

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



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины
Последовательный анализ БЗ.ДВ.2

Направление подготовки: 010400.62 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Теория вероятностей и математическая статистика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Халиуллин С.Г.

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 926415

Казань
2015

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) Халиуллин С.Г. кафедра математической статистики отделение прикладной математики и информатики ,
Samig.Haliullin@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 " Б3.ДВ.2 Профессиональный" основной образовательной программы 010400.62 Прикладная математика и информатика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Дисциплина "Статистика случайных процессов" входит в базовую часть математического и естественнонаучного цикла подготовки магистра по направлению "Прикладная математика и информатика".

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 |
|--|--|
| ПК-1 (профессиональные компетенции) | способность демонстрации общенаучных базовых знаний естественных наук, математики и информатики, понимание основных фактов, концепций, принципов теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой |
| ПК-2 (профессиональные компетенции) | способность приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии |
| ПК-8 (профессиональные компетенции) | способность формировать суждения о значении и последствиях своей профессиональной деятельности с учетом социальных, профессиональных и этических позиций |
| ПК-9 (профессиональные компетенции) | способность приобретать и использовать организационно-управленческие навыки в профессиональной и социальной деятельности |

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 4 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 | 1-2 | 0 | 6 | 0 | реферат |
| 2. | Тема 2. Оценивание ковариационной функции | 7 | 2 | 0 | 3 | 0 | реферат |
| 3. | Тема 3. Статистические свойства периодограммы | 7 | 3 | 0 | 3 | 0 | реферат |
| 4. | Тема 4. Дискретное преобразование Фурье | 7 | 3-4 | 0 | 6 | 0 | контрольная работа |
| 5. | Тема 5. Оценивание спектральной плотности | 7 | 4-7 | 0 | 6 | 0 | реферат |
| 6. | Тема 6. Регулярные и сингулярные последовательности | 7 | 7-8 | 0 | 6 | 0 | реферат |
| 7. | Тема 7. Экстраполяция | 7 | 8-9 | 0 | 6 | 0 | реферат |
| 8. | Тема 8. Интерполяция | 7 | 9 | 0 | 3 | 0 | реферат |
| 9. | Тема 9. Фильтры | 7 | 10-12 | 0 | 6 | 0 | реферат |
| 10. | Тема 10. Линейные модели временных рядов | 7 | 13-15 | 0 | 3 | 0 | реферат |
| 11. | Тема 11. Прогнозирование временных рядов | 7 | 15-18 | 0 | 6 | 0 | контрольная работа |
| | Тема . Итоговая форма контроля | 7 | | 0 | 0 | 0 | экзамен |
| | Итого | | | 0 | 54 | 0 | |

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Модели авторегрессии и скользящего суммирования

практическое занятие (6 часа(ов)):

Модели авторегрессии и скользящего суммирования. 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

практическое занятие (3 часа(ов)):

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

Тема 3. Статистические свойства периодограммы

практическое занятие (3 часа(ов)):

Статистические свойства периодограммы. Статистические свойства периодограммы.

Тема 4. Дискретное преобразование Фурье

практическое занятие (6 часа(ов)):

Дискретное преобразование Фурье Дискретное преобразование Фурье. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье.

Тема 5. Оценивание спектральной плотности

практическое занятие (6 часа(ов)):

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

Тема 6. Регулярные и сингулярные последовательности

практическое занятие (6 часа(ов)):

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

Тема 7. Экстраполяция

практическое занятие (6 часа(ов)):

Экстраполяция Экстраполяция как приближенный метод нахождения неизвестных значений величины на основе уже известных. Примеры.

Тема 8. Интерполяция

практическое занятие (3 часа(ов)):

Интерполяция. Интерполяция как нахождение значения некоторой функции, заданной в ряде точек, чтобы предсказать значения функции между ними. Теорема Колмогорова. Примеры.

Тема 9. Фильтры

практическое занятие (6 часа(ов)):

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

Тема 10. Линейные модели временных рядов

практическое занятие (3 часа(ов)):

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

Тема 11. Прогнозирование временных рядов

практическое занятие (6 часа(ов)):

Прогнозирование временных рядов. 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 | 1-2 | изучение дополнительной литературы | 6 | реферат |
| 2. | Тема 2. Оценивание ковариационной функции | 7 | 2 | изучение дополнительной литературы | 3 | реферат |

| N | Раздел Дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|-----|---|---------|--------------------|--|---------------------------|---|
| 3. | Тема 3. Статистические свойства периодограммы | 7 | 3 | изучение дополнительной литературы | 3 | реферат |
| 4. | Тема 4. Дискретное преобразование Фурье | 7 | 3-4 | изучение дополнительной литературы | 6 | контрольная работа |
| 5. | Тема 5. Оценивание спектральной плотности | 7 | 4-7 | изучение дополнительной литературы | 6 | реферат |
| 6. | Тема 6. Регулярные и сингулярные последовательности | 7 | 7-8 | изучение дополнительной литературы | 6 | реферат |
| 7. | Тема 7. Экстраполяция | 7 | 8-9 | изучение дополнительной литературы | 6 | реферат |
| 8. | Тема 8. Интерполяция | 7 | 9 | изучение дополнительной литературы | 3 | реферат |
| 9. | Тема 9. Фильтры | 7 | 10-12 | изучение дополнительной литературы | 6 | реферат |
| 10. | Тема 10. Линейные модели временных рядов | 7 | 13-15 | изучение дополнительной литературы | 3 | реферат |
| 11. | Тема 11. Прогнозирование временных рядов | 7 | 15-18 | изучение дополнительной литературы | 6 | контрольная работа |
| | Итого | | | | 54 | |

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Чтение лекций по данной дисциплине проводится традиционным способом.

Студентам предоставляется возможность для самоподготовки и подготовки к экзамену использовать электронный вариант конспекта лекций, подготовленный преподавателем в соответствии с планом лекций.

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

При проведении коллоквиумов 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:

Линейные стационарные модели.

Тема 2. Оценивание ковариационной функции

реферат , примерные темы:

Свойства автокорреляционной и авторегрессионной функций.

Тема 3. Статистические свойства периодограммы

реферат , примерные темы:

Свойства и оценивание периодограммы.

Тема 4. Дискретное преобразование Фурье

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Для чего применяется преобразование Фурье? 2. Какие свойства временного ряда позволяют применять преобразование Фурье? 3. Как находятся коэффициенты преобразования Фурье?

Тема 5. Оценивание спектральной плотности

реферат , примерные темы:

Свойства и оценивание спектральной плотности.

Тема 6. Регулярные и сингулярные последовательности

реферат , примерные темы:

Определение и свойства последовательностей случайных величин - регулярность и сингулярность.

Тема 7. Экстраполяция

реферат , примерные темы:

Экстраполяция временного ряда.

Тема 8. Интерполяция

реферат , примерные темы:

Интерполяция временного ряда.

Тема 9. Фильтры

реферат , примерные темы:

Фильтр Кальмана-Бьюси.

Тема 10. Линейные модели временных рядов

реферат , примерные темы:

Авторегрессионные модели и модели скользящего среднего. Условия стационарности, поведение авторегрессионной функции, оценка параметров и прогнозирование.

Тема 11. Прогнозирование временных рядов

контрольная работа, примерные вопросы:

1. Что такое прогноз? 2. Прогнозирование с помощью линейных стационарных моделей. 3. Оценка ошибки прогноза. 4. Подправление прогноза.

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.

Студент допускается к экзамену, если он набрал по текущей работе не менее 28 баллов. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет половину от максимального.

Вопросы к экзамену.

1. Две основные цели
2. Идентификация модели временных рядов
3. Систематическая составляющая и случайный шум
4. Два общих типа компонент временных рядов
5. Анализ тренда
6. Анализ сезонности
7. АРСС (Бокс и Дженкинс) и автокорреляции
8. Два основных процесса
9. Модель АРСС
10. Идентификация
11. Оценивание параметров
12. Оценивание модели
13. Экспоненциальное сглаживание
14. Простое экспоненциальное сглаживание
15. Выбор лучшего значения параметра α (альфа)
16. Индексы качества подгонки
17. Сезонная и несезонная модели с трендом или без тренда
18. Одномерный анализ Фурье
19. Результаты для каждой переменной
20. Спектральный анализ - Основные понятия и принципы
21. Частота и период
22. Периодограмма
23. Косинус-сглаживание
24. Быстрое преобразование Фурье
25. Вычисление БПФ во временных рядах

7.1. Основная литература:

1. Ширяев, Альберт Николаевич.

Вероятность : [В 2-х кн.] / А. Н. Ширяев .? Москва : МЦНМО, 2004. [Кн. 2]: Суммы и последовательности случайных величин - стационарные, мартингалы, марковские цепи .? Издание 3-е, переработанное и дополненное .? Москва : МЦНМО, 2004 .? 408 с.

2. Ширяев А. Н. Вероятность - 2. - [В 2-х кн.] / А. Н. Ширяев. ?Москва: МЦНМО, 2007. - 416 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=9449

3. Вентцель, Елена Сергеевна (1907-2002) .

Теория случайных процессов и ее инженерные приложения : учебное пособие для студентов высших технических учебных заведений / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров .? 5-е изд., стер. ? Москва : КноРус, 2011 .? 441 с.

4. Семаков, Сергей Львович. Элементы теории вероятностей и случайных процессов: учебное пособие для студентов высших учебных заведений по направлению "Прикладная математика и физика" / С. Л. Семаков. ?Москва: Физматлит, 2011. ?231 с.

5. Бородин А.Н. Элементарный курс теории вероятностей и математической статистики. - СПб.: Лань, 2011. - 256с. ЭБС "Лань": http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2026

6. Боровков А.А. Математическая статистика. - СПб.: Лань, 2010. - 704 с. ЭБС "Лань": http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3810

7. Свешников А.А. Прикладные методы теории вероятностей.- СПб.: Лань, 2012. - 480 с. ЭБС "Лань": http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3184

8. 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

9. Свешников А.А. Прикладные методы теории случайных функций.- СПб.: Лань, 2011. - 464 с. ЭБС "Лань": http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=656

7.2. Дополнительная литература:

1. Андронов, Александр Михайлович. Теория вероятностей и математическая статистика: [учеб. для вузов] / А.М. Андронов, Е.А. Копытов, Л.Я. Гринглаз. ?Москва и др.: Питер, 2004. ?460 с. (5 экз)

2. Кремер, Наум Шевелевич. Теория вероятностей и математическая статистика = Probability theory and mathematical statistics: учеб. для студентов вузов, обучающихся по экон. спец. / Н.Ш. Кремер. ?2-е изд., перераб. и доп.. ?Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2006. ?573 с. (5 экз)

3. Боровков, Александр Алексеевич. Математическая статистика / А.А.Боровков. - М.:Физматлит, 2007. - 703с.

7.3. Интернет-ресурсы:

контрольная работа -

http://www.coolreferat.com/%D0%90%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7_%D0%B2%D1%80

курс лекций - http://chaos.phys.msu.ru/loskutov/PDF/Lectures_time_series_analysis.pdf

учебник -

http://baguzin.ru/wp/wp-content/uploads/2013/09/%D0%90%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7_%D0%B2%D1%80

учебное пособие - <http://www.bestreferat.ru/referat-208334.html>

электронный учебник - <http://www.statsoft.ru/home/textbook/modules/sttimser.html>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Последовательный анализ" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

занятия проводятся как в обычной аудитории, так и в компьютерном классе

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 010400.62 "Прикладная математика и информатика" и профилю подготовки Теория вероятностей и математическая статистика .

Автор(ы):

Халиуллин С.Г. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Гумеров Р.Н. _____

"__" _____ 201__ г.