

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Макаренко Елена Николаевна

Должность: Ректор

Дата подписания: 27.12.2024 10:53:58

Уникальный программный ключ:

c098bc0c1041cb2a4cf926cf171d6715d99a6ae00adc8e27b55cbe1e2dbd7c78

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

УТВЕРЖДАЮ

Начальник

учебно-методического управления

Платонова Т.К.

«25» июня 2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Математические методы прогнозирования сложных систем**

Направление 01.03.02 "Прикладная математика и информатика"  
Направленность 01.03.02.02 "Математическое и программное обеспечение систем  
искусственного интеллекта"

Для набора 2021 года

Квалификация  
Бакалавр

**КАФЕДРА      Прикладная математика и технологии искусственного интеллекта****Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4 (2.2)		Итого	
	16			
Неделя	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	32	32	32	32
Итого ауд.	48	48	48	48
Контактная работа	48	48	48	48
Сам. работа	60	60	60	60
Итого	108	108	108	108

**ОСНОВАНИЕ**

Учебный план утвержден учёным советом вуза от 25.06.2024 г. протокол № 18.

Программу составил(и): к.ф.-м.н., доцент, Богачев Т.В.

Зав. кафедрой: к.э.н, доц. Рутга Н.А.

Методический совет направления: д.э.н., профессор Тищенко Е.Н.

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	овладеть способностью исследовать и разрабатывать математические модели и методы, алгоритмы и программное обеспечение по тематике проводимых научно-исследовательских проектов, собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям
-----	--

### 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**ПК-2: Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта**

#### В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

- методы разработки и тестирования программных компонент решения задач искусственного интеллекта, методы машинного обучения для решения различных практических задач (соотнесено с индикатором ПК-2.1)

**Уметь:**

- проводить тестирование систем искусственного интеллекта (соотнесено с индикатором ПК-2.2)  
 - проводить анализ требований и определять необходимые классы задач машинного обучения (соотнесено с индикатором ПК-2.2)

**Владеть:**

- навыками разработки алгоритмов при выполнении проектов (соотнесено с индикатором ПК-2.3)  
 - навыками интерпретации выводов из построенных моделей исследуемого процесса (соотнесено с индикатором ПК-2.3)

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Раздел 1. Прогнозирование социально-экономических процессов . Моделирование временных рядов

№	Наименование темы / Вид занятия	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература
1.1	Тема 1.1 «Прогнозирование социально-экономических процессов». Роль прогнозирования в принятии управленческих решений. Основные понятия прогнозирования. Методологические принципы / Лек /	4	2	ПК-2	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5
1.2	Тема 1.1 «Прогнозирование социально-экономических процессов» Основные понятия прогнозирования. Основы работы с Python и RStudio / Лаб /	4	4	ПК-2	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5
1.3	Тема 1.1 «Прогнозирование социально-экономических процессов» Основные понятия прогнозирования. Основы работы с Python и RStudio / Ср /	4	4	ПК-2	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5
1.4	Тема 1.2. «Методы прогнозирования». Математическое моделирование. Эконометрические и статистические методы. Обработка, визуализация данных и описательные статистики в Python и RStudio. / Лаб /	4	4	ПК-2	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5
1.5	Тема 1.2. «Методы прогнозирования». Методы экспертных оценок. Методы аналогий. Математическое моделирование. Эконометрические и статистические методы. Методы имитационного моделирования. Обработка, визуализация данных и описательные статистики в Python и RStudio. / Лек /	4	2	ПК-2	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5
1.6	Тема 1.2. «Методы прогнозирования». Методы экспертных оценок. Методы аналогий. Математическое моделирование. Эконометрические и статистические методы. Методы имитационного моделирования. / Ср /	4	4	ПК-2	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5
1.7	Тема 1.3 «Временные ряды и их предварительный анализ» Классификация временных рядов и основные правила их	4	2	ПК-2	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3,

	построения. Автокорреляция уровней временного ряда. Моделирование тенденции временного ряда. / Лек /				Л2.4, Л2.5
1.8	Тема 1.3 «Временные ряды и их предварительный анализ». Классификация временных рядов и основные правила их построения. Автокорреляция уровней временного ряда. Моделирование тенденции временного ряда. Применение Python и RStudio. / Лаб /	4	4	ПК-2	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5
1.9	Тема 1.3 «Временные ряды и их предварительный анализ». Классификация временных рядов и основные правила их построения. Автокорреляция уровней временного ряда. Моделирование тенденции временного ряда. Применение Python и RStudio. / Ср /	4	4	ПК-2	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5
1.10	Тема 1.4 «Моделирование тенденций временного ряда, сезонных и циклических колебаний» Аналитическое выравнивание временного ряда. Построение линии тренда. Аддитивная и мультипликативная модель, расчет сезонной компоненты. / Лек /	4	2	ПК-2	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5
1.11	Тема 1.4 «Моделирование тенденций временного ряда, сезонных и циклических колебаний». Аналитическое выравнивание временного ряда. Построение линии тренда. Аддитивная и мультипликативная модель, расчет сезонной компоненты. Моделирование тенденций при наличии структурных изменений. Применение Python и RStudio. / Лаб /	4	4	ПК-2	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5
1.12	Тема 1.4 «Моделирование тенденций временного ряда, сезонных и циклических колебаний» Аналитическое выравнивание временного ряда. Построение линии тренда. Аддитивная и мультипликативная модель, расчет сезонной компоненты. Моделирование тенденций при наличии структурных изменений. Применение Python и RStudio. / Ср /	4	8	ПК-2	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5
1.13	Тема 1.5 «Нечеткие временные ряды». Нечеткие множества. Нечеткие временные ряды. Прогнозирование на основе нечетких временных рядов. / Лек /	4	2	ПК-2	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5
1.14	Тема 1.5 «Нечеткие временные ряды» Нечеткие множества. Нечеткие временные ряды. Прогнозирование на основе нечетких временных рядов. Применение Python и RStudio. / Лаб /	4	4	ПК-2	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5
1.15	Тема 1.5 «Нечеткие временные ряды» Нечеткие множества. Нечеткие временные ряды. Прогнозирование на основе нечетких временных рядов. Применение Python и RStudio. / Ср /	4	12	ПК-2	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5

## Раздел 2. Модели стационарных временных рядов и их идентификация

№	Наименование темы / Вид занятия	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература
2.1	Тема 2.1 «Модели авторегрессии порядка $p$ (AR( $p$ )-модели)». Случайные процессы, марковский процесс, модель AP(1). Модели авторегрессии 2-го порядка-AP(2) / Лек /	4	2	ПК-2	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5
2.2	Тема 2.1 «Модели авторегрессии порядка $p$ (AR( $p$ )-модели)» Случайные процессы, марковский процесс, модель AP(1). Модели авторегрессии 2-го порядка-AP(2). Применение Python и RStudio. / Лаб /	4	4	ПК-2	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5
2.3	Тема 2.1 «Модели авторегрессии порядка $p$ (AR( $p$ )-модели)» Случайные процессы, марковский процесс, модель AP(1). Модели авторегрессии 2-го порядка-AP(2). Применение Python и RStudio. / Ср /	4	8	ПК-2	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5
2.4	Тема 2.2 «Модели скользящего среднего порядка $q$ (MA( $q$ )-	4	2	ПК-2	Л1.1, Л1.2, Л1.3,

	модели)» Основные характеристики модели MA(q). Модели скользящего среднего 1-го и 2-го порядков Взаимосвязь AR(p) и MA(q)-моделей. / Лек /				Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5
2.5	Тема 2.2 «Модели скользящего среднего порядка q (MA(q)-модели)» Основные характеристики модели MA(q). Модели скользящего среднего 1-го и 2-го порядков Взаимосвязь AR(p) и MA(q)-моделей. Применение Python и RStudio. / Лаб /	4	4	ПК-2	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5
2.6	Тема 2.2 «Модели скользящего среднего порядка q (MA(q)-модели)» Основные характеристики модели MA(q). Модели скользящего среднего 1-го и 2-го порядков Взаимосвязь AR(p) и MA(q)-моделей. Применение Python и RStudio. / Ср /	4	10	ПК-2	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5
2.7	Тема 2.3 «Авторегрессионные модели со скользящими средними в остатках (ARMA(p,q)-модели)» Процесс ARMA(1,1), его стационарность и обратимость. Неоднозначность в определении параметров модели. / Лек /	4	2	ПК-2	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5
2.8	Тема 2.3 «Авторегрессионные модели со скользящими средними в остатках (ARMA(p,q)-модели)» Процесс ARMA(1,1), его стационарность и обратимость. Неоднозначность в определении параметров модели. Применение Python и RStudio. / Лаб /	4	4	ПК-2	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5
2.9	Тема 2.3 «Авторегрессионные модели со скользящими средними в остатках (ARMA(p,q)-модели)» Процесс ARMA(1,1), его стационарность и обратимость. Неоднозначность в определении параметров модели. Применение Python и Rstudio. / Ср /	4	10	ПК-2	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5
2.10	Зачет / Зачёт /	4	0	ПК-2	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5

#### 4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Структура и содержание фонда оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации представлены в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины.

#### 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 5.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Мхитарян В. С., Архипова М. Ю., Сиротин В. П.	Эконометрика: учебно-практическое пособие: учебное пособие	Москва: Евразийский открытый институт, 2012	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=90911">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=90911</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л1.2	Игнашева Т. А.	Методы прогнозирования социально- экономических процессов: учебное пособие	Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2018	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=560400">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=560400</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л1.3	Афанасьев, В. Н.	Анализ временных рядов и прогнозирование: учебник	Саратов: Ай Пи Ар Медиа, 2020	<a href="https://www.iprbookshop.ru/90196.html">https://www.iprbookshop.ru/90196.html</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей

##### 5.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Зехин В. А., Мхитарян В. С., Айвазян С. А.	Практикум по многомерным статистическим методам: учебное пособие	Москва: Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, 2003	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=90409">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=90409</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л2.2		Страны и регионы: статистический справочник Всемирного банка: справочник	Москва: Весь Мир, 2002	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=128360">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=128360</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л2.3	Глебов В. И., Криволапов С. Я.	Практикум по математической статистике: проверка гипотез с использованием Excel, MatCalc, R и Python: учебное пособие	Москва: Прометей, 2019	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=576035">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=576035</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л2.4		Студент. Аспирант. Исследователь: всероссийский научный журнал: журнал	Владивосток: Эксперт-Наука, 2020	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=599867">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=599867</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л2.5	Агалаков С. А.	Анализ данных в среде R: практикум	Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского (ОмГУ), 2020	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=614033">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=614033</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей

### 5.3 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

ИСС "Гарант" <https://internet.garant.ru>

Федеральная государственная служба статистики <https://rosstat.gov.ru> (свободный доступ)

База данных Центрального банка РФ [http://cbr.ru/hd\\_base](http://cbr.ru/hd_base) (свободный доступ)

### 5.4. Перечень программного обеспечения

Операционная система РЕД ОС

Свободно распространяемый офисный пакет LibreOffice

Python

RStudio

### 5.5. Учебно-методические материалы для студентов с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости по заявлению обучающегося с ограниченными возможностями здоровья учебно-методические материалы предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям здоровья и восприятия информации. Для лиц с нарушениями зрения: в форме аудиофайла; в печатной форме увеличенным шрифтом. Для лиц с нарушениями слуха: в форме электронного документа; в печатной форме. Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в форме электронного документа; в печатной форме.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Помещения для всех видов работ, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения:

- столы, стулья;
- персональный компьютер / ноутбук (переносной);
- проектор;
- экран / интерактивная доска.

Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах, рабочие места в которых оборудованы необходимыми лицензионными программными средствами и выходом в Интернет.

## 7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические указания по освоению дисциплины представлены в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины.

## Фонд оценочных средств

1 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

## 1.1 Показатели и критерии оценивания компетенций:

ЗУН, составляющие компетенцию	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Средства оценивания
ПК-2: Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта			
Знать - методы разработки и тестирования программных компонент решения задач искусственного интеллекта, методы машинного обучения для решения различных практических задач	Формулирует ответы на вопросы собеседования и зачета по основным понятиям теории прогнозирования социально-экономических систем	Полнота и содержательность ответа, умение строить математические модели	Вопросы к зачету (1-19), ЛЗ – лабораторные задания (ЛЗ 1-4), С – собеседование (С 1-2)
Уметь - проводить тестирование систем искусственного интеллекта - проводить анализ требований и определять необходимые классы задач машинного обучения	Выполняет лабораторные задания по пройденному материалу	Правильность и четкость решения задач с использованием современного программного обеспечения	Вопросы к зачету (1-19), ЛЗ – лабораторные задания (ЛЗ 1-4), С – собеседование (С 1-2)
Владеть - навыками разработки алгоритмов при выполнении проектов - навыками интерпретации выводов из построенных моделей исследуемого процесса	Владеет навыками исследования математических моделей, а также разработки алгоритмов при выполнении лабораторных заданий	Объем выполненных лабораторных заданий, правильная работа составленных программ и алгоритмов	Вопросы к зачету (1-19), ЛЗ – лабораторные задания (ЛЗ 1-4), С – собеседование (С 1-2)

## 1.2 Шкалы оценивания:

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация осуществляется в рамках накопительной балльно-рейтинговой системы в 100-балльной шкале.

50-100 баллов (зачтено)

0-49 баллов (не зачтено)

2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

## Вопросы к зачету

1. Роль прогнозирования в принятии управленческих решений.
2. Основные понятия прогнозирования.
3. Методы экспертных оценок. Методы аналогий.

4. Эконометрические и статистические методы.
5. Классификация временных рядов и основные правила их построения.
6. Автокорреляция уровней временного ряда.
7. Моделирование тенденции временного ряда при наличии структурных изменений.
8. Аналитическое выравнивание временного ряда. Построение линии тренда.
9. Аддитивная и мультипликативная модель, расчет сезонной компоненты.
10. Нечеткие множества.
11. Нечеткие временные ряды.
12. Случайные процессы, марковский процесс.
13. Модели AR (p), случай AR (1).
14. Модели авторегрессии 2-го порядка- AR (2).
15. Основные характеристики модели MA (q).
16. Модели скользящего среднего 1-го и 2-го порядков.
17. Взаимосвязь AR (p) и MA (q)- моделей.
18. Авторегрессионные модели со скользящими средними в остатках (ARMA(p,q)-модели)
19. Процесс ARMA(1,1), его стационарность и обратимость.

Зачет проводится по заданиям, содержащим два теоретических вопроса, взятых из списка вопросов к зачету, каждый из которых оценивается в 25 баллов и лабораторного задания из списка оценочных средств, оцениваемого в 50 баллов.

Критерии оценивания:

- «зачтено» (50-100 баллов) выставляется студенту, если ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания базовых тем.

- «не зачтено» (0-49 баллов) выставляется студенту, если материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине.

#### Лабораторные задания

##### Раздел I

##### Лабораторное задание № 1 (ЛЗ-1)

##### Вариант 1

Задан временной ряд.

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
y <sub>t</sub>	4.7	5.6	7.4	8.6	9.5	10.7	12.6	15.1	17.0	20.5	23.0	27.5	31.7	36.3

1. Определить наличие тренда, выявить тип процесса по его коррелограмме
2. Оценить форму кривой выравнивания одним из приемов.
3. Получить параметры модели
4. Проверить наличие (отсутствие) автокорреляции остатков модели

##### Вариант 2

Задан временной ряд.

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
y <sub>t</sub>	2.2	5.1	6.2	8.4	9.2	10.2	11.4	13.2	16.3	19.5	22.5	24.5	30.1	35.3

1. Определить наличие тренда, выявить тип процесса по его коррелограмме.
2. Оценить форму кривой выравнивания одним из приемов
3. Получить параметры модели
4. Проверить наличие (отсутствие) автокорреляции остатков модели

Критерии оценивания

Максимальное количество баллов (один из вариантов), которые может набрать студент при решении лабораторных заданий– 20 баллов.

##### Лабораторное задание № 2 (ЛЗ-2)



### Вариант 1

В таблице приведены данные по располагаемому доходу домохозяйств ( $X$ ) и затратам домохозяйств на розничные покупки ( $Y$ ) за 15 лет.

$X$	9.1	9.2	9.1	9.3	9.2	9.4	9.5	9.8	10.3	10.7	11.0	11.3	11.4	11.5	11.7
$Y$	5.5	5.6	5.3	5.5	5.4	5.3	5.6	5.7	5.9	6.2	6.3	6.0	6.1	6.2	6.3

1. Оценить уравнение регрессии  $y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + \varepsilon_t$

2. Оценить качество построенной модели

3. По тем же статистическим данным оцените уравнение регрессии  $y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + \gamma y_{t-1} + \varepsilon_t$ .

4. Проанализируйте статистическую значимость коэффициента  $\gamma$

5. Оцените качество построенной модели

### Вариант 2

В таблице приведены данные по располагаемому доходу домохозяйств ( $X$ ) и затратам домохозяйств на розничные покупки ( $Y$ ) за 15 лет.

$X$	9.1	9.2	9.1	9.3	9.2	9.4	9.5	9.8	10.3	10.7	11.0	11.3	11.4	11.5	11.7
$Y$	5.5	3.6	3.3	3.5	3.4	3.2	3.6	3.7	3.9	4.2	4.3	4.1	4.0	4.2	4.3

1. Оценить уравнение регрессии  $y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + \varepsilon_t$

2. Оценить качество построенной модели.

3. По тем же статистическим данным оцените уравнение регрессии  $y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + \gamma y_{t-1} + \varepsilon_t$ .

4. Проанализируйте статистическую значимость коэффициента  $\gamma$

5. Оцените качество построенной модели

Критерии оценивания:

Максимальное количество баллов (один из вариантов), которые может набрать студент при решении лабораторных заданий – 20 баллов.

## Раздел 2

### Лабораторное задание № 3 (ЛЗ-3)

#### Вариант 1

1. Используя месячные данные о пассажирских воздушных перевозках за 10 лет, постройте график перевозок. Сделайте предположение о структуре временного ряда.
2. Используя предположения, полученные в пункте 1, рассчитайте коэффициенты автокорреляции соответствующих порядков. Сделайте вывод о наличии тенденции и сезонности.
3. Определите период сезонности
4. Сделайте вывод в пользу мультипликативной или аддитивной модели временного ряда.
5. Методом аналитического выравнивания устранили тренд
6. Оцените наличие автокорреляции в остатках графическим методом и аналитическими методами

#### Вариант 2

1. Используя данные о грузовых автомобильных перевозках в некотором российском регионе за 20 лет, постройте график перевозок. Сделайте предположение о структуре временного ряда
2. Используя предположения, полученные в пункте 1, рассчитайте коэффициенты автокорреляции соответствующих порядков. Сделайте вывод о наличии тенденции и сезонности.
3. Определите период сезонности

4. Сделайте вывод в пользу мультипликативной или аддитивной модели временного ряда.
5. Методом аналитического выравнивания устраните тренд
6. Оцените наличие автокорреляции в остатках графическим методом и аналитическими методами

Критерии оценивания:

Максимальное количество баллов (один из вариантов), которые может набрать студент при решении лабораторных заданий – 20 баллов.

#### Лабораторное задание № 4 (ЛЗ-4)

Вариант 1

1. Используя данные о котировках рынка облигаций Германии REX за 10 лет, постройте график котировок. Сделайте предположение о структуре временного ряда. (7 баллов)
2. Вычислите значения функции автокорреляции и частной автокорреляции. (6 баллов)
3. Определите порядок авторегрессии и скользящего среднего. (6 баллов)

Вариант 2

1. Используя данные о котировках рынка гособлигаций Российской Федерации за 10 лет, постройте график котировок. Сделайте предположение о структуре временного ряда. (7 баллов)
2. Вычислите значения функции автокорреляции и частной автокорреляции. (6 баллов)
3. Определите порядок авторегрессии и скользящего среднего. (6 баллов)

Критерии оценивания

Максимальное количество баллов (один из вариантов), которые может набрать студент при решении лабораторных заданий – 20 баллов.

#### Собеседование

##### Раздел 1.

##### С-1 Вопросы для собеседования

1. Роль прогнозирования в принятии управленческих решений.
2. Основные понятия прогнозирования.
3. Методы экспертных оценок. Методы аналогий.
4. Эконометрические и статистические методы. Методы имитационного моделирования.
5. Классификация временных рядов и основные правила их построения.
6. Автокорреляция уровней временного ряда.
7. Моделирование тенденции временного ряда.
8. Аналитическое выравнивание временного ряда. Построение линии тренда.
9. Аддитивная и мультипликативная модель, расчет сезонной компоненты.
10. Нечеткие множества.
11. Нечеткие временные ряды.

Критерии оценивания

Правильный ответ на один вопрос оценивается в 10 баллов. Каждому студенту предлагается ответить на 1 вопрос. Максимальное количество баллов, которые может набрать студент при ответах на вопросы собеседования – 10 баллов.

##### Раздел 2

##### С -2 Вопросы для собеседования

1. Случайные процессы, марковский процесс.
2. Модели AR (p), случай AR (1).
3. Модели авторегрессии 2-го порядка- AR (2).
4. Основные характеристики модели MA(q).
5. Модели скользящего среднего 1-го и 2-го порядков.

6. Взаимосвязь AR (p) и MA (q)- моделей.
7. Авторегрессионные модели со скользящими средними в остатках (AR MA (p,q)-модели)
8. Процесс ARMA (1,1), его стационарность и обратимость.

#### Критерии оценивания

Правильный ответ на один вопрос оценивается в 10 баллов. Каждому студенту предлагается ответить на 1 вопрос. Максимальное количество баллов, которые может набрать студент при ответах на вопросы собеседования –10 баллов.

3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания включают в себя текущий контроль и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости проводится с использованием оценочных средств, представленных в п. 2 данного приложения. Результаты текущего контроля доводятся до сведения студентов до промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Зачет проводится по расписанию промежуточной аттестации в письменном виде. Количество вопросов в зачетном задании – 3. Проверка ответов и объявление результатов производится в день зачета. Результаты аттестации заносятся в ведомость и зачетную книжку студента. Студенты, не прошедшие промежуточную аттестацию по графику промежуточной аттестации, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебным планом предусмотрены следующие виды занятий:

- лекции;
- лабораторные занятия.

В ходе лекционных занятий рассматриваются основные понятия математических методов прогнозирования сложных систем, даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к лабораторным занятиям.

В ходе лабораторных занятий происходит конкретизация теоретических знаний, полученных в процессе лекций, повышение прочности усвоения и закрепления изучаемых знаний и умений, реализация изученных методов прогнозирования с помощью программных средств.

Вопросы, не рассмотренные на лекциях и лабораторных занятиях, должны быть изучены студентами в ходе самостоятельной работы. Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется в ходе занятий методом собеседования, проверки выполненных лабораторных заданий. В ходе самостоятельной работы каждый студент обязан прочитать основную и, по возможности, дополнительную литературу по изучаемой теме, дополнить конспекты лекций недостающим материалом, выписками из рекомендованных, выделить непонятные термины и найти их значение в энциклопедических словарях.

Для подготовки к занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации студенты могут воспользоваться электронно-библиотечными системами. Также обучающиеся могут взять на дом необходимую литературу на абонементе университетской библиотеки или воспользоваться читальными залами.