

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



подписано электронно-цифровой подписью

## Программа дисциплины

Методы анализа случайных данных Б1.В.ДВ.10

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Специальные радиотехнические системы

### Квалификация выпускника: бакалавр

### Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Колчев А.А.

---

## Рецензент(ы):

Акчурин А.Д.

## СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Акчурин А. Д.

Протокол заседания кафедры № от " " 201 г.

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК № от " " 201 Г

Регистрационный № 698419

## **Содержание**

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Колчев А.А. Кафедра радиоастрономии Отделение радиофизики и информационных систем , AAKolchev@kpfu.ru

## **1. Цели освоения дисциплины**

Сформировать современные представления и получить необходимые навыки по методам проведения эксперимента и наблюдений, измерения радиофизических величин, обработки и анализа данных наблюдений и экспериментальных данных, методам оценки статистических характеристик случайных процессов, определения ошибок оценок статистических характеристик

## **2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования**

Данная учебная дисциплина включена в раздел 'Б3.ДВ.5 Профессиональный' основной образовательной программы 011800.62 Радиофизика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля**

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность использовать базовые теоретические знания (в том числе по дисциплинам профилизации) для решения профессиональных задач
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способность применять на практике базовые профессиональные навыки
ОК-12 (общекультурные компетенции)	способность к правильному использованию общенациональной и специальной терминологии

В результате освоения дисциплины студент:

**1. должен знать:**

что такое случайный процесс, оценка параметров случайного процесса, что такое ошибки оценки, смысл параметров случайных процессов, смысл действий производимых при измерении параметров различных физических величин

**2. должен уметь:**

анализировать различные случайные процессы в природе и определять их характеристики; производить обработку данных, полученных в результате проведения эксперимента и наблюдений;

производить оценку статистических характеристик случайных данных и получаемых при этом ошибок.

**3. должен владеть:**

навыками в проведении измерений и статистической обработки оценок физических величин

**4. должен демонстрировать способность и готовность:**

ориентироваться в вопросах оценки статистических параметров данных, полученных в результате измерений.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: отсутствует в 7 семестре; зачет в 8 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	
1.	Тема 1. Общие сведения о процессах. Классификация процессов Случайные процессы. Классификация случайных процессов. Основные характеристики случайных процессов	7		8	0	0	Письменная работа
2.	Тема 2. Исследование статистических характеристик данных, полученных в экспериментах и наблюдениях. Этапы статистического исследования случайных данных. Шаги этапов исследования статистических характеристик данных.	7		10	0	0	Письменная работа
3.	Тема 3. Оценка и измерение статистических параметров данных, полученных в экспериментах и наблюдениях. Основные параметры случайных процессов. Характеристики ошибки оценки статистических параметров результатов измерений.	8		10	0	0	Письменная работа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	
4.	Тема 4. Методы и техника электрических измерений. Общие вопросы электрических измерений. Погрешности и классы точности измерительных приборов. Требования к измерениям. Измерение напряжения, силы тока, временных интервалов, частоты, фазовых сдвигов. Исследование формы напряжения.	8		8	0	0	Письменная работа
.	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	Зачет
	Итого			36	0	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Общие сведения о процессах. Классификация процессов Случайные процессы. Классификация случайных процессов. Основные характеристики случайных процессов**  
**лекционное занятие (8 часа(ов)):**

Аналоговые методы анализа корреляционной функции случайных процессов. Аналоговые методы анализа плотности вероятности случайных процессов. Аналоговые методы анализа спектральной плотности случайных процессов. Аналоговые методы анализа среднего квадрата случайных процессов. Аналоговые методы оценки плотности вероятности случайных процессов. Аналоговые методы спектрального анализа случайных процессов.

**Тема 2. Исследование статистических характеристик данных, полученных в экспериментах и наблюдениях. Этапы статистического исследования случайных данных. Шаги этапов исследования статистических характеристик данных.**

**лекционное занятие (10 часа(ов)):**

Детерминированные и стохастические процессы. Дискретизация случайных процессов. Истинное и РС усреднение. Квантование случайных процессов. Классификация детерминированных процессов. Классификация измерительных приборов. Классификация нестационарных случайных процессов. Классификация случайных процессов. Корреляционная функция случайных процессов, ошибки оценки. Корреляционный анализ с использованием знаковых функций. Косвенные методы оценки плотности вероятности.

**Тема 3. Оценка и измерение статистических параметров данных, полученных в экспериментах и наблюдениях. Основные параметры случайных процессов.**

**Характеристики ошибки оценки статистических параметров результатов измерений.**

**лекционное занятие (10 часа(ов)):**

Метод магнитной регистрации случайных процессов. Метод определения спектральной плотности мощности по Фурье преобразованию. Метод фильтрации оценки спектральной плотности мощности. Методы регистрации данных. Модуляция и ее роль при регистрации случайных процессов. Неравенство Бернштейна в применений к дискретизации случайных процессов. Ошибки дискретизации и квантования. Оценка погрешностей измерения спектральной плотности мощности. Оценка погрешностей измерения среднего квадрата процесса. Оценка спектральной плотности мощности методом знаковых функций. Ошибки оценки спектральной плотности мощности методом периодограммы. Ошибки оценок параметров случайных процессов. Плотность вероятности случайных процессов, ошибки оценки. Полоса пропускания фильтра при анализе случайных процессов.

**Тема 4. Методы и техника электрических измерений. Общие вопросы электрических измерений. Погрешности и классы точности измерительных приборов. Требования к измерениям. Измерение напряжения, силы тока, временных интервалов, частоты, фазовых сдвигов. Исследование формы напряжения.**

**лекционное занятие (8 часа(ов)):**

Принцип магнитной регистрации случайных процессов. Спектральная плотность случайных процессов. Спектральный анализ с использованием знаковых функций. Сравнение различных видов модуляции. Среднее значение квадрата процесса, оценки ошибки Тест периодичности случайных процессов. Тест эргодичности случайных процессов. Тренд и его исключение. Цель измерения и анализа случайных процессов. Цифровые методы оценки плотности вероятности случайных процессов.

#### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел дисциплины	Се-мestr	Неде-ля семе-стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Общие сведения о процессах. Классификация процессов Случайные процессы. Классификация случайных процессов. Основные характеристики случайных процессов	7		подготовка к письменной работе	8	Пись-мен-ная работа
2.	Тема 2. Исследование статистических характеристик данных, полученных в экспериментах и наблюдениях. Этапы статистического исследования случайных данных. Шаги этапов исследования статистических характеристик данных.	7		подготовка к письменной работе	10	Пись-мен-ная работа

N	Раздел дисциплины	Се-мestr	Неде-ля семе-стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Оценка и измерение статистических параметров данных, полученных в экспериментах и наблюдениях. Основные параметры случайных процессов. Характеристики ошибки оценки статистических параметров результатов измерений.	8		подготовка к письменной работе	10	Пись-мен-ная работа
4.	Тема 4. Методы и техника электрических измерений. Общие вопросы электрических измерений. Погрешности и классы точности измерительных приборов. Требования к измерениям. Измерение напряжения, силы тока, временных интервалов, частоты, фазовых сдвигов. Исследование формы напряжения.	8		подготовка к письменной работе	8	Пись-мен-ная работа
	Итого				36	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Активные и интерактивные формы проведения занятий (работа с современной реальной измерительной и регистрирующей радиоаппаратурой, аппаратными и программными средствами ПК, разбор конкретных ситуаций, объяснение результатов работы конкретных физических процессов и явлений).

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **Тема 1. Общие сведения о процессах. Классификация процессов Случайные процессы.**

#### **Классификация случайных процессов. Основные характеристики случайных процессов**

Письменная работа , примерные вопросы:

Вопросы к письменной работе Аналоговые методы анализа корреляционной функции случайных процессов. Аналоговые методы анализа плотности вероятности случайных процессов. Аналоговые методы анализа спектральной плотности случайных процессов. Аналоговые методы анализа среднего квадрата случайных процессов. Аналоговые методы оценки плотности вероятности случайных процессов. Аналоговые методы спектрального анализа случайных процессов.

### **Тема 2. Исследование статистических характеристик данных, полученных в экспериментах и наблюдениях. Этапы статистического исследования случайных данных. Шаги этапов исследования статистических характеристик данных.**

Письменная работа , примерные вопросы:

Вопросы к письменной работе Детерминированные и стохастические процессы. Дискретизация случайных процессов. Истинное и РС усреднение. Квантование случайных процессов. Классификация детерминированных процессов. Классификация измерительных приборов. Классификация нестационарных случайных процессов. Классификация случайных процессов. Корреляционная функция случайных процессов, ошибки оценки. Корреляционный анализ с использованием знаковых функций. Косвенные методы оценки плотности вероятности.

### **Тема 3. Оценка и измерение статистических параметров данных, полученных в экспериментах и наблюдениях. Основные параметры случайных процессов.**

#### **Характеристики ошибки оценки статистических параметров результатов измерений.**

Письменная работа , примерные вопросы:

Вопросы к письменной работе Метод магнитной регистрации случайных процессов. Метод определения спектральной плотности мощности по Фурье преобразованию. Метод фильтрации оценки спектральной плотности мощности. Методы регистрации данных. Модуляция и ее роль при регистрации случайных процессов. Неравенство Бернштейна в применении к дискретизации случайных процессов. Ошибки дискретизации и квантования. Оценка погрешностей измерения спектральной плотности мощности. Оценка погрешностей измерения среднего квадрата процесса. Оценка спектральной плотности мощности методом знаковых функций. Ошибки оценки спектральной плотности мощности методом периодограммы. Ошибки оценок параметров случайных процессов. Плотность вероятности случайных процессов, ошибки оценки. Полоса пропускания фильтра при анализе случайных процессов.

### **Тема 4. Методы и техника электрических измерений. Общие вопросы электрических измерений. Погрешности и классы точности измерительных приборов. Требования к измерениям. Измерение напряжения, силы тока, временных интервалов, частоты, фазовых сдвигов. Исследование формы напряжения.**

Письменная работа , примерные вопросы:

Вопросы к письменной работе Принцип магнитной регистрации случайных процессов. Спектральная плотность случайных процессов. Спектральный анализ с использованием знаковых функций. Сравнение различных видов модуляции. Среднее значение квадрата процесса, оценки ошибки Тест периодичности случайных процессов. Тест эргодичности случайных процессов. Тренд и его исключение. Цель измерения и анализа случайных процессов. Цифровые методы оценки плотности вероятности случайных процессов.

#### **Итоговая форма контроля**

зачет (в 8 семестре)

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы к зачету:

1. Аналоговые методы анализа корреляционной функции случайных процессов.
2. Аналоговые методы анализа плотности вероятности случайных процессов.
3. Аналоговые методы анализа спектральной плотности случайных процессов.
4. Аналоговые методы анализа среднего квадрата случайных процессов.
5. Аналоговые методы оценки плотности вероятности случайных процессов.
6. Аналоговые методы спектрального анализа случайных процессов.
7. Детерминированные и стохастические процессы.
8. Дискретизация случайных процессов.
9. Истинное и РС усреднение.
10. Квантование случайных процессов.
11. Классификация детерминированных процессов.
12. Классификация измерительных приборов.
13. Классификация нестационарных случайных процессов.
14. Классификация случайных процессов.
15. Корреляционная функция случайных процессов, ошибки оценки.
16. Корреляционный анализ с использованием знаковых функций.
17. Косвенные методы оценки плотности вероятности.
18. Метод магнитной регистрации случайных процессов.
19. Метод определения спектральной плотности мощности по Фурье преобразованию.
20. Метод фильтрации оценки спектральной плотности мощности.
21. Методы регистрации данных.
22. Модуляция и ее роль при регистрации случайных процессов.
23. Неравенство Бернштейна в применений к дискретизации случайных процессов. Ошибки дискретизации и квантования.
24. Оценка погрешностей измерения спектральной плотности мощности.
25. Оценка погрешностей измерения среднего квадрата процесса.
26. Оценка спектральной плотности мощности методом знаковых функций.
27. Ошибки оценки спектральной плотности мощности методом периодограммы.
28. Ошибки оценок параметров случайных процессов.
29. Плотность вероятности случайных процессов, ошибки оценки.
30. Полоса пропускания фильтра при анализе случайных процессов.
31. Принцип магнитной регистрации случайных процессов.
32. Спектральная плотность случайных процессов.
33. Спектральный анализ с использованием знаковых функций.
34. Сравнение различных видов модуляции.
35. Среднее значение квадрата процесса, оценки ошибки
36. Тест периодичности случайных процессов.
37. Тест эргодичности случайных процессов.
38. Тренд и его исключение.
39. Цель измерения и анализа случайных процессов.
40. Цифровые методы оценки плотности вероятности случайных процессов.

## 7.1. Основная литература:

Семаков, С.Л. Элементы теории вероятностей и случайных процессов [Электронный ресурс]: учеб. пособие. - Электрон. дан. - Москва: Физматлит, 2011. - 322 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5293>

Алдошин, Г.Т. Теория линейных и нелинейных колебаний [Электронный ресурс]: учеб. пособие. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2013. - 320 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4640>

Бородин, А.Н. Случайные процессы [Электронный ресурс] : учеб. пособие.- Электрон. дан. Санкт-Петербург : Лань, 2013. 640 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/12935>.

## 7.2. Дополнительная литература:

Общая теория статистики: Учебник / М.Р. Ефимова, Е.В. Петрова, В.Н. Румянцев. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ИНФРА-М, 2008. - 416 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-002179-9, 4000 экз. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=148693>

Теория вероятностей, математическая статистика и случайные процессы: Учебник / Кацман Ю.Я. - Томск:Изд-во Томского политех. университета, 2013. - 131 с.: ISBN 978-5-4387-0173-6

Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=673043>

Фальковский, О.И. Техническая электродинамика [Электронный ресурс] : учеб. Электрон. дан. Санкт-Петербург : Лань, 2009. ? 432 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/403.> ? Загл. с экрана.

## 7.3. Интернет-ресурсы:

Апроксимативный анализ случайных процессов: Монография. 2-е изд., перераб. и доп. - <http://window.edu.ru/resource/660/58660>

Методы анализа сложных сигналов: Учебное пособие - <http://window.edu.ru/resource/030/61030>

Моделирование и анализ случайных процессов: Лабораторный практикум. 2-е изд., перераб. и доп.Моделирование и анализ случайных процессов: Лабораторный практикум. 2-е изд., перераб. и доп. - <http://window.edu.ru/resource/662/58662>

Прикладной анализ случайных процессов: Монография - <http://window.edu.ru/resource/665/58665>

Структурно-спектральный анализ случайных процессов: Монография - <http://window.edu.ru/resource/181/69181>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Методы анализа случайных данных" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе " БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС " БиблиоРоссика " представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен студентам. Электронная библиотечная система "Консультант студента" предоставляет полнотекстовый доступ к современной учебной литературе по основным дисциплинам, изучаемым в медицинских вузах (представлены издания как чисто медицинского профиля, так и по естественным, точным и общественным наукам). ЭБС предоставляет вузу наиболее полные комплекты необходимой литературы в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов с соблюдением авторских и смежных прав.

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audi, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.03.03 "Радиофизика" и профилю подготовки Специальные радиотехнические системы .

Автор(ы):

Колчев А.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Акчурин А.Д. \_\_\_\_\_

"\_\_" 201\_\_ г.