

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ  
Северо-Кавказский филиал  
ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Московский технический университет связи и информатики»

Кафедра общенаучной подготовки

# **Основы теории массового обслуживания**

Методические указания по практическим занятиям

для студентов очной и заочной форм обучения  
Направление подготовки – **09.03.01** «Информатика и вычислительная техника»

Ростов-на-Дону  
2019

Методические указания по практическим занятиям

по дисциплине

Основы теории массового обслуживания

Составители: Докучаев С.А., ст. преподаватель

Рассмотрены и одобрены  
на заседании кафедры Общонаучной подготовки  
Протокол от 26.08.2019 г. № 1

# **Очная форма обучения**

## **Практическое занятие № 1**

### **Вычисление вероятностных характеристик случайных процессов**

#### **1. Цель занятия:**

Выработать умения и навыки по вычислению вероятностных характеристик случайных процессов (СП). Выработать умения и навыки по вычислению основных взаимных характеристик двух СП.

#### **2. Краткие теоретические сведения:**

Справочный материал и разобранные примеры приведены в любом из следующих источников: **(1)** с. 386-399, **(3)** с. 4-7

#### **3. Задание:**

Решить примеры: **(2)** №№ 756-778 (выборочно, по рекомендации преподавателя).

#### **4. Порядок выполнения:**

- 4.1. Записать определение случайного процесса, его сечения и реализации.
- 4.2. Дать определение математического ожидания СП, перечислить его свойства.
- 4.3. Записать определение корреляционной функции СП, перечислить ее свойства.
- 4.4. Записать формулу, связывающую дисперсию и корреляционную функцию СП.
- 4.5. Записать формулу для вычисления нормированной корреляционной функции.
- 4.6. Записать определение взаимной корреляционной функции, перечислить ее свойства.
- 4.7. Записать формулу для вычисления нормированной взаимной корреляционной функции.
- 4.8. Записать формулу для вычисления математического ожидания суммы двух СП.
- 4.9. Записать формулу для вычисления корреляционной функции суммы двух СП.
- 4.10. Решить примеры, см. п.3.

#### **5. Отчет:**

- 5.1. Определение случайного процесса, его сечения и реализации.
- 5.2. Определение математического ожидания СП, его свойства.
- 5.3. Определение корреляционной функции СП, ее свойства.
- 5.4. Формула, связывающая дисперсию и корреляционную функцию СП.
- 5.5. Формула для вычисления нормированной корреляционной функции.
- 5.6. Определение взаимной корреляционной функции, ее свойства.
- 5.7. Формула для вычисления нормированной взаимной корреляционной функции
- 5.8. Формула для вычисления математического ожидания суммы двух СП.
- 5.9. Формула для вычисления корреляционной функции суммы двух СП.
- 5.10. Решенные примеры.

#### **6. Список литературы:**

1. Тихонов В.И., Шахтарин Б.И., Сизых В.В. Случайные процессы. Примеры и задачи. Том 5. Оценка сигналов, их параметров и спектров. Основы теории информации. Учебное пособие для вузов. М.: Горячая линия - Телеком, 2012.
2. Гмурман В.Е. Руководство к решению теории вероятностей и математическая статистика: учебное пособие. М.: Юрайт 2009
3. Ефименко В.Н., Прушинская Л.А. Теория случайных процессов. Учебное пособие. Ростов н/Д, СКФ МТУСИ, 2006.

## Практическое занятие № 2

### Вычисление аналитических характеристик на выходе дифференциатора

#### 1. Цель занятия:

Познакомить студентов с понятием производной СП. Выработать умения и навыки по вычислению аналитических характеристик на выходе дифференциатора.

#### 2. Краткие теоретические сведения:

Справочный материал и разобранные примеры приведены в любом из следующих источников: (1) с. 405-409, (3) с. 9-10

#### 3. Задание:

Решить примеры: (2) №№ 794-810 (выборочно, по рекомендации преподавателя).

#### 4. Порядок выполнения:

- 4.1. Записать определение дифференцируемого случайного процесса и его производной.
- 4.2. Записать формулу для вычисления математического ожидания производной СП.
- 4.3. Записать формулу для вычисления корреляционной функции производной СП.
- 4.4. Записать формулу для определения взаимной корреляционной функции СП и его производной.
- 4.5. Решить примеры, см. п.3.

#### 5. Отчет:

- 5.1. Определение дифференцируемого случайного процесса и его производной.
- 5.2. Формула для вычисления математического ожидания производной СП.
- 5.3. Формула для вычисления корреляционной функции производной СП.
- 5.4. Формула для определения взаимной корреляционной функции СП и его производной.
- 5.5. Решенные примеры.

#### 6. Список литературы:

1. Тихонов В.И., Шахтарин Б.И., Сизых В.В. Случайные процессы. Примеры и задачи. Том 5. Оценка сигналов, их параметров и спектров. Основы теории информации. Учебное пособие для вузов. М.: Горячая линия - Телеком, 2012.
2. Гмурман В.Е. Руководство к решению теории вероятностей и математическая статистика: учебное пособие. М.: Юрайт 2009
3. Ефименко В.Н., Прушинская Л.А. Теория случайных процессов. Учебное пособие. Ростов н/Д, СКФ МТУСИ, 2006.

## Практическое занятие № 3

### Вычисление аналитических характеристик на выходе интегратора.

#### 1. Цель занятия:

Познакомить студентов с понятием интеграла СП. Выработать умения и навыки по вычислению аналитических характеристик на выходе интегратора.

#### 2. Краткие теоретические сведения:

Справочный материал и разобранные примеры приведены в любом из следующих источников: (1) с. 409-413, (3) с. 11-17

#### 3. Задание:

Решить примеры: (2) №№ 811-829 (выборочно, по рекомендации преподавателя).

#### 4. Порядок выполнения:

4.1. Записать определение интеграла СП.

4.2. Записать формулу для вычисления математического ожидания интеграла СП.

4.3. Записать формулу для вычисления корреляционной функции интеграла СП.

4.4. Записать формулу для определения взаимной корреляционной функции СП и его интеграла.

4.5. Решить примеры, см. п.3.

#### 5. Отчет:

5.1. Определение интеграла случайного процесса.

5.2. Формула для вычисления математического ожидания интеграла СП.

5.3. Формула для вычисления корреляционной функции интеграла СП.

5.4. Формула для определения взаимной корреляционной функции СП и его интеграла.

5.5. Решенные примеры.

#### 6. Список литературы:

1. Тихонов В.И., Шахтарин Б.И., Сизых В.В. Случайные процессы. Примеры и задачи. Том 5. Оценка сигналов, их параметров и спектров. Основы теории информации. Учебное пособие для вузов. М.: Горячая линия - Телеком, 2012.

2. Гмурман В.Е. Руководство к решению теории вероятностей и математическая статистика: учебное пособие. М.: Юрайт 2009

3. Ефименко В.Н., Прушинская Л.А. Теория случайных процессов. Учебное пособие. Ростов н/Д, СКФ МТУСИ, 2006.

## Практическое занятие № 4

### Контрольная работа №1

## Практическое занятие № 5

### СМО с отказами

#### 1. Цель занятия:

Научить студентов строить граф состояний СМО с отказами. Выработать умения и навыки по вычислению предельных вероятностей состояний и показателей эффективности СМО с отказами.

#### 2. Краткие теоретические сведения:

Справочный материал и разобранные примеры приведены в любом из следующих источников: (4) с. 363-366

#### 3. Задание:

Решить примеры: (4) №№ 11.1-11.3 (выборочно, по рекомендации преподавателя).

#### 4. Порядок выполнения:

- 4.1. Записать определение СМО с отказами.
- 4.2. Построить граф состояний СМО с отказами.
- 4.3. Записать формулы Эрланга.
- 4.4. Записать формулы для вычисления показателей эффективности СМО с отказами.
- 4.5. Решить примеры, см. п.3.

#### 5. Отчет:

- 5.1. Определение СМО с отказами.
- 5.2. Граф состояний СМО с отказами.
- 5.3. Формулы Эрланга.
- 5.4. Формулы для вычисления показателей эффективности СМО с отказами.
- 5.5. Решенные примеры.

#### 6. Список литературы:

1. Тихонов В.И., Шахтарин Б.И., Сизых В.В. Случайные процессы. Примеры и задачи. Том 5. Оценка сигналов, их параметров и спектров. Основы теории информации. Учебное пособие для вузов. М.: Горячая линия - Телеком, 2012.
2. Гмурман В.Е. Руководство к решению теории вероятностей и математическая статистика: учебное пособие. М.: Юрайт 2009
3. Ефименко В.Н., Прушинская Л.А. Теория случайных процессов. Учебное пособие. Ростов н/Д, СКФ МТУСИ, 2006.

## Практическое занятие № 6

### Одноканальные и многоканальные СМО с неограниченной очередью

#### 1. Цель занятия:

Научить студентов строить граф состояний одноканальных и многоканальных СМО с неограниченной очередью. Выработать умения и навыки по вычислению предельных вероятностей состояний и показателей эффективности данных СМО.

#### 2. Краткие теоретические сведения:

Справочный материал и разобранные примеры приведены в любом из следующих источников: (4) с. 366-367

#### 3. Задание:

Решить примеры: (4) №№ 11.4-11.6 (выборочно, по рекомендации преподавателя).

#### 4. Порядок выполнения:

- 4.1. Записать определение одноканальной СМО с неограниченной очередью.
- 4.2. Построить граф состояний одноканальной СМО с неограниченной очередью.
- 4.3. Записать формулы Литтла.
- 4.4. Записать формулы для вычисления показателей эффективности одноканальной СМО с неограниченной очередью.
- 4.5. Записать определение многоканальной СМО с неограниченной очередью.
- 4.6. Построить граф состояний многоканальной СМО с неограниченной очередью.
- 4.7. Записать формулы Литтла.
- 4.8. Записать формулы для вычисления показателей эффективности многоканальной СМО с неограниченной очередью.
- 4.9. Решить примеры, см. п.3.

#### 5. Отчет:

- 5.1. Определение одноканальной СМО с неограниченной очередью.
- 5.2. Граф состояний одноканальной СМО с неограниченной очередью.
- 5.3. Формулы Литтла.
- 5.4. Формулы для вычисления показателей эффективности одноканальной СМО с неограниченной очередью.
- 5.5. Определение многоканальной СМО с неограниченной очередью.
- 5.6. Граф состояний многоканальной СМО с неограниченной очередью.
- 5.7. Формулы Литтла.
- 5.8. Формулы для вычисления показателей эффективности многоканальной СМО с неограниченной очередью.
- 5.9. Решенные примеры.

#### 6. Список литературы:

1. Тихонов В.И., Шахтарин Б.И., Сизых В.В. Случайные процессы. Примеры и задачи. Том 5. Оценка сигналов, их параметров и спектров. Основы теории информации. Учебное пособие для вузов. М.: Горячая линия - Телеком, 2012.
2. Гмурман В.Е. Руководство к решению теории вероятностей и математическая статистика: учебное пособие. М.: Юрайт 2009
3. Ефименко В.Н., Прушинская Л.А. Теория случайных процессов. Учебное пособие. Ростов н/Д, СКФ МТУСИ, 2006.

## Практическое занятие № 7

### СМО с ограниченной очередью.

#### 1. Цель занятия:

Научить студентов строить граф состояний СМО с ограниченной очередью. Выработать умения и навыки по вычислению предельных вероятностей состояний и показателей эффективности данной СМО.

#### 2. Краткие теоретические сведения:

Справочный материал и разобранные примеры приведены в любом из следующих источников: (4) с. 367-370

#### 3. Задание:

Решить примеры: (4) №№ 11.14-11.23 (выборочно, по рекомендации преподавателя).

#### 4. Порядок выполнения:

- 4.1. Записать определение СМО с ограниченной очередью.
- 4.2. Построить граф состояний СМО с ограниченной очередью.
- 4.3. Записать формулы Литтла.
- 4.4. Записать формулы для вычисления показателей эффективности СМО с ограниченной очередью.
- 4.5. Решить примеры, см. п.3.

#### 5. Отчет:

- 5.1. Определение СМО с ограниченной очередью.
- 5.2. Граф состояний СМО с ограниченной очередью.
- 5.3. Формулы Литтла.
- 5.4. Формулы для вычисления показателей эффективности СМО с ограниченной очередью.
- 5.5. Решенные примеры.

#### 6. Список литературы:

1. Тихонов В.И., Шахтарин Б.И., Сизых В.В. Случайные процессы. Примеры и задачи. Том 5. Оценка сигналов, их параметров и спектров. Основы теории информации. Учебное пособие для вузов. М.: Горячая линия - Телеком, 2012.
2. Гмурман В.Е. Руководство к решению теории вероятностей и математическая статистика: учебное пособие. М.: Юрайт 2009
3. Ефименко В.Н., Прушинская Л.А. Теория случайных процессов. Учебное пособие. Ростов н/Д, СКФ МТУСИ, 2006.

## Практическое занятие № 8

### Контрольная работа №2



# *Заочная форма обучения*

## **Практическое занятие № 1**

### **Вычисление вероятностных характеристик случайных процессов**

#### **1. Цель занятия:**

Выработать умения и навыки по вычислению вероятностных характеристик случайных процессов (СП).

#### **2. Краткие теоретические сведения:**

Справочный материал и разобранные примеры приведены в любом из следующих источников: (1) с. 386-399, (3) с. 4-7

#### **3. Задание:**

Решить примеры: (2) №№ 756-778 (выборочно, по рекомендации преподавателя).

#### **4. Порядок выполнения:**

- 4.1. Записать определение случайного процесса, его сечения и реализации.
- 4.2. Дать определение математического ожидания СП, перечислить его свойства.
- 4.3. Записать определение корреляционной функции СП, перечислить ее свойства.
- 4.4. Записать формулу, связывающую дисперсию и корреляционную функцию СП.
- 4.5. Записать формулу для вычисления нормированной корреляционной функции.
- 4.6. Решить примеры, см. п.3.

#### **5. Отчет:**

- 5.1. Определение случайного процесса, его сечения и реализации.
- 5.2. Определение математического ожидания СП, его свойства.
- 5.3. Определение корреляционной функции СП, ее свойства.
- 5.4. Формула, связывающая дисперсию и корреляционную функцию СП.
- 5.5. Формула для вычисления нормированной корреляционной функции.
- 5.6. Решенные примеры.

#### **6. Список литературы:**

1. Тихонов В.И., Шахтарин Б.И., Сизых В.В. Случайные процессы. Примеры и задачи. Том 5. Оценка сигналов, их параметров и спектров. Основы теории информации. Учебное пособие для вузов. М.: Горячая линия - Телеком, 2012.
2. Гмурман В.Е. Руководство к решению теории вероятностей и математическая статистика: учебное пособие. М.: Юрайт 2009
3. Ефименко В.Н., Прушинская Л.А. Теория случайных процессов. Учебное пособие. Ростов н/Д, СКФ МТУСИ, 2006.

## Практическое занятие № 2

### Вычисление предельных вероятностей состояний

#### 1. Цель занятия:

Научить студентов строить граф состояний СМО. Выработать умения и навыки по вычислению предельных вероятностей состояний.

#### 2. Краткие теоретические сведения:

Справочный материал и разобранные примеры приведены в любом из следующих источников: (4) с. 317-328, (3) с. 33-38

#### 3. Задание:

Решить примеры: (4) №№ 10.1-10.30 (выборочно, по рекомендации преподавателя).

#### 4. Порядок выполнения:

- 4.1. Записать определение системы массового обслуживания (СМО).
- 4.2. Записать определение графа состояний СМО.
- 4.3. Изучить правила построения графа состояний СМО.
- 4.4. Записать правило составления системы уравнений Колмогорова.
- 4.5. Решить примеры, см. п.3.

#### 5. Отчет:

- 5.1. Определение СМО.
- 5.2. Определение графа состояний СМО.
- 5.3. Правила построения графа состояний СМО.
- 5.4. Правило составления системы уравнений Колмогорова.
- 5.5. Решенные примеры.

#### 6. Список литературы:

1. Тихонов В.И., Шахтарин Б.И., Сизых В.В. Случайные процессы. Примеры и задачи. Том 5. Оценка сигналов, их параметров и спектров. Основы теории информации. Учебное пособие для вузов. М.: Горячая линия - Телеком, 2012.
2. Гмурман В.Е. Руководство к решению теории вероятностей и математическая статистика: учебное пособие. М.: Юрайт 2009
3. Ефименко В.Н., Прушинская Л.А. Теория случайных процессов. Учебное пособие. Ростов н/Д, СКФ МТУСИ, 2006.