

Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет»
Факультет математики, информационных и авиационных технологий

Бутов А.А., Гаврилова М.С., Хрусталеv С.А.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕОРИЯ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ»**

по направлению бакалавриата 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»
по специальности 10.05.01 «Компьютерная безопасность»

Ульяновск

Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Теория случайных процессов» / составители: Бутов А.А., Гаврилова М.С., Хрусталеv С.А. – Ульяновск: УлГУ, 2019.

Настоящие методические указания предназначены в помощь студентам очной формы обучения направления бакалавриата 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» и специальности 10.05.01 «Компьютерная безопасность» для самостоятельной работы по дисциплине «Теория случайных процессов». В пособии представлена литература по дисциплине, основные темы курса и рекомендации по самостоятельному изучению теоретического и практического материала.

Методические указания будут полезны студентам при подготовке к лекционным и практическим занятиям и промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Рекомендованы к введению в образовательный процесс Ученым Советом Факультета математики, информационных и авиационных технологий УлГУ (протокол № 2/19 от 19 марта 2019 г.).

1. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Карлин, С. Основы теории случайных процессов / С. Карлин; пер. с англ. В.В. Калашникова; под ред. И. Н. Коваленко. – М. : Мир, 1971: С 5–8 чтение теории.
2. Вентцель, Е.С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – Москва : Наука, 1991.
3. Бутов, А.А. Теория случайных процессов : учеб. пособие / А.А. Бутов, К.О. Раводин. – Ульяновск : УлГУ, 2009. – 56 с. – URL: <ftp://10.2.96.134/Text/Butov2.pdf>.
4. Бутов, А.А. Теория случайных процессов и ее дополнительные главы : учеб. пособие. Ч. 1 : Введение в стохастическое исчисление / А.А. Бутов. – Ульяновск : УлГУ, 2016. – 48 с. – URL: <ftp://10.2.96.134/Text/Butov.1.pdf>.
5. Миллер, Б.М. Теория случайных процессов в примерах и задачах [Электронный ресурс] / Б.М. Миллер, А.Р. Панков. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 320 с. – ISBN 978-5-9221-0206-3. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922102063.html>.
6. Зубков, А.М. Сборник задач по теории вероятностей : учебное пособие для вузов / А.М. Зубков, Б.А. Севастьянов, В.П. Чистяков. – 2-е изд, испр. и доп. – М. : Наука, 1989. – 320 с. – ISBN 5-02-013949-1.
7. Липцер, Р.Ш. Статистика случайных процессов : нелинейная фильтрация и смежные вопросы / Р.Ш. Липцер, А.Н. Ширяев. – Москва : Наука, 1974.
8. Бутов, А.А. Элементы стохастического исчисления : метод. пособие / А.А. Бутов. – Ульяновск : УлГУ, 1996. – 24 с.
9. Бутов, А.А. Элементы теории случайных процессов : метод. пособие / А.А. Бутов. – Ульяновск : УлГУ, 1996. – 16 с.
10. Бутов, А.А. Фильтр Калмана в дискретном времени : метод. пособие / А.А. Бутов. – Ульяновск : УлГУ, 1996. – 13 с.
11. Бутов, А.А. Теория вероятностей : для направлений бакалавриата ФМиИТ : учеб.-метод. пособие / А.А. Бутов. – Ульяновск : УлГУ, 2014. – 32 с.
12. Каштанов, В.А. Случайные процессы : учебник и практикум для прикладного бакалавра – (Бакалавр. Прикладной курс). – ISBN 978-5-534-04482-9. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/437567>.
13. Коваленко, А.А. Написание и оформление курсовых и выпускных квалификационных работ : методические указания по написанию и оформлению курсовых и выпускных квалификационных работ для студентов, обучающихся по направлению «Прикладная математика и информатика» / А.А. Коваленко, О.Н. Щукина. – Ульяновск : УлГУ, 2013. – 41 с. – URL: <ftp://10.2.96.134/Text/kovalenko.pdf>.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1) Раздел 1. Введение в теорию случайных процессов

Тема 1. *Предмет и основные области применения теории случайных процессов.*

С темой можно ознакомиться в следующих источниках:

1. Карлин, С. Основы теории случайных процессов / С. Карлин; пер. с англ. В.В. Калашникова; под ред. И. Н. Коваленко. – М. : Мир, 1971: С. 5–8 чтение теории.
2. Вентцель, Е.С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – Москва : Наука, 1991: С. 7–12 чтение теории.

2) Раздел 2. Стохастическое исчисление на вероятностных пространствах с фильтрациями

Тема 2. *Стохастический базис, моменты остановки, согласованные случайные процессы. Классификация моментов остановки.*

С темой можно ознакомиться в следующих источниках:

1. Карлин, С. Основы теории случайных процессов / С. Карлин; пер. с англ.

- В.В. Калашникова; под ред. И. Н. Коваленко. – М. : Мир, 1971: С. 11–30 чтение теории.
2. Вентцель, Е.С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – Москва : Наука, 1991: С. 13–45 чтение теории.
3. Бутов, А.А. Теория случайных процессов : учеб. пособие / А.А. Бутов, К.О. Раводин. – Ульяновск : УлГУ, 2009. – 56 с. – URL: <ftp://10.2.96.134/Text/Butov2.pdf>: С. 5–8 чтение теории.
4. Бутов, А.А. Теория случайных процессов и ее дополнительные главы : учеб. пособие. Ч. 1 : Введение в стохастическое исчисление / А.А. Бутов. – Ульяновск : УлГУ, 2016. – 48 с. – URL: <ftp://10.2.96.134/Text/Butov.1.pdf>: С. 5–13 чтение теории, решение задач.
5. Миллер, Б.М. Теория случайных процессов в примерах и задачах [Электронный ресурс] / Б.М. Миллер, А.Р. Панков. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 320 с. – ISBN 978-5-9221-0206-3. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922102063.html>: С. 11–28 чтение теории, решение задач.
6. Зубков, А.М. Сборник задач по теории вероятностей : учебное пособие для вузов / А.М. Зубков, Б.А. Севастьянов, В.П. Чистяков. – 2-е изд, испр. и доп. – М. : Наука, 1989. – 320 с. – ISBN 5-02-013949-1: С. 154–159 решение задач.
7. Коваленко, А.А. Написание и оформление курсовых и выпускных квалификационных работ : методические указания по написанию и оформлению курсовых и выпускных квалификационных работ для студентов, обучающихся по направлению «Прикладная математика и информатика» / А.А. Коваленко, О.Н. Щукина. – Ульяновск : УлГУ, 2013. – 41 с. – URL: <ftp://10.2.96.134/Text/kovalenko.pdf>.

Тема 3. Броуновское движение и винеровский процесс.

С темой можно ознакомиться в следующих источниках:

1. Карлин, С. Основы теории случайных процессов / С. Карлин; пер. с англ. В.В. Калашникова; под ред. И. Н. Коваленко. – М. : Мир, 1971: С. 297–306 чтение теории, С. 307–311 решение задач.
2. Бутов, А.А. Теория случайных процессов : учеб. пособие / А.А. Бутов, К.О. Раводин. – Ульяновск : УлГУ, 2009. – 56 с. – URL: <ftp://10.2.96.134/Text/Butov2.pdf>: С. 17–21 чтение теории.
3. Липцер, Р.Ш. Статистика случайных процессов : нелинейная фильтрация и смежные вопросы / Р.Ш. Липцер, А.Н. Ширяев. – Москва : Наука, 1974: С 91–122 чтение теории.
4. Бутов, А.А. Элементы стохастического исчисления : метод. пособие / А.А. Бутов. – Ульяновск : УлГУ, 1996. – 24 с.: С. 14–17 чтение теории.
5. Коваленко, А.А. Написание и оформление курсовых и выпускных квалификационных работ : методические указания по написанию и оформлению курсовых и выпускных квалификационных работ для студентов, обучающихся по направлению «Прикладная математика и информатика» / А.А. Коваленко, О.Н. Щукина. – Ульяновск : УлГУ, 2013. – 41 с. – URL: <ftp://10.2.96.134/Text/kovalenko.pdf>.

Тема 4. Стохастический интеграл по семимартингалу, правила дифференцирования сложных стохастических функций (формула Ито).

С темой можно ознакомиться в следующих источниках:

1. Липцер, Р.Ш. Статистика случайных процессов : нелинейная фильтрация и смежные вопросы / Р.Ш. Липцер, А.Н. Ширяев. – Москва : Наука, 1974: С. 123–145 чтение теории.
2. Бутов, А.А. Элементы стохастического исчисления : метод. пособие / А.А. Бутов. – Ульяновск : УлГУ, 1996. – 24 с.: С. 18–24 чтение теории.
3. Бутов, А.А. Теория случайных процессов : учеб. пособие / А.А. Бутов, К.О. Раводин. – Ульяновск : УлГУ, 2009. – 56 с. – URL: <ftp://10.2.96.134/Text/Butov2.pdf>: С. 29–38 чтение теории, решение задач.
4. Бутов, А.А. Элементы теории случайных процессов : метод. пособие / А.А. Бутов. – Ульяновск : УлГУ, 1996. – 16 с.: С. 5–7 чтение теории.

5. Коваленко, А.А. Написание и оформление курсовых и выпускных квалификационных работ : методические указания по написанию и оформлению курсовых и выпускных квалификационных работ для студентов, обучающихся по направлению «Прикладная математика и информатика» / А.А. Коваленко, О.Н. Щукина. – Ульяновск : УлГУ, 2013. – 41 с. – URL: <ftp://10.2.96.134/Text/kovalenko.pdf>.

Тема 5. *Стохастические дифференциальные уравнения и диффузионные процессы.*

С темой можно ознакомиться в следующих источниках:

1. Липцер, Р.Ш. Статистика случайных процессов : нелинейная фильтрация и смежные вопросы / Р.Ш. Липцер, А.Н. Ширяев. – Москва : Наука, 1974: С. 146–171 чтение теории.
2. Миллер, Б.М. Теория случайных процессов в примерах и задачах [Электронный ресурс] / Б.М. Миллер, А.Р. Панков. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 320 с. – ISBN 978-5-9221-0206-3. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922102063.html>: С. 212–246 чтение теории, решение задач.
3. Бутов, А.А. Элементы теории случайных процессов : метод. пособие / А.А. Бутов. – Ульяновск : УлГУ, 1996. – 16 с.: С. 8–16 чтение теории.
4. Бутов, А.А. Теория случайных процессов : учеб. пособие / А.А. Бутов, К.О. Раводин. – Ульяновск : УлГУ, 2009. – 56 с. – URL: <ftp://10.2.96.134/Text/Butov2.pdf>: С. 39–45 чтение теории, решение задач.
5. Коваленко, А.А. Написание и оформление курсовых и выпускных квалификационных работ : методические указания по написанию и оформлению курсовых и выпускных квалификационных работ для студентов, обучающихся по направлению «Прикладная математика и информатика» / А.А. Коваленко, О.Н. Щукина. – Ульяновск : УлГУ, 2013. – 41 с. – URL: <ftp://10.2.96.134/Text/kovalenko.pdf>.

Тема 6. *Диффузионные процессы и схема Калмана. Мартингалльный вывод фильтра Калмана.*

С темой можно ознакомиться в следующих источниках:

1. Липцер, Р.Ш. Статистика случайных процессов : нелинейная фильтрация и смежные вопросы / Р.Ш. Липцер, А.Н. Ширяев. – Москва : Наука, 1974: С. 342–377 чтение теории.
2. Бутов, А.А. Фильтр Калмана в дискретном времени : метод. пособие / А.А. Бутов. – Ульяновск : УлГУ, 1996. – 13 с.: С. 7–15 чтение теории.
3. Коваленко, А.А. Написание и оформление курсовых и выпускных квалификационных работ : методические указания по написанию и оформлению курсовых и выпускных квалификационных работ для студентов, обучающихся по направлению «Прикладная математика и информатика» / А.А. Коваленко, О.Н. Щукина. – Ульяновск : УлГУ, 2013. – 41 с. – URL: <ftp://10.2.96.134/Text/kovalenko.pdf>.

3) Раздел 3. Абсолютная непрерывность и сингулярность вероятностных мер

Тема 7. *Винеровская мера.*

С темой можно ознакомиться в следующих источниках:

1. Липцер, Р.Ш. Статистика случайных процессов : нелинейная фильтрация и смежные вопросы / Р.Ш. Липцер, А.Н. Ширяев. – Москва : Наука, 1974: С. 271–289 чтение теории.

Тема 8. *Абсолютная непрерывность и сингулярность вероятностных мер.*

С темой можно ознакомиться в следующих источниках:

1. Липцер, Р.Ш. Статистика случайных процессов : нелинейная фильтрация и смежные вопросы / Р.Ш. Липцер, А.Н. Ширяев. – Москва : Наука, 1974: С. 239–270 чтение теории.

Тема 9. *Теорема Гирсанова.*

С темой можно ознакомиться в следующих источниках:

1. Липцер, Р.Ш. Статистика случайных процессов : нелинейная фильтрация и смежные вопросы / Р.Ш. Липцер, А.Н. Ширяев. – Москва : Наука, 1974: С. 271–289 чтение теории.

Тема 10. *Отношение правдоподобия и задачи статистики. Конструирование алгоритмов для задач статистики.*

С темой можно ознакомиться в следующих источниках:

1. Липцер, Р.Ш. Статистика случайных процессов : нелинейная фильтрация и смежные вопросы / Р.Ш. Липцер, А.Н. Ширяев. – Москва : Наука, 1974: С. 639–883 чтение теории.

2. Зубков, А.М. Сборник задач по теории вероятностей : учебное пособие для вузов / А.М. Зубков, Б.А. Севастьянов, В.П. Чистяков. – 2-е изд, испр. и доп. – М. : Наука, 1989. – 320 с. – ISBN 5-02-013949-1: С. 174–185 решение задач.

4) Раздел 4. Семимартингалы

Тема 11. *Мартингалы и локальные мартингалы. Разложение мартингалов.*

С темой можно ознакомиться в следующих источниках:

1. Липцер, Р.Ш. Статистика случайных процессов : нелинейная фильтрация и смежные вопросы / Р.Ш. Липцер, А.Н. Ширяев. – Москва : Наука, 1974: С. 46–90 чтение теории.

2. Миллер, Б.М. Теория случайных процессов в примерах и задачах [Электронный ресурс] / Б.М. Миллер, А.Р. Панков. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 320 с. – ISBN 978-5-9221-0206-3. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922102063.html>: С. 131–146 чтение теории, решение задач.

3. Бутов, А.А. Теория случайных процессов и ее дополнительные главы : учеб. пособие. Ч. 1 : Введение в стохастическое исчисление / А.А. Бутов. – Ульяновск : УлГУ, 2016. – 48 с. – URL: <ftp://10.2.96.134/Text/Butov.1.pdf>: С. 14–20 чтение теории, решение задач.

4. Коваленко, А.А. Написание и оформление курсовых и выпускных квалификационных работ : методические указания по написанию и оформлению курсовых и выпускных квалификационных работ для студентов, обучающихся по направлению «Прикладная математика и информатика» / А.А. Коваленко, О.Н. Щукина. – Ульяновск : УлГУ, 2013. – 41 с. – URL: <ftp://10.2.96.134/Text/kovalenko.pdf>.

Тема 12. *Основные мартингаловые неравенства (Дуба, Дэвиса, Ленгьяра-Реболledo).*

С темой можно ознакомиться в следующих источниках:

1. Липцер, Р.Ш. Статистика случайных процессов : нелинейная фильтрация и смежные вопросы / Р.Ш. Липцер, А.Н. Ширяев. – Москва : Наука, 1974: С. 46–90 чтение теории.

Тема 13. *Возрастающие процессы. Разложение Дуба-Мейера. Компенсаторы.*

С темой можно ознакомиться в следующих источниках:

1. Бутов, А.А. Теория случайных процессов : учеб. пособие / А.А. Бутов, К.О. Раводин. – Ульяновск : УлГУ, 2009. – 56 с. – URL: <ftp://10.2.96.134/Text/Butov2.pdf>: С. 9–16 чтение теории, решение задач.

2. Бутов, А.А. Теория случайных процессов и ее дополнительные главы : учеб. пособие. Ч. 1 : Введение в стохастическое исчисление / А.А. Бутов. – Ульяновск : УлГУ, 2016. – 48 с. – URL: <ftp://10.2.96.134/Text/Butov.1.pdf>: С. 14–24 чтение теории, решение задач.

3. Коваленко, А.А. Написание и оформление курсовых и выпускных квалификационных работ : методические указания по написанию и оформлению курсовых и выпускных квалификационных работ для студентов, обучающихся по направлению «Прикладная математика и информатика» / А.А. Коваленко, О.Н. Щукина. – Ульяновск : УлГУ, 2013. – 41 с. – URL: <ftp://10.2.96.134/Text/kovalenko.pdf>.

Тема 14. *Случайные меры. Целочисленные случайные меры. Пуассоновский процесс.*

С темой можно ознакомиться в следующих источниках:

1. Бутов, А.А. Теория случайных процессов : учеб. пособие / А.А. Бутов, К.О. Раводин. – Ульяновск : УлГУ, 2009. – 56 с. – URL: <ftp://10.2.96.134/Text/Butov2.pdf>: С. 24–28 чтение теории, решение задач.
2. Бутов, А.А. Теория случайных процессов и ее дополнительные главы : учеб. пособие. Ч. 1 : Введение в стохастическое исчисление / А.А. Бутов. – Ульяновск : УлГУ, 2016. – 48 с. – URL: <ftp://10.2.96.134/Text/Butov.1.pdf>: С. 41–44 чтение теории, решение задач.
3. Зубков, А.М. Сборник задач по теории вероятностей : учебное пособие для вузов / А.М. Зубков, Б.А. Севастьянов, В.П. Чистяков. – 2-е изд, испр. и доп. – М. : Наука, 1989. – 320 с. – ISBN 5-02-013949-1: С. 160–162 решение задач.
4. Каштанов, В.А. Случайные процессы : учебник и практикум для прикладного бакалавра – (Бакалавр. Прикладной курс). – ISBN 978-5-534-04482-9. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/437567>: С. 60–65 чтение теории, решение задач.
5. Коваленко, А.А. Написание и оформление курсовых и выпускных квалификационных работ : методические указания по написанию и оформлению курсовых и выпускных квалификационных работ для студентов, обучающихся по направлению «Прикладная математика и информатика» / А.А. Коваленко, О.Н. Щукина. – Ульяновск : УлГУ, 2013. – 41 с. – URL: <ftp://10.2.96.134/Text/kovalenko.pdf>.

Тема 15. *Представление семимартингалов.*

С темой можно ознакомиться в следующих источниках:

1. Бутов, А.А. Теория случайных процессов : учеб. пособие / А.А. Бутов, К.О. Раводин. – Ульяновск : УлГУ, 2009. – 56 с. – URL: <ftp://10.2.96.134/Text/Butov2.pdf>: С. 22–28 чтение теории, решение задач.
2. Бутов, А.А. Теория случайных процессов и ее дополнительные главы : учеб. пособие. Ч. 1 : Введение в стохастическое исчисление / А.А. Бутов. – Ульяновск : УлГУ, 2016. – 48 с. – URL: <ftp://10.2.96.134/Text/Butov.1.pdf>: С. 31–46 чтение теории, решение задач.
3. Коваленко, А.А. Написание и оформление курсовых и выпускных квалификационных работ : методические указания по написанию и оформлению курсовых и выпускных квалификационных работ для студентов, обучающихся по направлению «Прикладная математика и информатика» / А.А. Коваленко, О.Н. Щукина. – Ульяновск : УлГУ, 2013. – 41 с. – URL: <ftp://10.2.96.134/Text/kovalenko.pdf>.

5) Раздел 5. Вероятностные меры на \mathbb{D}

Тема 16. *Точечные процессы, мультивариантные процессы.*

С темой можно ознакомиться в следующих источниках:

1. Бутов, А.А. Теория случайных процессов : учеб. пособие / А.А. Бутов, К.О. Раводин. – Ульяновск : УлГУ, 2009. – 56 с. – URL: <ftp://10.2.96.134/Text/Butov2.pdf>: С. 9–13 чтение теории, решение задач.
2. Бутов, А.А. Теория случайных процессов и ее дополнительные главы : учеб. пособие. Ч. 1 : Введение в стохастическое исчисление / А.А. Бутов. – Ульяновск : УлГУ, 2016. – 48 с. – URL: <ftp://10.2.96.134/Text/Butov.1.pdf>: С. 28–31 чтение теории, решение задач.
3. Коваленко, А.А. Написание и оформление курсовых и выпускных квалификационных работ : методические указания по написанию и оформлению курсовых и выпускных квалификационных работ для студентов, обучающихся по направлению «Прикладная математика и информатика» / А.А. Коваленко, О.Н. Щукина. – Ульяновск : УлГУ, 2013. – 41 с. – URL: <ftp://10.2.96.134/Text/kovalenko.pdf>.

Тема 17. Семимартингалы и мера на D .

С темой можно ознакомиться в следующих источниках:

1. Бутов, А.А. Теория случайных процессов : учеб. пособие / А.А. Бутов, К.О. Раводин. – Ульяновск : УлГУ, 2009. – 56 с. – URL: <ftp://10.2.96.134/Text/Butov2.pdf>; С. 9–11 чтение теории.
2. Бутов, А.А. Теория случайных процессов и ее дополнительные главы : учеб. пособие. Ч. 1 : Введение в стохастическое исчисление / А.А. Бутов. – Ульяновск : УлГУ, 2016. – 48 с. – URL: <ftp://10.2.96.134/Text/Butov.1.pdf>; С. 14–22 чтение теории, решение задач.
3. Бутов, А.А. Теория вероятностей : для направлений бакалавриата ФМиИТ : учеб.-метод. пособие / А.А. Бутов. – Ульяновск : УлГУ, 2014. – 32 с.: С. 14–16 чтение теории.

6) Раздел 6. Марковские процессы

Тема 18. Марковские процессы и марковские семейства. Различные формы марковского свойства.

С темой можно ознакомиться в следующих источниках:

1. Карлин, С. Основы теории случайных процессов / С. Карлин; пер. с англ. В.В. Калашникова; под ред. И. Н. Коваленко. – М. : Мир, 1971: С. 37–70 чтение теории, решение задач.
2. Вентцель, Е.С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – Москва : Наука, 1991: С. 93–121 чтение теории.
3. Миллер, Б.М. Теория случайных процессов в примерах и задачах [Электронный ресурс] / Б.М. Миллер, А.Р. Панков. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 320 с. – ISBN 978-5-9221-0206-3. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922102063.html>; С. 83–97 чтение теории, решение задач.
4. Зубков, А.М. Сборник задач по теории вероятностей : учебное пособие для вузов / А.М. Зубков, Б.А. Севастьянов, В.П. Чистяков. – 2-е изд, испр. и доп. – М. : Наука, 1989. – 320 с. – ISBN 5-02-013949-1: С. 163–173 решение задач.
5. Каштанов, В.А. Случайные процессы : учебник и практикум для прикладного бакалавра – (Бакалавр. Прикладной курс). – ISBN 978-5-534-04482-9. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/437567>; С. 104–129 чтение теории, решение задач.

Тема 19. Марковские процессы с непрерывным временем. Свойства траекторий.

С темой можно ознакомиться в следующих источниках:

1. Карлин, С. Основы теории случайных процессов / С. Карлин; пер. с англ. В.В. Калашникова; под ред. И. Н. Коваленко. – М. : Мир, 1971: С. 198–260 чтение теории, решение задач.
2. Вентцель, Е.С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – Москва : Наука, 1991: С. 122–168 чтение теории.
3. Миллер, Б.М. Теория случайных процессов в примерах и задачах [Электронный ресурс] / Б.М. Миллер, А.Р. Панков. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 320 с. – ISBN 978-5-9221-0206-3. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922102063.html>; С. 247–263 чтение теории, решение задач.

Тема 20. Стационарные марковские процессы. Процесс Орнштейна-Уленбека.

С темой можно ознакомиться в следующих источниках:

1. Вентцель, Е.С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – Москва : Наука, 1991: С. 368–390 чтение теории.
2. Миллер, Б.М. Теория случайных процессов в примерах и задачах [Электронный ресурс] / Б.М. Миллер, А.Р. Панков. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 320 с. – ISBN 978-5-

9221-0206-3. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922102063.html>: С. 167–187 чтение теории, решение задач.

3. Коваленко, А.А. Написание и оформление курсовых и выпускных квалификационных работ : методические указания по написанию и оформлению курсовых и выпускных квалификационных работ для студентов, обучающихся по направлению «Прикладная математика и информатика» / А.А. Коваленко, О.Н. Щукина. – Ульяновск : УлГУ, 2013. – 41 с. – URL: <ftp://10.2.96.134/Text/kovalenko.pdf>.

Тема 21. *Результаты Колмогорова. Прямое и обратное уравнения.*

С темой можно ознакомиться в следующих источниках:

1. Вентцель, Е.С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – Москва : Наука, 1991: С. 121–133 чтение теории.

2. Каштанов, В.А. Случайные процессы : учебник и практикум для прикладного бакалавра – (Бакалавр. Прикладной курс). – ISBN 978-5-534-04482-9. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/437567>: С. 107–109 чтение теории, решение задач.