

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Макаренко Елена Николаевна

Должность: Ректор

Дата подписания: 29.10.2024 10:15:39

Уникальный программный идентификатор: c098bc0c1041cb2a4cf926cf171d6715d99a6ae00adc8e27b55cbe1e2dbd7c78

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Ростовский государственный экономический
университет (РИНХ)»

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института магистратуры

Иванова Е.А.

« 09 » июня 2024 г.

**Рабочая программа дисциплины
Анализ временных рядов**

Направление 01.04.02 Прикладная математика и информатика
магистерская программа 01.04.02.04 "Искусственный интеллект:
математические модели и прикладные решения"

Для набора 2024 года

Квалификация
Магистр

Составители программы:

Чувеньков А.Ф, к.ф-м.н., доцент кафедры прикладной математики и технологий искусственного интеллекта.

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины (модуля): изучение математико-статистических методов анализа, предназначенных для выявления структуры временных рядов и для их прогнозирования.

Задачи:

- Освоить методы регрессионного анализа
- Освоить методы прогнозирования будущих значений временного ряда

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

2.1. Учебная дисциплина (модуль) Анализ временных рядов относится к обязательной части блока дисциплин (модулей) и является обязательной дисциплиной.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины студенту достаточно знаний, полученных в ходе изучения дисциплин: теория вероятностей, математическая статистика, линейная алгебра, математический анализ, методы оптимизации.

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: подготовка и защита ВКР.

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО 3++ по направлению подготовки: 01.04.02 «Прикладная математика и информатика».

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

| Компетенция | Индикаторы компетенций | Результаты обучения |
|--|---|--|
| ОПК-5. Способен разрабатывать алгоритмы и программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта | ОПК-5.1. Применяет инструментальные среды, программно-технические платформы для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта | ОПК-5.1. З-1. Знает инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач ОПК-5.1. У-1. Умеет применять инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач |
| | ОПК-5.2. Разрабатывает оригинальные программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта | ОПК-5.2. З-1. Знает принципы разработки оригинальных программных средств для решения профессиональных задач ОПК-5.2. У-1. Умеет разрабатывать оригинальные программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта |

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов

Форма отчетности: зачёт

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

| № п/п | Раздел дисциплины/темы | Семестр | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах) | | | | Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации |
|-------|--|---------|--|------------------------------------|----------------------|------------------------|--|
| | | | Контактная работа преподавателя с обучающимися | | | Самостоятельная работа | |
| | | | Лекции | Семинарские (практические занятия) | Лабораторные занятия | | |
| 1. | Временные ряды и случайные процессы. | 3 | | | 1 | 15 | Л.Р. №1. |
| 2. | Вероятностное описание временного ряда. | 3 | | | 1 | 15 | Л.Р. №2. |
| 3. | Автоковариационная и автокорреляционная функции. Декомпозиция временного ряда, тренд, сезонная и циклическая компоненты. | 3 | | | 3 | 15 | Л.Р. №3. |
| 4. | Элементы кластерного анализа. Метод k-средних. | 3 | | | 3 | 15 | Л.Р. №4. |
| 5. | Линейные стохастические модели. Модель скользящего среднего MA, авторегрессионная модель AR. | 3 | | | 1 | 15 | Л.Р. №5. |
| 6. | Модель авторегрессии и скользящего среднего ARMA и интегральная модель ARIMA. | 3 | | | 1 | 15 | Л.Р. №6. |

| № п/п | Раздел дисциплины/темы | Семестр | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах) | | | | Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации |
|-------|---|---------|--|------------------------------------|----------------------|------------------------|--|
| | | | Контактная работа преподавателя с обучающимися | | | Самостоятельная работа | |
| | | | Лекции | Семинарские (практические занятия) | Лабораторные занятия | | |
| 7. | Оценивание параметров на основе метода максимального правдоподобия. | 3 | | | 2 | 15 | Л.Р. №7. |
| 8. | Прогнозирование в линейных моделях. | 3 | | | 2 | 15 | Л.Р. №8. |
| 9. | Нелинейные стохастические условно-гауссовские модели ARCH и GARCH. | 3 | | | 2 | 16 | Л.Р. №9. |
| 10. | Модели стохастической волатильности. Применение технологий искусственного интеллекта для анализа временных рядов. | 3 | | | 2 | 16 | Л.Р. №10. |
| | Итого часов | 3 | 6 | | 18 | 152 | |

4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

| Семестр | Название раздела, темы | Самостоятельная работа обучающихся | | | Оценочное средство | Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы |
|---------|--------------------------------------|--|------------------|------------------------|--------------------|--|
| | | Вид самостоятельной работы | Сроки выполнения | Затраты времени (час.) | | |
| 3 | Модели GARCH, EGARCH, TGARCH, HARCH. | Изучение учебной и научной литературы. | 01.09.-01.11. | 64 | ФОС | П.VII |

| Семестр | Название раздела, темы | Самостоятельная работа обучающихся | | | Оценочное средство | Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы |
|---|---|--|------------------|------------------------|--------------------|--|
| | | Вид самостоятельной работы | Сроки выполнения | Затраты времени (час.) | | |
| 3 | Модели динамического хаоса. Нелинейные хаотические модели. Проблематика различности «хаотических» и «стохастических» последовательностей. | Изучение учебной и научной литературы. | 01.11-25.12 | 65 | ФОС | П. VII |
| Общая трудоемкость самостоятельной работы по дисциплине (час) | | | | 129 | ФОС | П. VII |
| Бюджет времени самостоятельной работы, предусмотренный учебным планом для данной дисциплины (час) | | | | 129 | ФОС | П. VII |

4.3 Содержание учебного материала

1. Временные ряды и случайные процессы.
2. Вероятностное описание временного ряда.
3. Автоковариационная и автокорреляционная функции. Декомпозиция временного ряда, тренд, сезонная и циклическая компоненты.
4. Элементы кластерного анализа. Метод k-средних.
5. Линейные стохастические модели. Модель скользящего среднего MA, авторегрессионная модель AR.
6. Модель авторегрессии и скользящего среднего ARMA и интегральная модель ARIMA.
7. Оценивание параметров на основе метода максимального правдоподобия.
8. Прогнозирование в линейных моделях.
9. Нелинейные стохастические условно-гауссовские модели ARCH и GARCH.
10. Модели стохастической волатильности.

4.4 Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение

1. Модели EGARCH, TGARCH, HARCH.
2. Модели динамического хаоса. Нелинейные хаотические модели. Проблематика различимости «хаотических» и «стохастических» последовательностей.

IV. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Наименование тем занятий с использованием активных форм обучения:

| № | Тема занятия | Вид занятия | Форма / Методы интерактивного обучения | Кол-во часов |
|-------------|---|-------------|--|--------------|
| 1 | Оценивание параметров на основе метода максимального правдоподобия. | лекция | Анализ ситуаций и имитационных моделей | 4 |
| 2 | Прогнозирование в линейных моделях. | лекция | Анализ ситуаций и имитационных моделей | 4 |
| Итого часов | | | | 8 |

V. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) представляет собой комплект оценочных материалов для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся и оформляется в виде приложения к рабочей программе дисциплины (модуля).

VI. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Основная литература.

Кизбикенов, К. О. Прогнозирование и временные ряды : учебное пособие / К. О. Кизбикенов. — Барнаул : АлтГПУ, 2017. — 115 с. — ISBN 978-5-88210-869-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112174> (дата обращения: 10.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.2. Дополнительная литература.

1. Долгий Ю. Ф. Математические модели динамических систем с запаздыванием / Ю.Ф. Долгий; П.Г. Сурков - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2012. - 122 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=239533>
2. Цирлин А. М. Математические модели и оптимальные процессы в макросистемах / А.М. Цирлин -М.|Берлин: Директ-Медиа, 2015. -500 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427333>

7.3. Список авторских методических разработок.

Белявский Г.И., Данилова Н.В. Линейные и нелинейные модели финансовых индексов. Южный федеральный университет, 2015. <http://library.sfedu.ru>

7.4. Периодические издания.

1. СИБИРСКИЙ ЖУРНАЛ ИНДУСТРИАЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ
2. АУДИТ И АНАЛИЗ

7.5. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебно-лабораторное оборудование.

При проведении дисциплины учащиеся должны быть обеспечены:

1. Лекционной аудиторией с мультимедийным презентационным оборудованием для демонстрации презентаций и иллюстративного материала.
2. Аудиторией для лабораторных занятий с аппаратными и программными средствами в соответствии с реализуемой учебной тематикой.

8.2. Программное обеспечение.

Microsoft Windows, Microsoft Office, Среда программирования Pascal ABC (<http://pascalabc.net/ssyilki-dlya-skachivaniya>), MathCAD, Deductor, Econometric Views.

8.3. Технические и электронные средства.

VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические указания приведены в учебных пособиях, перечисленных в разделе VII.

IX. УЧЕБНАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Учебная карта дисциплины (модуля) оформлена в виде приложения к рабочей программе дисциплины (модуля).

УЧЕБНАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Анализ временных рядов

Трудоемкость: 5 зач. ед.

Форма промежуточной аттестации: зачёт

Курс 2, семестр 3

Код и наименование направления подготовки (специальности):

Направление подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика

| № | Виды контрольных мероприятий | Текущий контроль | | Рубежный контроль |
|----|--|------------------|--|-------------------|
| | Модуль 1. Линейные модели. | 0 | | 50 |
| 1. | Лабораторные работы №1-5. | 0 | | 50 |
| | Модуль 2. Нелинейные модели. | 0 | | 50 |
| 2. | Лабораторные работы №6-10. | 0 | | 50 |
| | Всего | 0 | | 100 |
| | Бонусные баллы | 0 | | |
| | Промежуточная аттестация в форме зачёта | | | |

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)»
Институт магистратуры
Кафедра фундаментальной и прикладной математики

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)
АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ**

Код и наименование направления подготовки/специальности:
01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

Уровень образования:
Магистратура

Магистерская программа:
«Искусственный интеллект: математические модели и прикладные решения»

Форма обучения:
Очно-заочная

Ростов-на-Дону, 2024

ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ, ФОРМИРУЕМЫХ ДИСЦИПЛИНОЙ

Анализ временных рядов

| Код компетенции | Формулировка компетенции |
|-----------------|---|
| 1 | 2 |
| ОПК-5 | Способен разрабатывать алгоритмы и программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта |

ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Анализ временных рядов

| № п/п | Контролируемые разделы дисциплины* | Код контролируемой компетенции | Наименование оценочного средства** |
|-------|--|---|------------------------------------|
| 1. | Временные ряды и случайные процессы. Вероятностное описание временного ряда. Автоковариационная и автокорреляционная функции. Декомпозиция временного ряда, тренд, сезонная и циклическая компоненты. Элементы кластерного анализа. Метод k-средних. | ОПК-5.1. Применяет инструментальные среды, программно-технические платформы для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта | Лабораторные работы 1-5. |
| 2. | Линейные стохастические модели. Модель скользящего среднего MA, авторегрессионная модель AR. Модель авторегрессии и скользящего среднего ARMA и интегральная модель ARIMA. Оценивание параметров на основе метода максимального правдоподобия. Прогнозирование в линейных моделях. Нелинейные стохастические условно-гауссовские модели ARCH и GARCH. Модели стохастической волатильности. | ОПК-5.2. Разрабатывает оригинальные программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта | Лабораторные работы 6-10. |

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)»
Факультет компьютерных технологий и защиты информации
Кафедра фундаментальной и прикладной математики

Лабораторные работы

по дисциплине Анализ временных рядов.

Для проведения лабораторных работ по дисциплине Анализ временных рядов могут использоваться различные пакеты.

Лабораторная работа №1. «Временные ряды и случайные процессы»

Даны значения временного ряда. Найти выборочное среднее значение. Найти выборочную дисперсию значений.

Критерии оценки.

10 баллов – задание выполнено полностью и правильно

6-9 баллов – задание выполнено полностью, присутствуют ошибки в расчётах, которые студент может устранить по требованию преподавателя

1-5 баллов – задание выполнено неполностью; либо полностью, но присутствуют ошибки в расчётах, которые студент не может устранить по требованию преподавателя

0 баллов – работа отсутствует.

Лабораторная работа №2. «Вероятностное описание временного ряда»

Даны значения временных рядов, отражающих доходности 10 фирм. Найти выборочную ковариационную матрицу.

Критерии оценки.

10 баллов – задание выполнено полностью и правильно

6-9 баллов – задание выполнено полностью, присутствуют ошибки в расчётах, которые студент может устранить по требованию преподавателя

1-5 баллов – задание выполнено неполностью; либо полностью, но присутствуют ошибки в расчётах, которые студент не может устранить по требованию преподавателя

0 баллов – работа отсутствует.

Лабораторная работа №3. «Автоковариационная и автокорреляционная функции. Декомпозиция временного ряда, тренд, сезонная и циклическая компоненты»

Даны значения временного ряда. Разделить их на два кластера, используя метод максимального правдоподобия.

Критерии оценки.

10 баллов – задание выполнено полностью и правильно

6-9 баллов – задание выполнено полностью, присутствуют ошибки в расчётах, которые студент может устранить по требованию преподавателя

1-5 баллов – задание выполнено неполностью; либо полностью, но присутствуют ошибки в расчётах, которые студент не может устранить по требованию преподавателя

0 баллов – работа отсутствует.

Лабораторная работа №4. «Элементы кластерного анализа. Метод k-средних»

Даны значения временного ряда. Разделить их на два кластера, используя метод k-средних.

Критерии оценки.

10 баллов – задание выполнено полностью и правильно

6-9 баллов – задание выполнено полностью, присутствуют ошибки в расчётах, которые студент может устранить по требованию преподавателя

1-5 баллов – задание выполнено неполностью; либо полностью, но присутствуют ошибки в расчётах, которые студент не может устранить по требованию преподавателя

0 баллов – работа отсутствует.

Лабораторная работа №5. «Линейные стохастические модели. Модель скользящего среднего MA, авторегрессионная модель AR»

Построить график компьютерной реализации последовательности $h = (h_n)$, подчиняющейся $MA(1)$ -модели с $h_n = \mu + b_1 \varepsilon_{n-1} + b_0 \varepsilon_n$ с параметрами $\mu = 1, b_1 = 1, b_0 = 0.1$ и $\varepsilon_n \sim N(0,1)$.

Критерии оценки.

10 баллов – задание выполнено полностью и правильно

6-9 баллов – задание выполнено полностью, присутствуют ошибки в расчётах, которые студент может устранить по требованию преподавателя

1-5 баллов – задание выполнено неполностью; либо полностью, но присутствуют ошибки в расчётах, которые студент не может устранить по требованию преподавателя

0 баллов – работа отсутствует.

Лабораторная работа №6. «Модель авторегрессии и скользящего среднего ARMA и интегральная модель ARIMA»

Построить график компьютерной реализации последовательности $h = (h_n)$, подчиняющейся $ARMA(1,1)$ -модели с $h_n = a_0 + a_1 h_{n-1} + b_1 \varepsilon_{n-1} + \sigma \varepsilon_n$ с параметрами $a_0 = -1, a_1 = 0.5, b_1 = 0.1, \sigma = 0.1, h_0 = 0$ и $0 \leq n \leq 1000$.

Критерии оценки.

10 баллов – задание выполнено полностью и правильно

6-9 баллов – задание выполнено полностью, присутствуют ошибки в расчётах, которые студент может устранить по требованию преподавателя

1-5 баллов – задание выполнено неполностью; либо полностью, но присутствуют ошибки в расчётах, которые студент не может устранить по требованию преподавателя

0 баллов – работа отсутствует.

Лабораторная работа №7. «Оценивание параметров на основе метода максимального правдоподобия»

Построить график компьютерной реализации последовательности $h = (h_n)$, подчиняющейся $AR(2)$ -модели с

$$h_n = a_0 + a_1 h_{n-1} + a_2 h_{n-2} + \sigma \varepsilon_n$$
 с параметрами

$$a_0 = 0, a_1 = -0.5, a_2 = 0.01, \sigma = 0.1, h_0 = h_1 = 0, \varepsilon_n \sim N(0,1) \text{ и } 2 \leq n \leq 1000.$$

Критерии оценки.

10 баллов – задание выполнено полностью и правильно

6-9 баллов – задание выполнено полностью, присутствуют ошибки в расчётах, которые студент может устранить по требованию преподавателя

1-5 баллов – задание выполнено неполностью; либо полностью, но присутствуют ошибки в расчётах, которые студент не может устранить по требованию преподавателя

0 баллов – работа отсутствует.

Лабораторная работа №8. «Прогнозирование в линейных моделях»

Построить график компьютерной реализации белого шума $h_n = \sigma \varepsilon_n$ с $\sigma = 0.1$ и $\varepsilon_n \sim N(0,1)$.

Критерии оценки.

10 баллов – задание выполнено полностью и правильно

6-9 баллов – задание выполнено полностью, присутствуют ошибки в расчётах, которые студент может устранить по требованию преподавателя

1-5 баллов – задание выполнено неполностью; либо полностью, но присутствуют ошибки в расчётах, которые студент не может устранить по требованию преподавателя

0 баллов – работа отсутствует.

Лабораторная работа №9. «Нелинейные стохастические условно-гауссовские модели ARCH и GARCH»

Построить график компьютерной реализации последовательности $h = (h_n)$, подчиняющейся $ARCH(1)$ -модели с

$$h_n = \sqrt{\alpha_0 + \alpha_1 h_{n-1}^2} \varepsilon_n$$
 с параметрами $\alpha_0 = 0.9, \alpha_1 = 0.2, h_0 = 3$ и $0 \leq n \leq 100$.

Критерии оценки.

10 баллов – задание выполнено полностью и правильно

6-9 баллов – задание выполнено полностью, присутствуют ошибки в расчётах, которые студент может устранить по требованию преподавателя

1-5 баллов – задание выполнено неполностью; либо полностью, но присутствуют ошибки в расчётах, которые студент не может устранить по требованию преподавателя

0 баллов – работа отсутствует.

Лабораторная работа №10. «Модели стохастической волатильности»

Построить график компьютерной реализации последовательности $h = (h_n)$, подчиняющейся $ARIMA(0,1,1)$ -

$$\Delta h_n = \mu + b_1 \varepsilon_{n-1} + b_0 \varepsilon_n$$
 с параметрами $\mu = 1, b_1 = 1, b_0 = 0.1, h_0 = 0$.

Критерии оценки.

10 баллов – задание выполнено полностью и правильно

6-9 баллов – задание выполнено полностью, присутствуют ошибки в расчётах, которые студент может устранить по требованию преподавателя

1-5 баллов – задание выполнено неполностью; либо полностью, но присутствуют ошибки в расчётах, которые студент не может устранить по требованию преподавателя

0 баллов – работа отсутствует.

Составитель _____

Заведующий кафедрой _____

« _____ » _____ 20 _____ г.