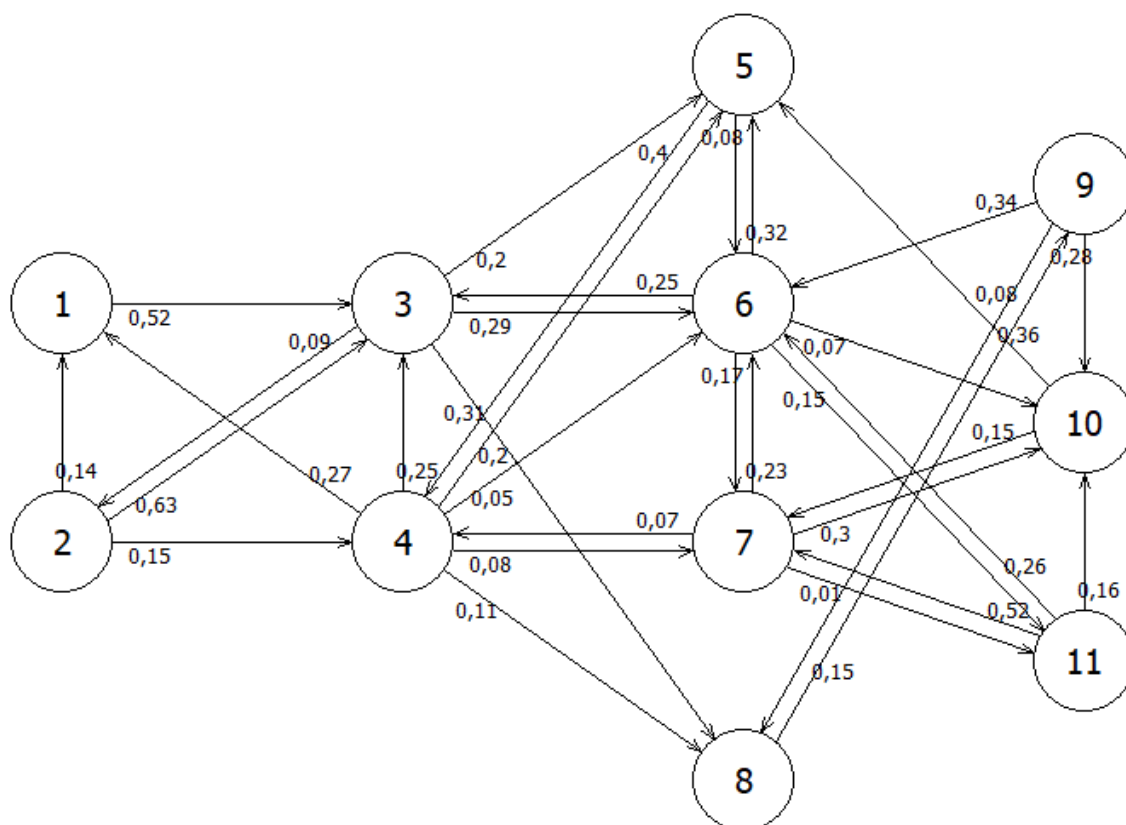
- Составьте граф марковского процесса, запишите систему уравнений Колмогорова и найдите установившиеся вероятности состояний.
- Найдите вероятность отказа в обслуживании.
- Найдите относительную и абсолютную интенсивность обслуживания.
- Найдите среднюю длину в очереди.
- Найдите среднее время в очереди.
- Найдите среднее число занятых каналов.
- Найдите вероятность того, что поступающая заявка не будет ждать в очереди.
- Найти среднее время однократного простоя системы массового обслуживания.
- Найти среднее время однократного момента, когда в системе нет очереди.

Вариант 137

Задание 1

Система имеет 11 дискретных состояний. Изменение состояний происходит в дискретные моменты времени с заданной вероятностью. Схема марковского процесса изображена на рисунке. Требуется определить:

- 1) вероятность того, что за 9 шагов система перейдет из состояния 10 в состояние 3;
- 2) вероятности состояний системы спустя 7 шагов, если в начальный момент вероятности состояний были следующими
 $A = (0,04; 0,09; 0,08; 0,13; 0,04; 0,11; 0,07; 0,14; 0,08; 0,15; 0,07)$;
- 3) вероятность первого перехода за 10 шагов из состояния 2 в состояние 6;
- 4) вероятность перехода из состояния 1 в состояние 4 не позднее чем за 10 шагов;
- 5) среднее количество шагов для перехода из состояния 2 в состояние 10;
- 6) вероятность первого возвращения в состояние 5 за 8 шагов;
- 7) вероятность возвращения в состояние 3 не позднее чем за 8 шагов;
- 8) среднее время возвращения в состояние 3;
- 9) установившиеся вероятности.



Задание 2

Задана система массового обслуживания со следующими характеристиками:

- интенсивность поступления $\lambda=6$
- каналов обслуживания $m=4$
- интенсивность обслуживания $\mu=1$
- максимальный размер очереди $n=7$

Изначально требований в системе нет.

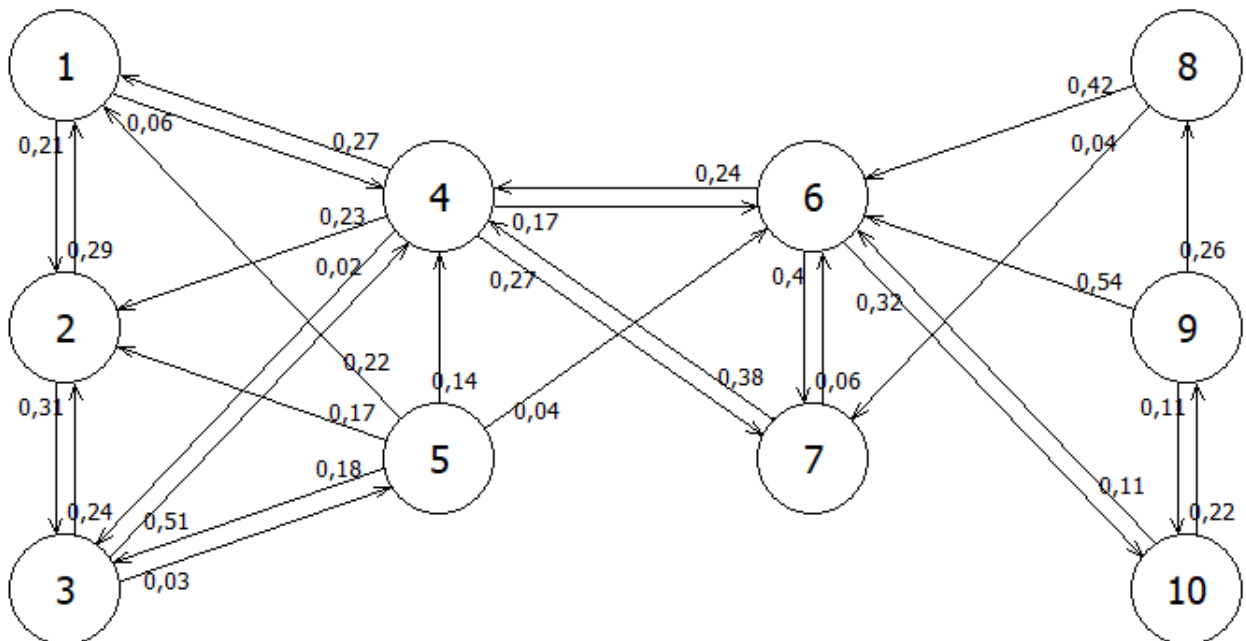
- Составьте граф марковского процесса, запишите систему уравнений Колмогорова и найдите установившиеся вероятности состояний.
- Найдите вероятность отказа в обслуживании.
- Найдите относительную и абсолютную интенсивность обслуживания.
- Найдите среднюю длину в очереди.
- Найдите среднее время в очереди.
- Найдите среднее число занятых каналов.
- Найдите вероятность того, что поступающая заявка не будет ждать в очереди.
- Найти среднее время однократного простоя системы массового обслуживания.
- Найти среднее время однократного момента, когда в системе нет очереди.

Вариант 138

Задание 1

Система имеет 10 дискретных состояний. Изменение состояний происходит в дискретные моменты времени с заданной вероятностью. Схема марковского процесса изображена на рисунке. Требуется определить:

- 1) вероятность того, что за 6 шагов система перейдет из состояния 8 в состояние 10;
- 2) вероятности состояний системы спустя 9 шагов, если в начальный момент вероятности состояний были следующими
 $A = (0,12; 0,25; 0,03; 0,08; 0; 0,11; 0,05; 0,24; 0,12; 0);$
- 3) вероятность первого перехода за 9 шагов из состояния 9 в состояние 7;
- 4) вероятность перехода из состояния 9 в состояние 3 не позднее чем за 9 шагов;
- 5) среднее количество шагов для перехода из состояния 9 в состояние 7;
- 6) вероятность первого возвращения в состояние 6 за 7 шагов;
- 7) вероятность возвращения в состояние 7 не позднее чем за 9 шагов;
- 8) среднее время возвращения в состояние 7;
- 9) установившиеся вероятности.



Задание 2

Задана система массового обслуживания со следующими характеристиками:

- интенсивность поступления $\lambda=36$
- каналов обслуживания $m=4$
- интенсивность обслуживания $\mu=13$
- максимальный размер очереди $n=10$

Изначально требований в системе нет.

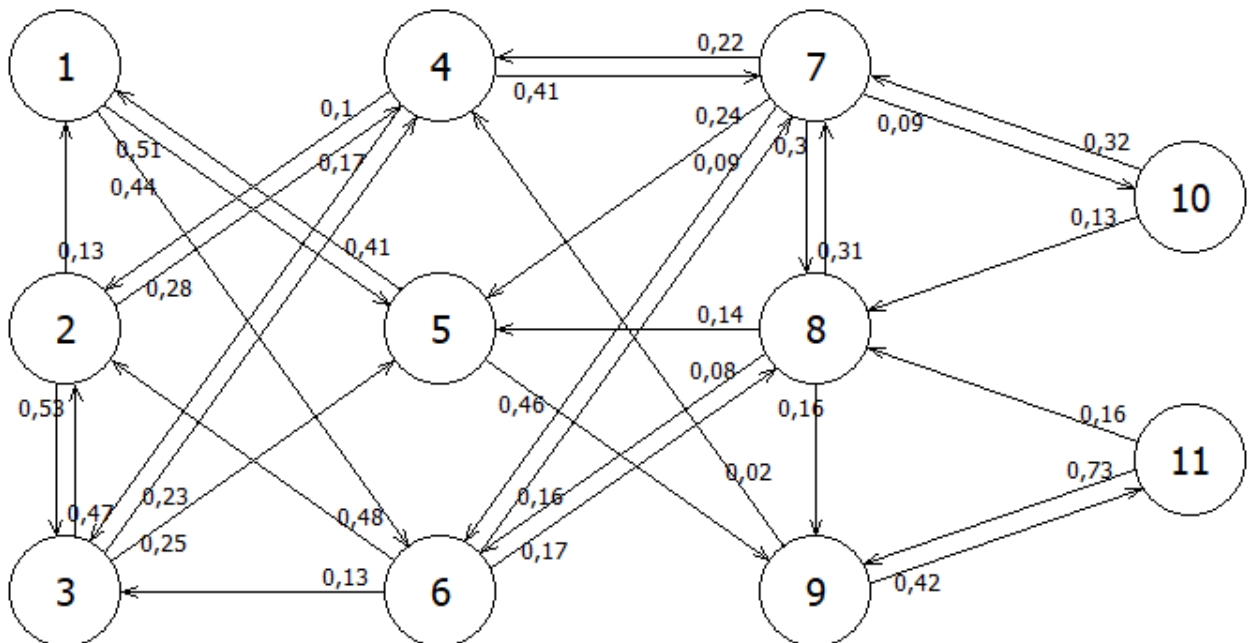
- Составьте граф марковского процесса, запишите систему уравнений Колмогорова и найдите установившиеся вероятности состояний.
- Найдите вероятность отказа в обслуживании.
- Найдите относительную и абсолютную интенсивность обслуживания.
- Найдите среднюю длину в очереди.
- Найдите среднее время в очереди.
- Найдите среднее число занятых каналов.
- Найдите вероятность того, что поступающая заявка не будет ждать в очереди.
- Найти среднее время однократного простоя системы массового обслуживания.
- Найти среднее время однократного момента, когда в системе нет очереди.

Вариант 139

Задание 1

Система имеет 11 дискретных состояний. Изменение состояний происходит в дискретные моменты времени с заданной вероятностью. Схема марковского процесса изображена на рисунке. Требуется определить:

- 1) вероятность того, что за 10 шагов система перейдет из состояния 4 в состояние 6;
- 2) вероятности состояний системы спустя 8 шагов, если в начальный момент вероятности состояний были следующими
 $A = (0,09; 0,08; 0,09; 0,13; 0,08; 0,08; 0,11; 0,07; 0,05; 0,08; 0,14)$;
- 3) вероятность первого перехода за 6 шагов из состояния 3 в состояние 11;
- 4) вероятность перехода из состояния 2 в состояние 10 не позднее чем за 6 шагов;
- 5) среднее количество шагов для перехода из состояния 6 в состояние 3;
- 6) вероятность первого возвращения в состояние 10 за 6 шагов;
- 7) вероятность возвращения в состояние 11 не позднее чем за 9 шагов;
- 8) среднее время возвращения в состояние 8;
- 9) установившиеся вероятности.



Задание 2

Задана система массового обслуживания со следующими характеристиками:

- интенсивность поступления $\lambda=16$
- каналов обслуживания $m=6$
- интенсивность обслуживания $\mu=4$
- максимальный размер очереди $n=14$

Изначально требований в системе нет.

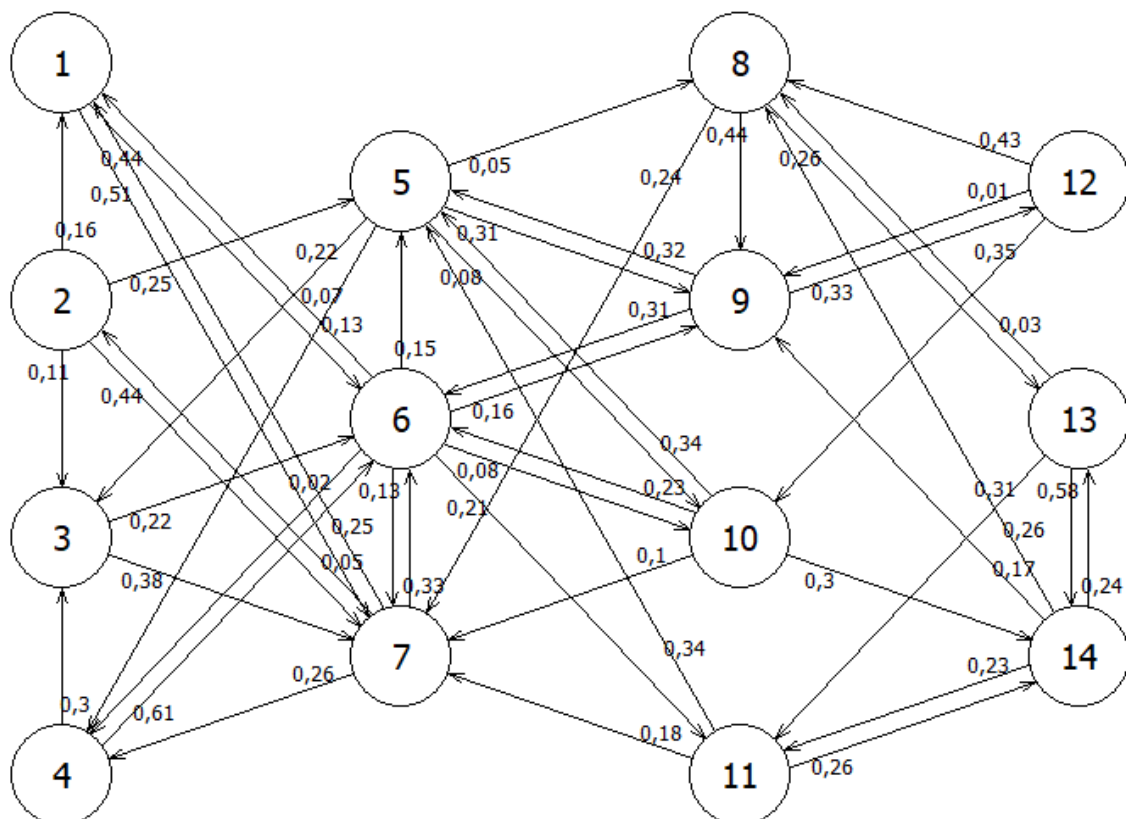
- Составьте граф марковского процесса, запишите систему уравнений Колмогорова и найдите установившиеся вероятности состояний.
- Найдите вероятность отказа в обслуживании.
- Найдите относительную и абсолютную интенсивность обслуживания.
- Найдите среднюю длину в очереди.
- Найдите среднее время в очереди.
- Найдите среднее число занятых каналов.
- Найдите вероятность того, что поступающая заявка не будет ждать в очереди.
- Найти среднее время однократного простоя системы массового обслуживания.
- Найти среднее время однократного момента, когда в системе нет очереди.

Вариант 140

Задание 1

Система имеет 14 дискретных состояний. Изменение состояний происходит в дискретные моменты времени с заданной вероятностью. Схема марковского процесса изображена на рисунке. Требуется определить:

- 1) вероятность того, что за 6 шагов система перейдет из состояния 6 в состояние 11;
- 2) вероятности состояний системы спустя 5 шагов, если в начальный момент вероятности состояний были следующими
 $A = (0,03; 0,1; 0,12; 0,06; 0,04; 0,12; 0,01; 0,05; 0,07; 0,05; 0,05; 0,07; 0,11; 0,12)$;
- 3) вероятность первого перехода за 5 шагов из состояния 14 в состояние 1;
- 4) вероятность перехода из состояния 3 в состояние 14 не позднее чем за 6 шагов;
- 5) среднее количество шагов для перехода из состояния 9 в состояние 4;
- 6) вероятность первого возвращения в состояние 11 за 9 шагов;
- 7) вероятность возвращения в состояние 1 не позднее чем за 9 шагов;
- 8) среднее время возвращения в состояние 9;
- 9) установившиеся вероятности.



Задание 2

Задана система массового обслуживания со следующими характеристиками:

- интенсивность поступления $\lambda=23$
- каналов обслуживания $m=6$
- интенсивность обслуживания $\mu=6$
- максимальный размер очереди $n=11$

Изначально требований в системе нет.

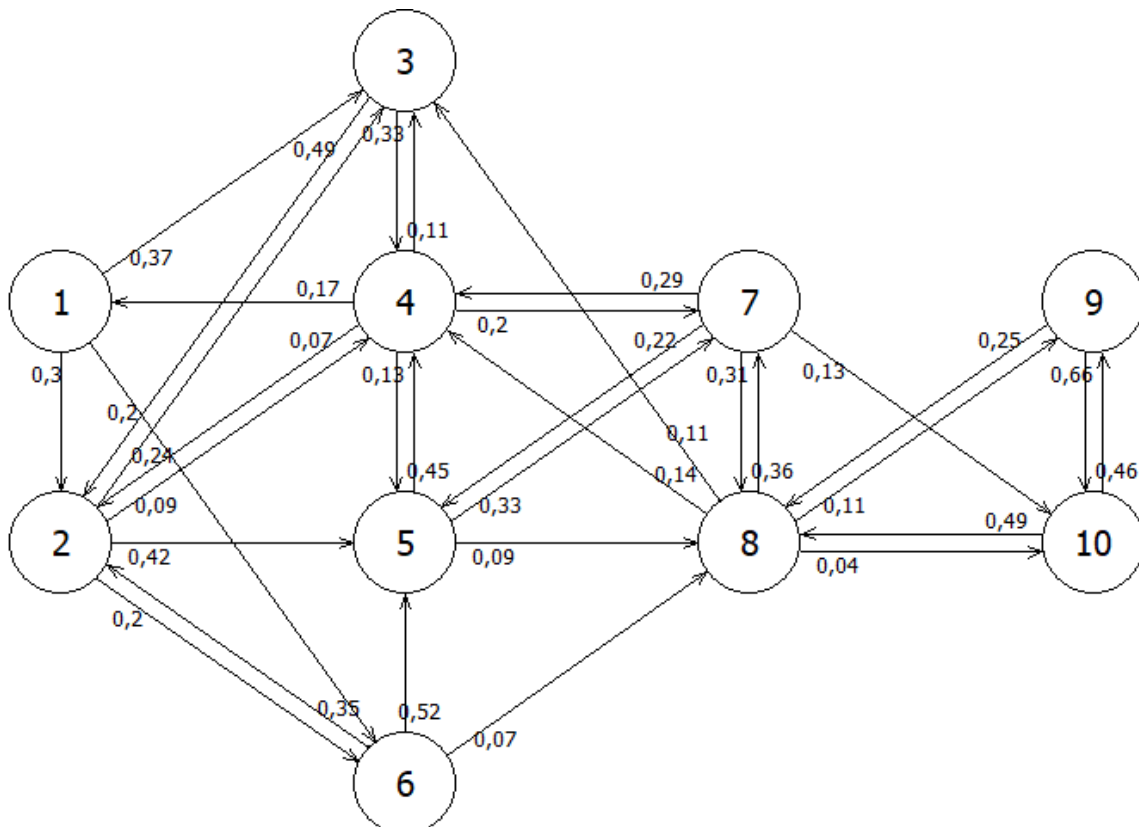
- Составьте граф марковского процесса, запишите систему уравнений Колмогорова и найдите установившиеся вероятности состояний.
- Найдите вероятность отказа в обслуживании.
- Найдите относительную и абсолютную интенсивность обслуживания.
- Найдите среднюю длину в очереди.
- Найдите среднее время в очереди.
- Найдите среднее число занятых каналов.
- Найдите вероятность того, что поступающая заявка не будет ждать в очереди.
- Найти среднее время однократного простоя системы массового обслуживания.
- Найти среднее время однократного момента, когда в системе нет очереди.

Вариант 141

Задание 1

Система имеет 10 дискретных состояний. Изменение состояний происходит в дискретные моменты времени с заданной вероятностью. Схема марковского процесса изображена на рисунке. Требуется определить:

- 1) вероятность того, что за 9 шагов система перейдет из состояния 4 в состояние 7;
- 2) вероятности состояний системы спустя 6 шагов, если в начальный момент вероятности состояний были следующими
 $A = (0,11; 0,0; 0,19; 0,13; 0,18; 0,1; 0,03; 0,1; 0,07; 0,09)$;
- 3) вероятность первого перехода за 6 шагов из состояния 4 в состояние 2;
- 4) вероятность перехода из состояния 8 в состояние 2 не позднее чем за 10 шагов;
- 5) среднее количество шагов для перехода из состояния 2 в состояние 7;
- 6) вероятность первого возвращения в состояние 7 за 8 шагов;
- 7) вероятность возвращения в состояние 8 не позднее чем за 7 шагов;
- 8) среднее время возвращения в состояние 8;
- 9) установившиеся вероятности.



Задание 2

Задана система массового обслуживания со следующими характеристиками:

- интенсивность поступления $\lambda=30$
- каналов обслуживания $m=6$
- интенсивность обслуживания $\mu=6$
- максимальный размер очереди $n=5$

Изначально требований в системе нет.

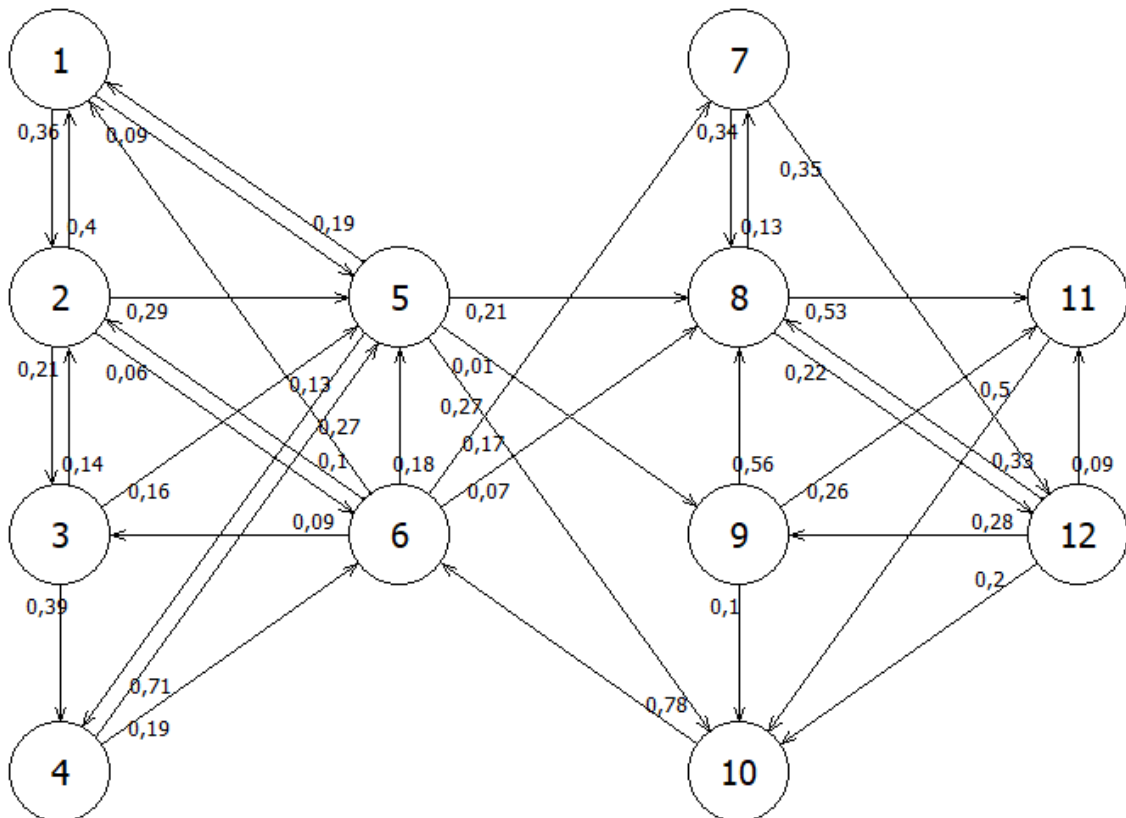
- Составьте граф марковского процесса, запишите систему уравнений Колмогорова и найдите установившиеся вероятности состояний.
- Найдите вероятность отказа в обслуживании.
- Найдите относительную и абсолютную интенсивность обслуживания.
- Найдите среднюю длину в очереди.
- Найдите среднее время в очереди.
- Найдите среднее число занятых каналов.
- Найдите вероятность того, что поступающая заявка не будет ждать в очереди.
- Найти среднее время однократного простоя системы массового обслуживания.
- Найти среднее время однократного момента, когда в системе нет очереди.

Вариант 142

Задание 1

Система имеет 12 дискретных состояний. Изменение состояний происходит в дискретные моменты времени с заданной вероятностью. Схема марковского процесса изображена на рисунке. Требуется определить:

- 1) вероятность того, что за 6 шагов система перейдет из состояния 10 в состояние 4;
- 2) вероятности состояний системы спустя 6 шагов, если в начальный момент вероятности состояний были следующими
 $A=(0,14;0,17;0,1;0,14;0,01;0,12;0,08;0,01;0,08;0,06;0,07;0,02)$;
- 3) вероятность первого перехода за 7 шагов из состояния 5 в состояние 9;
- 4) вероятность перехода из состояния 7 в состояние 6 не позднее чем за 8 шагов;
- 5) среднее количество шагов для перехода из состояния 4 в состояние 9;
- 6) вероятность первого возвращения в состояние 1 за 7 шагов;
- 7) вероятность возвращения в состояние 1 не позднее чем за 8 шагов;
- 8) среднее время возвращения в состояние 6;
- 9) установившиеся вероятности.



Задание 2

Задана система массового обслуживания со следующими характеристиками:

- интенсивность поступления $\lambda=27$
- каналов обслуживания $m=2$
- интенсивность обслуживания $\mu=21$
- максимальный размер очереди $n=8$

Изначально требований в системе нет.

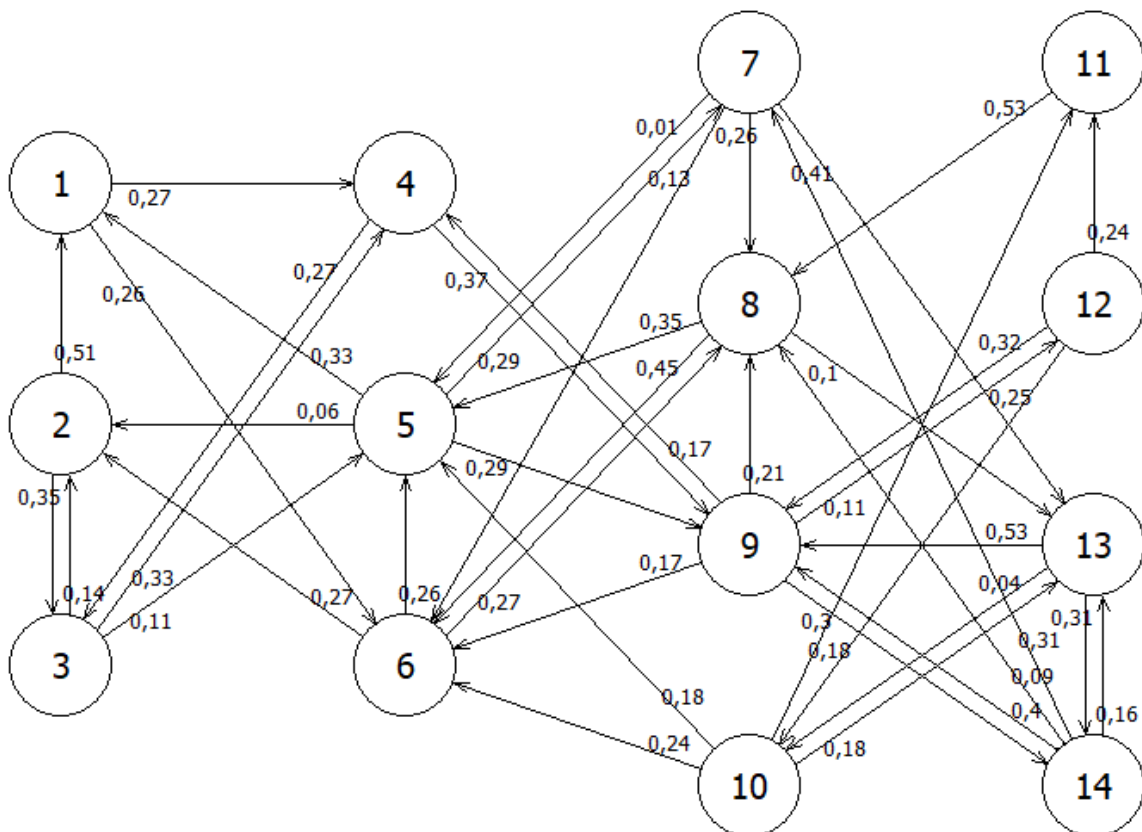
- Составьте граф марковского процесса, запишите систему уравнений Колмогорова и найдите установившиеся вероятности состояний.
- Найдите вероятность отказа в обслуживании.
- Найдите относительную и абсолютную интенсивность обслуживания.
- Найдите среднюю длину в очереди.
- Найдите среднее время в очереди.
- Найдите среднее число занятых каналов.
- Найдите вероятность того, что поступающая заявка не будет ждать в очереди.
- Найти среднее время однократного простоя системы массового обслуживания.
- Найти среднее время однократного момента, когда в системе нет очереди.

Вариант 143

Задание 1

Система имеет 14 дискретных состояний. Изменение состояний происходит в дискретные моменты времени с заданной вероятностью. Схема марковского процесса изображена на рисунке. Требуется определить:

- 1) вероятность того, что за 5 шагов система перейдет из состояния 7 в состояние 12;
- 2) вероятности состояний системы спустя 10 шагов, если в начальный момент вероятности состояний были следующими
 $A = (0,05; 0,14; 0,05; 0,13; 0,13; 0,07; 0,01; 0,1; 0,09; 0,02; 0,08; 0,03; 0,04; 0,06)$;
- 3) вероятность первого перехода за 5 шагов из состояния 13 в состояние 12;
- 4) вероятность перехода из состояния 14 в состояние 2 не позднее чем за 8 шагов;
- 5) среднее количество шагов для перехода из состояния 7 в состояние 2;
- 6) вероятность первого возвращения в состояние 7 за 9 шагов;
- 7) вероятность возвращения в состояние 9 не позднее чем за 7 шагов;
- 8) среднее время возвращения в состояние 1;
- 9) установившиеся вероятности.



Задание 2

Задана система массового обслуживания со следующими характеристиками:

- интенсивность поступления $\lambda=43$
- каналов обслуживания $m=4$
- интенсивность обслуживания $\mu=15$
- максимальный размер очереди $n=15$

Изначально требований в системе нет.

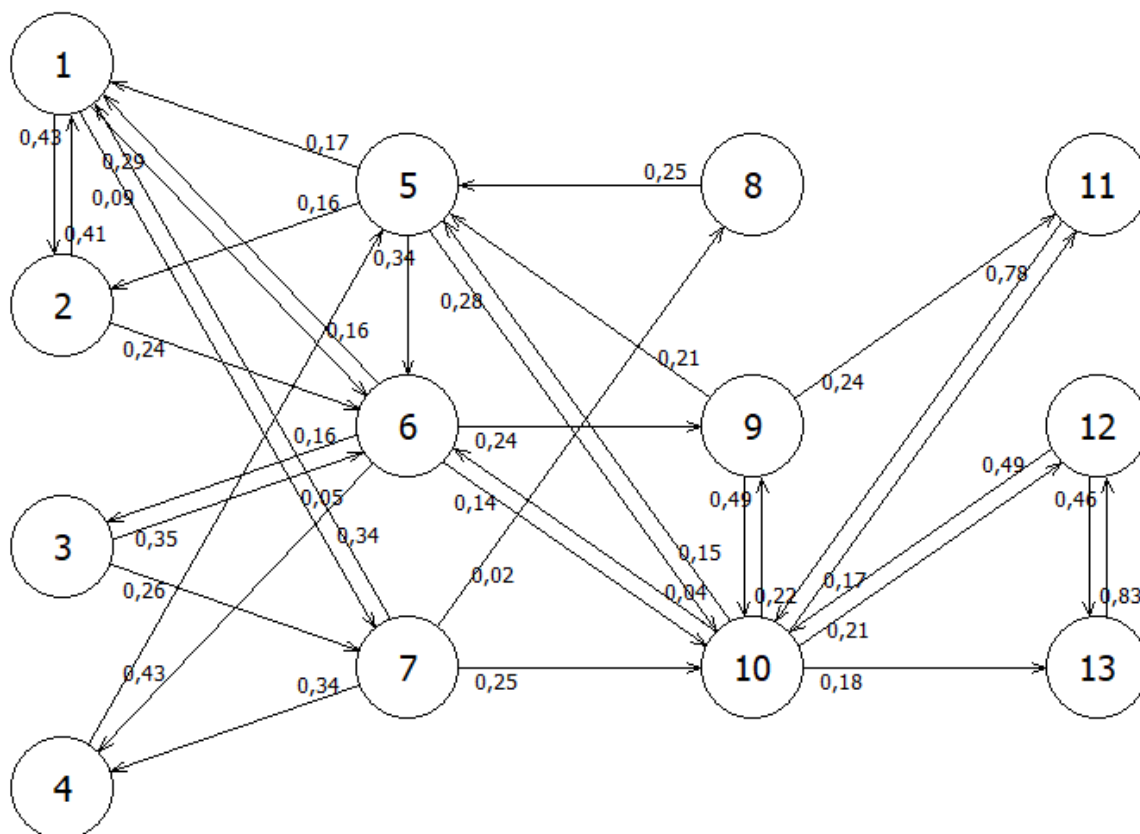
- Составьте граф марковского процесса, запишите систему уравнений Колмогорова и найдите установившиеся вероятности состояний.
- Найдите вероятность отказа в обслуживании.
- Найдите относительную и абсолютную интенсивность обслуживания.
- Найдите среднюю длину в очереди.
- Найдите среднее время в очереди.
- Найдите среднее число занятых каналов.
- Найдите вероятность того, что поступающая заявка не будет ждать в очереди.
- Найти среднее время однократного простоя системы массового обслуживания.
- Найти среднее время однократного момента, когда в системе нет очереди.

Вариант 144

Задание 1

Система имеет 13 дискретных состояний. Изменение состояний происходит в дискретные моменты времени с заданной вероятностью. Схема марковского процесса изображена на рисунке. Требуется определить:

- 1) вероятность того, что за 7 шагов система перейдет из состояния 11 в состояние 6;
- 2) вероятности состояний системы спустя 6 шагов, если в начальный момент вероятности состояний были следующими
 $A = (0,04; 0,02; 0,15; 0,14; 0,12; 0; 0,09; 0,08; 0,13; 0,02; 0,02; 0,1; 0,09)$;
- 3) вероятность первого перехода за 6 шагов из состояния 12 в состояние 4;
- 4) вероятность перехода из состояния 8 в состояние 6 не позднее чем за 6 шагов;
- 5) среднее количество шагов для перехода из состояния 11 в состояние 5;
- 6) вероятность первого возвращения в состояние 12 за 7 шагов;
- 7) вероятность возвращения в состояние 1 не позднее чем за 7 шагов;
- 8) среднее время возвращения в состояние 12;
- 9) установившиеся вероятности.



Задание 2

Задана система массового обслуживания со следующими характеристиками:

- интенсивность поступления $\lambda=39$
- каналов обслуживания $m=3$
- интенсивность обслуживания $\mu=16$
- максимальный размер очереди $n=20$

Изначально требований в системе нет.

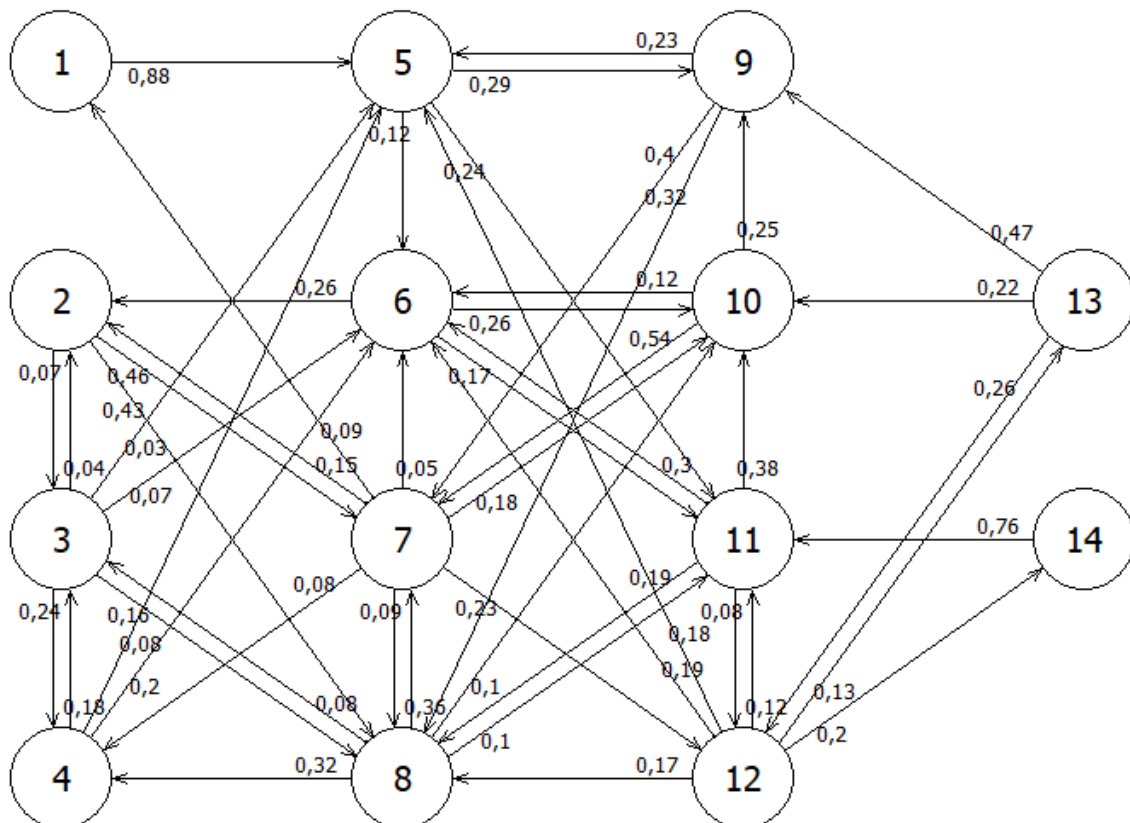
- Составьте граф марковского процесса, запишите систему уравнений Колмогорова и найдите установившиеся вероятности состояний.
- Найдите вероятность отказа в обслуживании.
- Найдите относительную и абсолютную интенсивность обслуживания.
- Найдите среднюю длину в очереди.
- Найдите среднее время в очереди.
- Найдите среднее число занятых каналов.
- Найдите вероятность того, что поступающая заявка не будет ждать в очереди.
- Найти среднее время однократного простоя системы массового обслуживания.
- Найти среднее время однократного момента, когда в системе нет очереди.

Вариант 145

Задание 1

Система имеет 14 дискретных состояний. Изменение состояний происходит в дискретные моменты времени с заданной вероятностью. Схема марковского процесса изображена на рисунке. Требуется определить:

- 1) вероятность того, что за 9 шагов система перейдет из состояния 10 в состояние 9;
- 2) вероятности состояний системы спустя 5 шагов, если в начальный момент вероятности состояний были следующими
 $A = (0,13; 0,1; 0,1; 0,03; 0,01; 0,03; 0,15; 0,05; 0,08; 0,08; 0,1; 0; 0,02; 0,12)$;
- 3) вероятность первого перехода за 6 шагов из состояния 6 в состояние 2;
- 4) вероятность перехода из состояния 12 в состояние 1 не позднее чем за 7 шагов;
- 5) среднее количество шагов для перехода из состояния 12 в состояние 13;
- 6) вероятность первого возвращения в состояние 5 за 6 шагов;
- 7) вероятность возвращения в состояние 6 не позднее чем за 6 шагов;
- 8) среднее время возвращения в состояние 1;
- 9) установившиеся вероятности.



Задание 2

Задана система массового обслуживания со следующими характеристиками:

- интенсивность поступления $\lambda=40$
- каналов обслуживания $m=2$
- интенсивность обслуживания $\mu=28$
- максимальный размер очереди $n=15$

Изначально требований в системе нет.

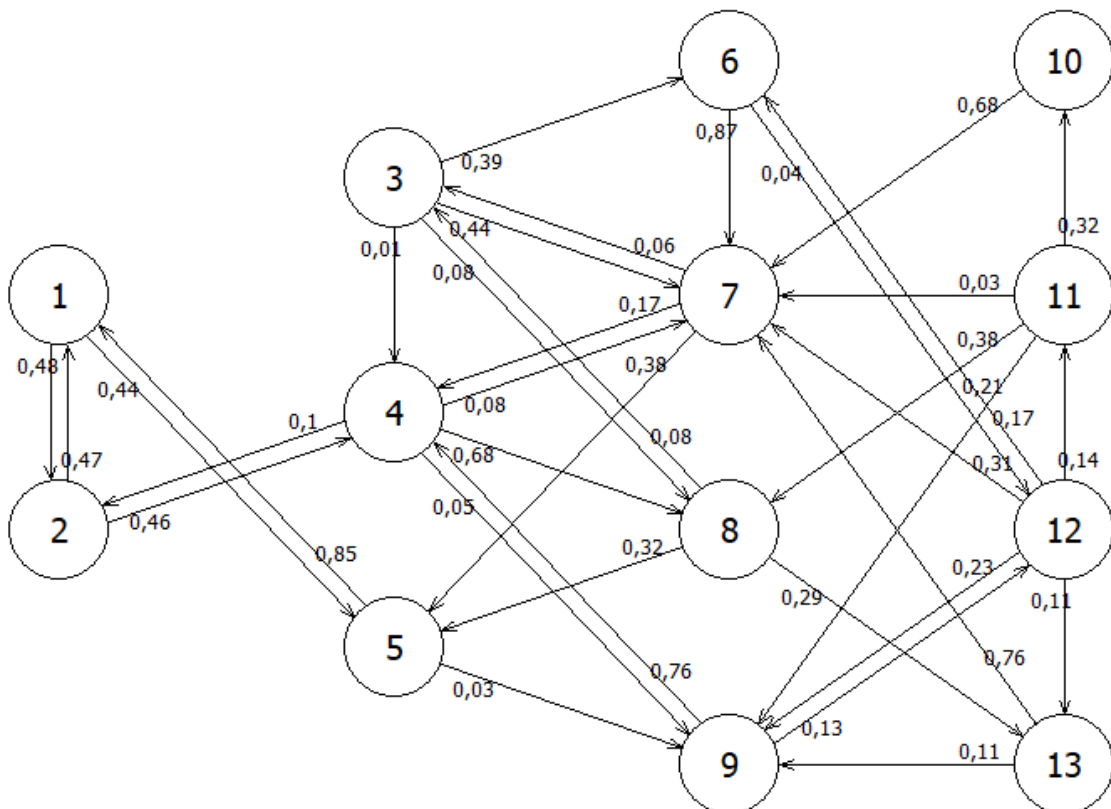
- Составьте граф марковского процесса, запишите систему уравнений Колмогорова и найдите установившиеся вероятности состояний.
- Найдите вероятность отказа в обслуживании.
- Найдите относительную и абсолютную интенсивность обслуживания.
- Найдите среднюю длину в очереди.
- Найдите среднее время в очереди.
- Найдите среднее число занятых каналов.
- Найдите вероятность того, что поступающая заявка не будет ждать в очереди.
- Найти среднее время однократного простоя системы массового обслуживания.
- Найти среднее время однократного момента, когда в системе нет очереди.

Вариант 146

Задание 1

Система имеет 13 дискретных состояний. Изменение состояний происходит в дискретные моменты времени с заданной вероятностью. Схема марковского процесса изображена на рисунке. Требуется определить:

- 1) вероятность того, что за 10 шагов система перейдет из состояния 9 в состояние 2;
- 2) вероятности состояний системы спустя 8 шагов, если в начальный момент вероятности состояний были следующими
 $A=(0,05;0,12;0,09;0,08;0,01;0,08;0,07;0,13;0,03;0,06;0,08;0,16;0,04)$;
- 3) вероятность первого перехода за 6 шагов из состояния 12 в состояние 2;
- 4) вероятность перехода из состояния 7 в состояние 5 не позднее чем за 5 шагов;
- 5) среднее количество шагов для перехода из состояния 3 в состояние 4;
- 6) вероятность первого возвращения в состояние 4 за 7 шагов;
- 7) вероятность возвращения в состояние 13 не позднее чем за 5 шагов;
- 8) среднее время возвращения в состояние 5;
- 9) установившиеся вероятности.



Задание 2

Задана система массового обслуживания со следующими характеристиками:

- интенсивность поступления $\lambda=39$
- каналов обслуживания $m=4$
- интенсивность обслуживания $\mu=12$
- максимальный размер очереди $n=6$

Изначально требований в системе нет.

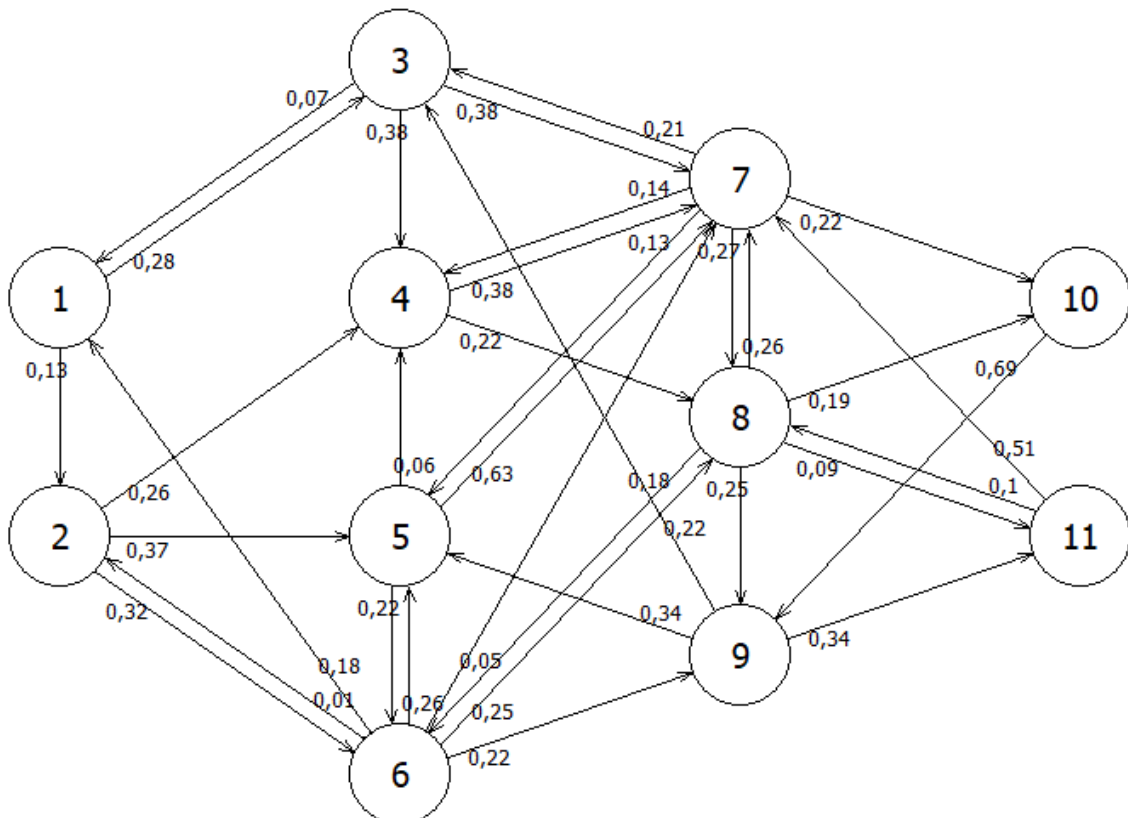
- Составьте граф марковского процесса, запишите систему уравнений Колмогорова и найдите установившиеся вероятности состояний.
- Найдите вероятность отказа в обслуживании.
- Найдите относительную и абсолютную интенсивность обслуживания.
- Найдите среднюю длину в очереди.
- Найдите среднее время в очереди.
- Найдите среднее число занятых каналов.
- Найдите вероятность того, что поступающая заявка не будет ждать в очереди.
- Найти среднее время однократного простоя системы массового обслуживания.
- Найти среднее время однократного момента, когда в системе нет очереди.

Вариант 147

Задание 1

Система имеет 11 дискретных состояний. Изменение состояний происходит в дискретные моменты времени с заданной вероятностью. Схема марковского процесса изображена на рисунке. Требуется определить:

- 1) вероятность того, что за 6 шагов система перейдет из состояния 8 в состояние 6;
- 2) вероятности состояний системы спустя 6 шагов, если в начальный момент вероятности состояний были следующими
 $A = (0,13; 0,1; 0,03; 0,05; 0,08; 0,13; 0,13; 0,1; 0,1; 0,06; 0,09)$;
- 3) вероятность первого перехода за 6 шагов из состояния 9 в состояние 8;
- 4) вероятность перехода из состояния 7 в состояние 11 не позднее чем за 5 шагов;
- 5) среднее количество шагов для перехода из состояния 8 в состояние 2;
- 6) вероятность первого возвращения в состояние 5 за 9 шагов;
- 7) вероятность возвращения в состояние 10 не позднее чем за 8 шагов;
- 8) среднее время возвращения в состояние 11;
- 9) установившиеся вероятности.



Задание 2

Задана система массового обслуживания со следующими характеристиками:

- интенсивность поступления $\lambda=36$
- каналов обслуживания $m=2$
- интенсивность обслуживания $\mu=24$
- максимальный размер очереди $n=10$

Изначально требований в системе нет.

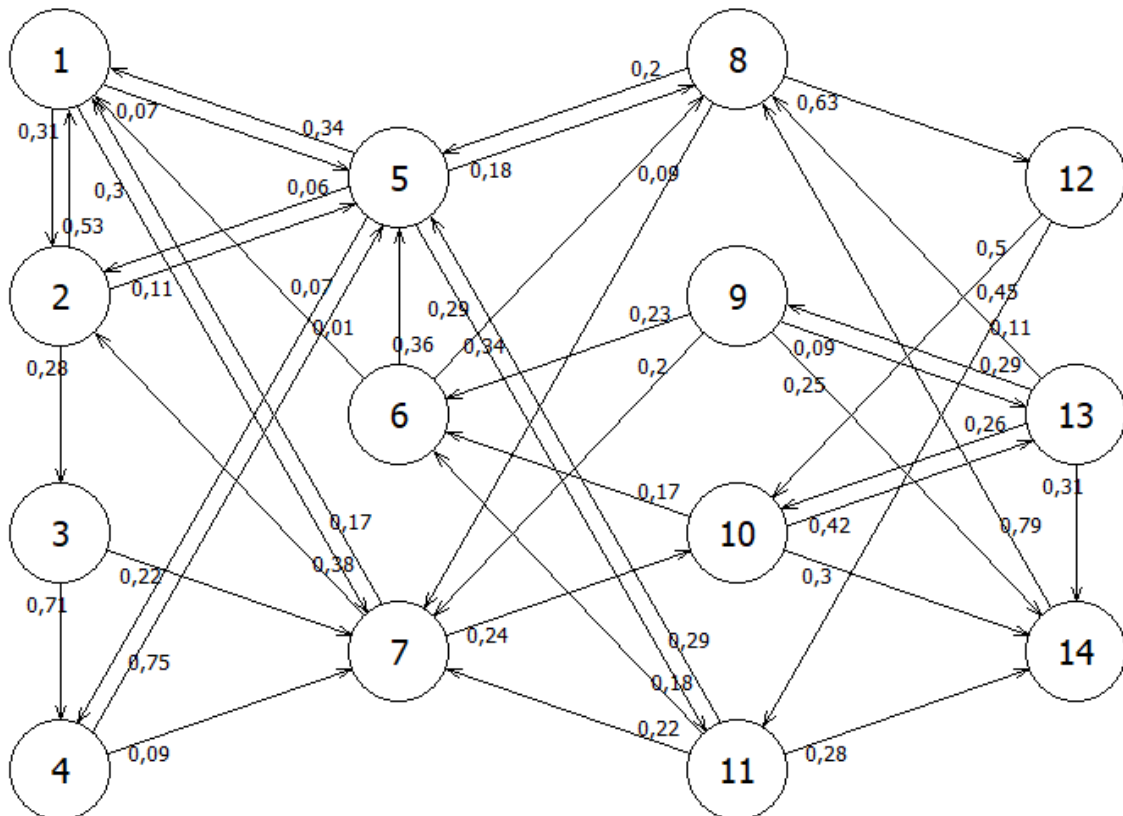
- Составьте граф марковского процесса, запишите систему уравнений Колмогорова и найдите установившиеся вероятности состояний.
- Найдите вероятность отказа в обслуживании.
- Найдите относительную и абсолютную интенсивность обслуживания.
- Найдите среднюю длину в очереди.
- Найдите среднее время в очереди.
- Найдите среднее число занятых каналов.
- Найдите вероятность того, что поступающая заявка не будет ждать в очереди.
- Найти среднее время однократного простоя системы массового обслуживания.
- Найти среднее время однократного момента, когда в системе нет очереди.

Вариант 148

Задание 1

Система имеет 14 дискретных состояний. Изменение состояний происходит в дискретные моменты времени с заданной вероятностью. Схема марковского процесса изображена на рисунке. Требуется определить:

- 1) вероятность того, что за 7 шагов система перейдет из состояния 9 в состояние 12;
- 2) вероятности состояний системы спустя 6 шагов, если в начальный момент вероятности состояний были следующими
 $A = (0,02; 0,04; 0,1; 0,08; 0,15; 0,08; 0,13; 0,02; 0; 0,01; 0,13; 0,01; 0,15; 0,08)$;
- 3) вероятность первого перехода за 8 шагов из состояния 14 в состояние 13;
- 4) вероятность перехода из состояния 6 в состояние 9 не позднее чем за 10 шагов;
- 5) среднее количество шагов для перехода из состояния 10 в состояние 13;
- 6) вероятность первого возвращения в состояние 4 за 9 шагов;
- 7) вероятность возвращения в состояние 10 не позднее чем за 10 шагов;
- 8) среднее время возвращения в состояние 14;
- 9) установившиеся вероятности.



Задание 2

Задана система массового обслуживания со следующими характеристиками:

- интенсивность поступления $\lambda=27$
- каналов обслуживания $m=4$
- интенсивность обслуживания $\mu=8$
- максимальный размер очереди $n=11$

Изначально требований в системе нет.

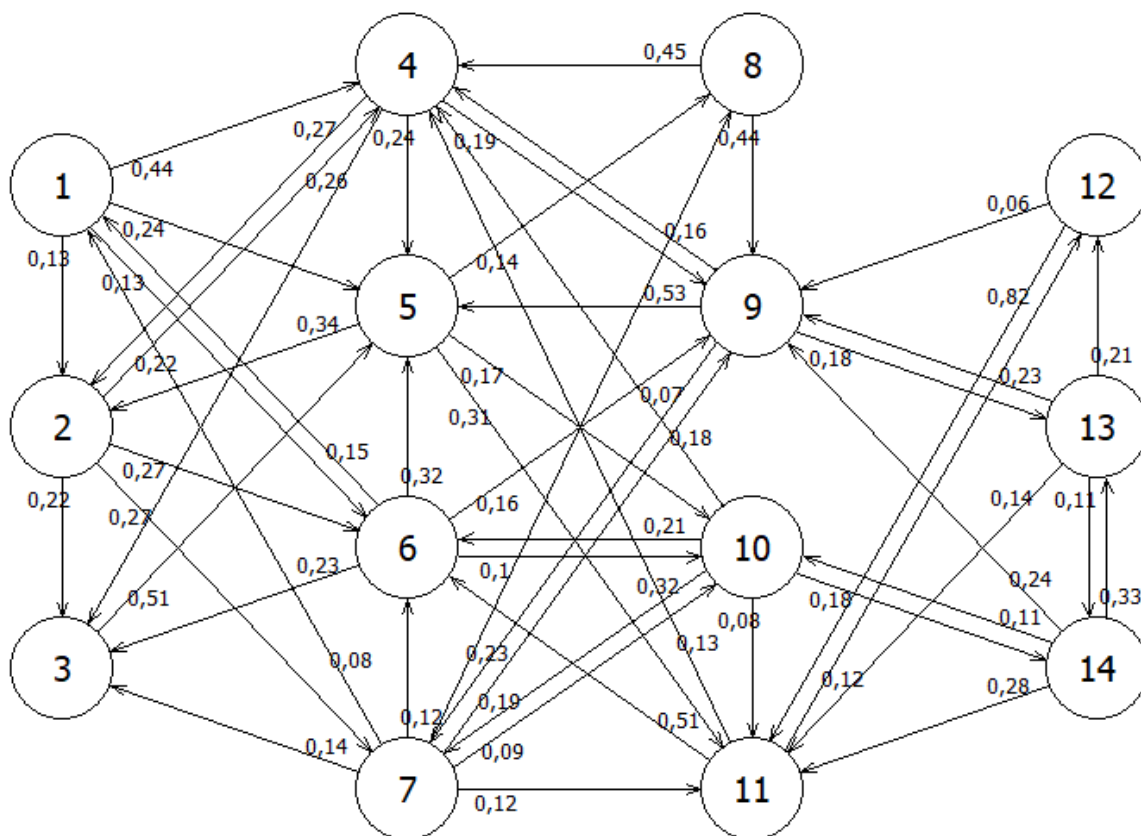
- Составьте граф марковского процесса, запишите систему уравнений Колмогорова и найдите установившиеся вероятности состояний.
- Найдите вероятность отказа в обслуживании.
- Найдите относительную и абсолютную интенсивность обслуживания.
- Найдите среднюю длину в очереди.
- Найдите среднее время в очереди.
- Найдите среднее число занятых каналов.
- Найдите вероятность того, что поступающая заявка не будет ждать в очереди.
- Найти среднее время однократного простоя системы массового обслуживания.
- Найти среднее время однократного момента, когда в системе нет очереди.

Вариант 149

Задание 1

Система имеет 14 дискретных состояний. Изменение состояний происходит в дискретные моменты времени с заданной вероятностью. Схема марковского процесса изображена на рисунке. Требуется определить:

- 1) вероятность того, что за 7 шагов система перейдет из состояния 1 в состояние 11;
- 2) вероятности состояний системы спустя 6 шагов, если в начальный момент вероятности состояний были следующими
 $A = (0,04; 0,1; 0,14; 0,08; 0,04; 0,11; 0,13; 0,06; 0,02; 0,09; 0,04; 0,02; 0,1; 0,03)$;
- 3) вероятность первого перехода за 9 шагов из состояния 11 в состояние 14;
- 4) вероятность перехода из состояния 2 в состояние 4 не позднее чем за 10 шагов;
- 5) среднее количество шагов для перехода из состояния 8 в состояние 2;
- 6) вероятность первого возвращения в состояние 9 за 6 шагов;
- 7) вероятность возвращения в состояние 12 не позднее чем за 7 шагов;
- 8) среднее время возвращения в состояние 6;
- 9) установившиеся вероятности.



Задание 2

Задана система массового обслуживания со следующими характеристиками:

- интенсивность поступления $\lambda=42$
- каналов обслуживания $m=5$
- интенсивность обслуживания $\mu=13$
- максимальный размер очереди $n=9$

Изначально требований в системе нет.

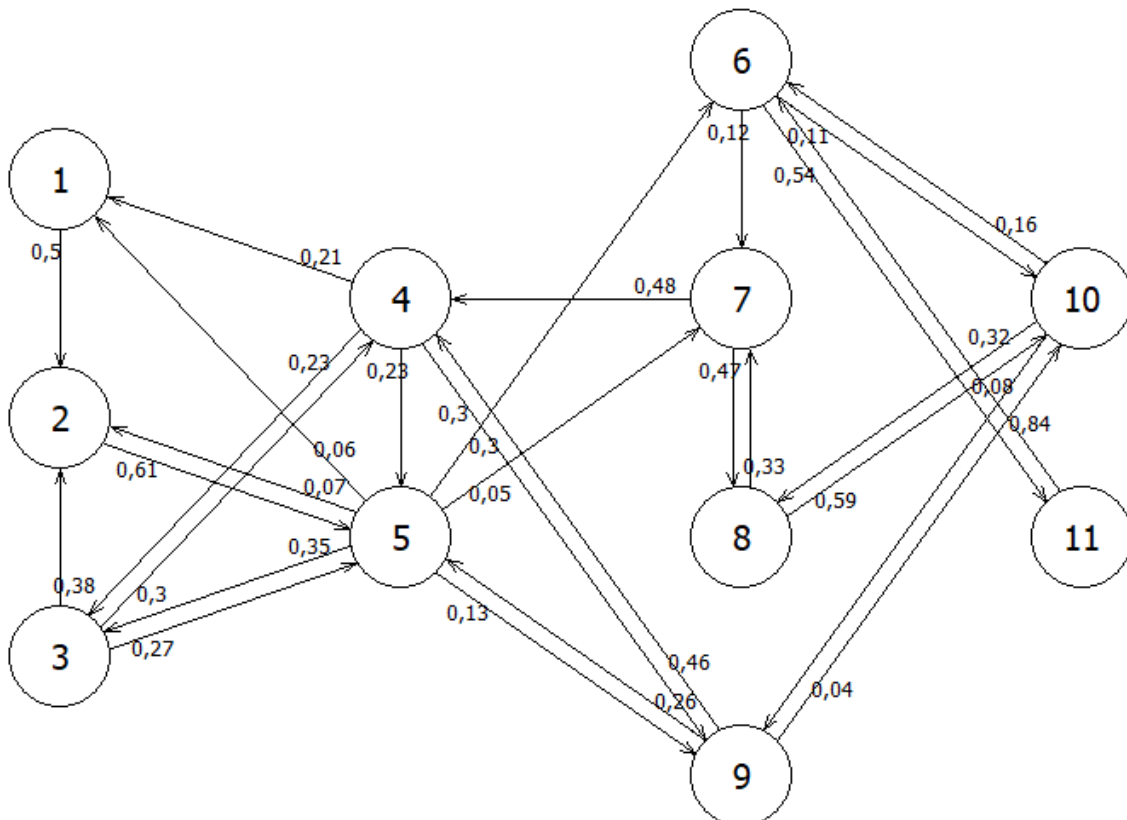
- Составьте граф марковского процесса, запишите систему уравнений Колмогорова и найдите установившиеся вероятности состояний.
- Найдите вероятность отказа в обслуживании.
- Найдите относительную и абсолютную интенсивность обслуживания.
- Найдите среднюю длину в очереди.
- Найдите среднее время в очереди.
- Найдите среднее число занятых каналов.
- Найдите вероятность того, что поступающая заявка не будет ждать в очереди.
- Найти среднее время однократного простоя системы массового обслуживания.
- Найти среднее время однократного момента, когда в системе нет очереди.

Вариант 150

Задание 1

Система имеет 11 дискретных состояний. Изменение состояний происходит в дискретные моменты времени с заданной вероятностью. Схема марковского процесса изображена на рисунке. Требуется определить:

- 1) вероятность того, что за 10 шагов система перейдет из состояния 5 в состояние 6;
- 2) вероятности состояний системы спустя 10 шагов, если в начальный момент вероятности состояний были следующими
 $A=(0,06;0,15;0,06;0,11;0,16;0,14;0,1;0,08;0,03;0,11;0)$;
- 3) вероятность первого перехода за 10 шагов из состояния 1 в состояние 6;
- 4) вероятность перехода из состояния 3 в состояние 2 не позднее чем за 6 шагов;
- 5) среднее количество шагов для перехода из состояния 7 в состояние 5;
- 6) вероятность первого возвращения в состояние 5 за 10 шагов;
- 7) вероятность возвращения в состояние 1 не позднее чем за 9 шагов;
- 8) среднее время возвращения в состояние 2;
- 9) установившиеся вероятности.



Задание 2

Задана система массового обслуживания со следующими характеристиками:

- интенсивность поступления $\lambda=38$
- каналов обслуживания $m=6$
- интенсивность обслуживания $\mu=9$
- максимальный размер очереди $n=18$

Изначально требований в системе нет.

- Составьте граф марковского процесса, запишите систему уравнений Колмогорова и найдите установившиеся вероятности состояний.
- Найдите вероятность отказа в обслуживании.
- Найдите относительную и абсолютную интенсивность обслуживания.
- Найдите среднюю длину в очереди.
- Найдите среднее время в очереди.
- Найдите среднее число занятых каналов.
- Найдите вероятность того, что поступающая заявка не будет ждать в очереди.
- Найти среднее время однократного простоя системы массового обслуживания.
- Найти среднее время однократного момента, когда в системе нет очереди.