

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт вычислительной математики и информационных технологий



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.

_____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины
Статистика случайных процессов Б1.В.ДВ.7

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Математическое моделирование

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Кареев И.А.

Рецензент(ы):

Гумеров Р.Н.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Турилова Е. А.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 942117

Казань
2017

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. Кареев И.А. кафедра математической статистики отделение прикладной математики и информатики , IAKareev@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целью курса является систематическое изучение основных понятий и методов статистики случайных процессов, которые используются в качестве математических моделей широкого круга явлений в технике, экономике, физике и других разделах естествознания. Особое внимание уделяется процедурам оценивания параметров и прогноза для стационарных и сводящихся к стационарным временных рядов.

Курс "Статистика случайных процессов" существенно опирается на многие разделы курсов "Теория вероятностей и математическая статистика", "Математический анализ", "Алгебра и геометрия", "Математические основы стохастики", "Функциональный анализ" и "Теория случайных процессов".

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.7 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.03.04 Прикладная математика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Дисциплина "Статистика случайных процессов" входит в вариативную часть подготовки бакалавра по направлению "Прикладная математика".

Логическая и содержательно - методическая взаимосвязь с другими дисциплинами и частями ООП выражается в следующем.

Курс "Статистика случайных процессов" существенно опирается на многие разделы курсов "Теория вероятностей и математическая статистика", "Математический анализ", "Алгебра и геометрия", "Математические основы стохастики", "Функциональный анализ" и "Теория случайных процессов".

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	готовность к самостоятельной работе
ОПК-2 (профессиональные компетенции)	способность использовать современные математические методы и современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- основные понятия и методы элементарной математики, математического анализа; теории вероятностей и математической статистики, алгебры и геометрии; математических основ стохастики; функционального анализа; теории случайных процессов.

2. должен уметь:

- вычислять вероятности элементарных событий;

- вычислять условные вероятности;
- находить основные характеристики случайных величин;
- использовать основные алгебраические тождества для преобразования алгебраических выражений;
- решать линейные и квадратичные уравнения и неравенства;
- находить интегралы и производные;
- доказывать математические утверждения;

3. должен владеть:

- методами теории вероятностей и математической статистики;
- теоретическими знаниями, связанными с классификацией случайных процессов и методами их исследования;
- основными принципами построения стохастических моделей при исследовании широкого круга задач физики, техники и экономики.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- понимать основные принципы построения и уточнения стохастических моделей при исследовании широкого круга задач физики, техники и экономики;
- обладать теоретическими знаниями, связанными с методами оценивания параметров, интерполяции, прогнозу и фильтрации случайных процессов;
- ориентироваться в современных математических методах статистики случайных процессов.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 7 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	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Модели авторегрессии и скользящего суммирования	7	1	0	0	3	Реферат

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Оценивание ковариационной функции	7	2	0	0	3	Реферат
3.	Тема 3. Статистические свойства периодограммы	7	3	0	0	9	Реферат
4.	Тема 4. Дискретное преобразование Фурье	7	4	0	0	3	Контрольная работа
5.	Тема 5. Оценивание спектральной плотности	7	5-7	0	0	3	Реферат
6.	Тема 6. Регулярные и сингулярные последовательности	7	8	0	0	3	Реферат
7.	Тема 7. Экстраполяция	7	9	0	0	3	Реферат
8.	Тема 8. Интерполяция	7	10	0	0	3	Реферат
9.	Тема 9. Фильтры	7	11-12	0	0	7	Реферат
10.	Тема 10. Линейные модели временных рядов	7	13-15	0	0	8	Реферат
11.	Тема 11. Прогнозирование временных рядов	7	16-18	0	0	9	Контрольная работа
.	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	Экзамен
	Итого			0	0	54	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Модели авторегрессии и скользящего суммирования

лабораторная работа (3 часа(ов)):

Спектральное представление последовательности второго порядка. Модели авторегрессии и скользящего суммирования. Линейные фильтры. Рациональные спектральные плотности. Представимость последовательности, имеющей спектральную плотность, моделью скользящего суммирования.

Тема 2. Оценивание ковариационной функции

лабораторная работа (3 часа(ов)):

Оценивание ковариационной функции. Необходимое и достаточное условие состоятельности оценки в нормальном случае.

Тема 3. Статистические свойства периодограммы

лабораторная работа (9 часа(ов)):

Оценивание спектральной функции плотности, статистические свойства периодограммы и типы окон.

Тема 4. Дискретное преобразование Фурье

лабораторная работа (3 часа(ов)):

Дискретное преобразование Фурье. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье.

Тема 5. Оценивание спектральной плотности

лабораторная работа (3 часа(ов)):

Состоятельные оценки спектральной плотности. Оценивание автокорреляции и взаимной корреляции. Коррелограммный метод оценки спектральной плотности. Периодограммные оценки спектральной плотности.

Тема 6. Регулярные и сингулярные последовательности

лабораторная работа (3 часа(ов)):

Регулярные и сингулярные последовательности. Разложение Вольда. Обновляющие последовательности. Регулярные последовательности и модель скользящего среднего.

Тема 7. Экстраполяция

лабораторная работа (3 часа(ов)):

Экстраполяция и примеры экстраполяции для сингулярных и регулярных случайных последовательностей.

Тема 8. Интерполяция

лабораторная работа (3 часа(ов)):

Интерполяция. Теорема Колмогорова. Примеры.

Тема 9. Фильтры

лабораторная работа (7 часа(ов)):

Фильтрация по всей наблюдаемой последовательности. Выделение сигнала из смеси с шумом. Общая задача фильтрации. Фильтр Калмана - Бьюси.

Тема 10. Линейные модели временных рядов

лабораторная работа (8 часа(ов)):

Линейные модели временных рядов. Процессы авторегрессии. Процессы скользящего среднего. Смешанные процессы. Примеры. Линейные нестационарные модели. Идентификация модели. Оценивание параметров.

Тема 11. Прогнозирование временных рядов

лабораторная работа (9 часа(ов)):

Прогнозирование. Вероятностные пределы прогнозов. Практика построения, подгонки модели и прогноза по выборочным данным.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Модели авторегрессии и скользящего суммирования	7	1	подготовка к реферату	4	реферат
2.	Тема 2. Оценивание ковариационной функции	7	2	подготовка к реферату	4	реферат
3.	Тема 3. Статистические свойства периодограммы	7	3	подготовка к реферату	4	реферат

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	Тема 4. Дискретное преобразование Фурье	7	4	подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
5.	Тема 5. Оценивание спектральной плотности	7	5-7	подготовка к реферату	12	реферат
6.	Тема 6. Регулярные и сингулярные последовательности	7	8	подготовка к реферату	4	реферат
7.	Тема 7. Экстраполяция	7	9	подготовка к реферату	4	реферат
8.	Тема 8. Интерполяция	7	10	подготовка к реферату	4	реферат
9.	Тема 9. Фильтры	7	11-12	подготовка к реферату	8	реферат
10.	Тема 10. Линейные модели временных рядов	7	13-15	подготовка к реферату	3	Реферат
11.	Тема 11. Прогнозирование временных рядов	7	16-18	подготовка к контрольной работе	3	Контрольная работа
	Итого				54	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Чтение лекций и лабораторные занятия по данной дисциплине проводятся традиционным способом.

При работе используется диалоговая форма ведения лекций и практических занятий с постановкой и решением проблемных задач, обсуждением дискуссионных моментов и т.д.

При проведении проверочных работ студентам предлагается ответить на некоторые теоретические вопросы по курсу лекций и решить задачи, содержащие элементы научных исследований, которые могут потребовать углубленной самостоятельной проработки теоретического материала.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине преподавателю рекомендуется использовать следующие ее формы:

- решение студентом самостоятельных задач обычной сложности, направленных на закрепление знаний и умений;
- выполнение индивидуальных заданий повышенной сложности, направленных на развитие у студентов научного мышления и инициативы.

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

Тема 1. Модели авторегрессии и скользящего суммирования

реферат , примерные темы:

Изложение определения и основных свойств случайных последовательностей авторегрессии и скользящего среднего. Описание линейных фильтров и их связи с последовательностями скользящего среднего.

Тема 2. Оценивание ковариационной функции

реферат , примерные темы:

Изложение описания оценок ковариационной функции, приведение необходимых и достаточных условий её состоятельности для нормального случая.

Тема 3. Статистические свойства периодограммы

реферат , примерные темы:

Изложение понятий периодограммы и окон, различные формы их записи.

Тема 4. Дискретное преобразование Фурье

контрольная работа , примерные вопросы:

Решение теоретических задач по прошедшим темам и краткое изложение дискретного преобразования Фурье.

Тема 5. Оценивание спектральной плотности

реферат , примерные темы:

Изложение способа оценивания спектральной функции плотности с помощью периодограммы. Изложение способов оценивания автокорреляции и взаимной корреляции.

Тема 6. Регулярные и сингулярные последовательности

реферат , примерные темы:

Изложение определений регулярной и сингулярной последовательностей, изложение разложения Вольда последовательностей на регулярную и сингулярную компоненты.

Тема 7. Экстраполяция

реферат , примерные темы:

Изложение определения задачи экстраполяции и основных результатов, касающихся её оценок. Приведения примера экстраполяции для регулярных и сингулярных последовательностей.

Тема 8. Интерполяция

реферат , примерные темы:

Изложение определения задачи интерполяции и теоремы Колмогорова.

Тема 9. Фильтры

реферат , примерные темы:

Изложение определения задачи фильтрации. Изложение решения для частного случая - задачи выделения сигнала из смеси с шумом. Рассмотрение фильтра Калмана-Бьюси.

Тема 10. Линейные модели временных рядов

Реферат , примерные вопросы:

Изложения описания линейных моделей временных рядов, задачи идентификации модели и оценивания параметров.

Тема 11. Прогнозирование временных рядов

Контрольная работа , примерные вопросы:

Решение теоретических задач по пройденным темам и краткое изложение основных результатов, касающихся прогнозирования временных рядов, подгонки модели и прогнозирования по выборочным данным.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Всего по текущей работе студент может набрать 50 баллов, в том числе:

контрольные работы - всего 50 баллов.

Вопросы и задания к экзамену:

1. Критерии состоятельности оценки ковариационной функции стационарного случайного процесса в гауссовском случае.
2. Статистические свойства периодограммы.

3. Состоятельные оценки спектральной плотности стационарной последовательности.
4. Регулярные и сингулярные последовательности. Разложение Вольда.
5. Стационарные последовательности. Экстраполяция (прогноз).
6. Линейные фильтры. Следствия спектральной теоремы. Спектральные плотности основных моделей.
7. Белый шум. AP-, CC-, APCC-последовательности.
8. Теорема о представлении последовательности, имеющей спектральную плотность, в виде CC-последовательности.
9. Стационарные последовательности. Общая задача фильтрации.
10. Оценивание ковариационной функции стационарного процесса второго порядка. Несмещенность, состоятельность.
11. Построить оптимальную линейную оценку для задачи пропущенного наблюдения в стационарной последовательности.
12. Построить оптимальный линейный прогноз стационарной последовательности при известной спектральной плотности и найти его ошибку.
13. Решить задачу представления в виде AP обратимой последовательности CC.
14. Найти связь между параметрами последовательности CC и значениями её ковариационной функцией.
15. Найти связь между параметрами последовательности AP и значениями её ковариационной функцией.

7.1. Основная литература:

1. Бородин А.Н. Случайные процессы. - СПб.: "Лань", 2013. - 640 с.
ЭБС "Лань": <http://e.lanbook.com/view/book/12935/>
2. Хрущева И.В., Щербаков В.И., Леванова Д.С. Основы математической статистики и теории случайных процессов. - СПб.: "Лань", 2009. - 336 с.
ЭБС "Лань": <http://e.lanbook.com/view/book/426/>
3. Коралов Л.Б., Синай Я.Г. Теория вероятностей и случайные процессы. - М.: МЦНМО, 2013. - 408 с.
ЭБС "Лань": <http://e.lanbook.com/view/book/56404/>
4. Миллер Б.М., Панков А.Р. Теория случайных процессов в примерах и задачах. - М.: Физматлит, 2007. - 320 с.
ЭБС "Лань": <http://e.lanbook.com/view/book/48168/>

7.2. Дополнительная литература:

1. Шихеева В.В. Теория случайных процессов: марковские цепи. - М.: МИСиС, 2013. - 70 с.
ЭБС "Лань": <http://e.lanbook.com/view/book/47483/>
2. Кельберт М.Я., Сухов Ю.М. Вероятность и статистика в примерах и задачах. Т.2: Марковские цепи как отправная точка теории случайных процессов и их приложения. - М.: МЦНМО, 2010. - 560 с.
ЭБС "Лань": <http://e.lanbook.com/view/book/9354/>
3. Соколов Г.А. Теория случайных процессов для экономистов. - М.: Физматлит, 2010. - 208 с.
ЭБС "Лань": <http://e.lanbook.com/view/book/59535/>
4. Свешников А.А. Прикладные методы теории марковских процессов. - СПб.: Лань, 2007. - 192 с.
ЭБС "Лань": http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=590

Автор(ы):

Кареев И.А. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Гумеров Р.Н. _____

"__" _____ 201__ г.