

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Макаренко Елена Николаевна

Должность: Ректор

Дата подписания: 28.06.2023 11:40:58

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.

« 27 » июня 2023 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 2023 года

Квалификация
Магистр

Составители программы:

Алексейчик Тамара Васильевна, к.э.н., доцент кафедры Фундаментальной и прикладной математики Ростовского государственного экономического университета

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, 2023

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.