



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Информатики

УТВЕРЖДАЮ
Начальник учебно-методического управления

«31» октября 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Анализ данных на языке Python

направление подготовки/специальность 38.03.05 Бизнес-информатика

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Бизнес-аналитика

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2024

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Анализ данных на языке Python» является изучение современных инструментов языка программирования Python, используемых для эффективной обработки больших объемов информации, ее визуализации и принятия решений.

Задачи дисциплины:

- ознакомление обучающихся со специализированными библиотеками языка программирования Python для анализа данных;
- обучение разработке прикладных программ на языке Python, осуществляющих анализ данных;
- приобретение навыков использования набора библиотек Python для решения прикладных задач в области бизнес-аналитики и анализа данных.

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

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП |
|---|--|--|
| ОПК-4 Способен понимать принципы работы информационных технологий; использовать информацию, методы и программные средства ее сбора, обработки и анализа для информационно-аналитической поддержки принятия управленческих решений | ОПК-4.1 Осуществляет выбор методов, программных средств и информационных систем для сбора, обработки, анализа, систематизации и использования информации в целях последующей информационно-аналитической поддержки принятия управленческих решений | знает - основные методы анализа и моделирования, реализованные в Python и используемые для решения задач, связанных с обработкой информации в целях последующей информационно-аналитической поддержки принятия управленческих решений; умеет - выбирать средства анализа, наиболее эффективные для конкретных данных с учётом их природы, погрешности, пространственного и временного разрешения, а также задачи исследования; владеет - навыками самостоятельного проведения исследований, позволяющими выбрать наиболее подходящий реализуемый на языке программирования Python метод обработки, анализа, систематизации и использования информации в целях последующей информационно-аналитической поддержки принятия управленческих решений. |

| | | |
|--|---|--|
| <p>ОПК-4 Способен понимать принципы работы информационных технологий; использовать информацию, методы и программные средства ее сбора, обработки и анализа для информационно-аналитической поддержки принятия управленческих решений</p> | <p>ОПК-4.2 Применяет релевантные методы, программные средства и информационные системы для осуществления информационно-аналитической поддержки принятия управленческих решений</p> | <p>знает</p> <ul style="list-style-type: none"> - основы применения языка программирования Python для статистической обработки данных, работы с графикой, реализации основных алгоритмов обработки данных и способов их внешнего представления; <p>умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - реализовывать возможности языка программирования Python при решении задач обработки и визуализации данных; <p>владеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками применения средств языка программирования Python для решения задач анализа данных при осуществлении информационно-аналитической поддержки принятия управленческих решений; |
| <p>ОПК-4 Способен понимать принципы работы информационных технологий; использовать информацию, методы и программные средства ее сбора, обработки и анализа для информационно-аналитической поддержки принятия управленческих решений</p> | <p>ОПК-4.3 Применяет стандартные математические (в том числе эконометрические) модели и методы для описания статистических закономерностей, выявления тенденций изменения экономических показателей, обнаружения в больших массивах данных ранее неизвестных закономерностей, необходимых для расчета прогнозных значений и принятия управленческих решений</p> | <p>знает</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципы и методы обработки результатов статистического наблюдения с помощью Python; - возможности языка Python для анализа временных рядов; <p>умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять инструменты языка Python, которые реализуют математические модели и методы, применяемые для описания статистических закономерностей, выявления тенденций изменения экономических показателей и в других задачах анализа данных, возникающих при осуществлении информационно-аналитической поддержки принятия управленческих решений; <p>владеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками построения стандартных математических моделей, применяемых в анализе данных, средствами языка программирования Python. |

3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.23 основной профессиональной образовательной программы 38.03.05 Бизнес-информатика и относится к обязательной части учебного плана.

| № п/п | Предшествующие дисциплины | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|-------|---------------------------|--|
| 1 | Информационные технологии | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.6, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3 |
| 2 | Основы программирования | ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3 |
| 3 | Высшая математика | УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4 |

Успешное освоение данной дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных обучающимися при изучении предшествующих дисциплин.

| № п/п | Последующие дисциплины | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|-------|---|--|
| 1 | Введение в машинное обучение | ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3 |
| 2 | Информационные технологии финансового и экономического анализа | ПК-2.3, ПК-4.1, ПК-1.1, ПК-1.2 |
| 3 | Информационно-аналитическая деятельность поддержки принятия решений | ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3 |

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

| Вид учебной работы | Всего часов | Из них часы на практическую подготовку | Семестр |
|---|-------------|--|---------|
| | | | 4 |
| Контактная работа | 64 | | 64 |
| Лекционные занятия (Лек) | 16 | 0 | 16 |
| Лабораторные занятия (Лаб) | 48 | 0 | 48 |
| Иная контактная работа, в том числе: | 0,25 | | 0,25 |
| консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР) | | | |
| контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР)) | | | |
| контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача | 0,25 | | 0,25 |
| Часы на контроль | 8,75 | | 8,75 |
| Самостоятельная работа (СР) | 71 | | 71 |
| Общая трудоемкость дисциплины (модуля) | | | |
| часы: | 144 | | 144 |
| зачетные единицы: | 4 | | 4 |

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Тематический план дисциплины (модуля)

| № | Разделы дисциплины | Семестр | Контактная работа (по учебным занятиям), час. | | | | | | СР | Всего, час. | Код индикатора достижения компетенции |
|------|---|---------|---|-----------------------------------|-------|-----------------------------------|-------|-----------------------------------|----|---------------------------|---------------------------------------|
| | | | лекции | | ПЗ | | ЛР | | | | |
| | | | всего | из них на практическую подготовку | всего | из них на практическую подготовку | всего | из них на практическую подготовку | | | |
| 1. | 1 раздел. Анализ данных с помощью Pandas. Основы работы с модулем NumPy | | | | | | | | | | |
| 1.1. | Введение в анализ данных с помощью Pandas | 4 | 2 | | | 4 | | 10 | 16 | ОПК-4.1, ОПК-4.2 | |
| 1.2. | Основы работы с модулем NumPy | 4 | | | | 4 | | 10 | 14 | ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3 | |

| | | | | | | | | | | | |
|------|---|---|---|--|--|----|--|----|----|---------------------------------|--|
| 2. | 2 раздел. Визуализация данных | | | | | | | | | | |
| 2.1. | Визуализация данных | 4 | | | | 4 | | 5 | 9 | ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3 | |
| 3. | 3 раздел. Статистический анализ в Python | | | | | | | | | | |
| 3.1. | Проверка статистических гипотез. Дисперсионный, корреляционный и регрессионный анализ | 4 | 4 | | | 10 | | 10 | 24 | ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3 | |
| 3.2. | Анализ и прогнозирование временных рядов | 4 | 2 | | | 2 | | 5 | 9 | ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3 | |
| 4. | 4 раздел. Анализ данных с помощью модуля SciPy | | | | | | | | | | |
| 4.1. | Модуль SciPy для анализа данных | 4 | 2 | | | 6 | | 10 | 18 | ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3 | |
| 5. | 5 раздел. Python и web | | | | | | | | | | |
| 5.1. | Python и web | 4 | 2 | | | 6 | | | 8 | ОПК-4.1, ОПК-4.2 | |
| 6. | 6 раздел. Использование Python для машинного обучения | | | | | | | | | | |
| 6.1. | Введение в машинное обучение | 4 | 2 | | | 6 | | 10 | 18 | ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3 | |
| 6.2. | Обзор модуля scikit-learn | 4 | 2 | | | 6 | | 11 | 19 | ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3 | |
| 7. | 7 раздел. Контроль | | | | | | | | | | |
| 7.1. | Зачет с оценкой | 4 | | | | | | | 9 | ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3 | |

5.1. Лекции

| № разд | Наименование раздела и темы лекций | Наименование и краткое содержание лекций |
|--------|---|---|
| 1 | Введение в анализ данных с помощью Pandas | Основы работы с модулем Pandas, Введение в анализ данных с помощью Pandas Введение в анализ данных в Pandas. Датафреймы и базовые операции над ними. Чтение текстовых файлов. Индексы, мультииндекс. Операции с колонками и строками. Навигация по таблице. Работа с несколькими таблицами. Чтение и запись таблиц в файл, формат хранения данных .csv. Первичный анализ и очистка данных. Переформатирование данных: преобразование, слияние, изменение формы. Фильтрация строк по условию, группировка данных. Агрегирование данных и групповые операции. |
| 4 | Проверка статистических гипотез. | Основные описательные статистики. Построение выборочной функции распределения. Проверка статистических гипотез. Дисперсионный анализ. |

| | | |
|---|--|---|
| | Дисперсионный, корреляционный и регрессионный анализ | Корреляционный и регрессионный анализ Определение основных статистических характеристик. Построение выборочной функции распределения. Проверка соответствия теоретическому распределению. Общая схема проверки статистических гипотез. Проверка гипотез относительно равенства двух средних. Однофакторный дисперсионный анализ экспериментальных данных. Дисперсионный анализ с повторениями. Многофакторный дисперсионный анализ. Коэффициент корреляции. Корреляционная матрица. Регрессионный анализ. Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов. Парная линейная регрессия. Множественная линейная регрессия. Нелинейная регрессия. Проверка значимости уравнения регрессии. |
| 5 | Анализ и прогнозирование временных рядов | Анализ и прогнозирование временных рядов Временные ряды. Передискретизация периодов. Скользящее среднее. Стационарность случайного процесса и порождённого им временного ряда. Статистические модели одномерных временных рядов. |
| 6 | Модуль SciPy для анализа данных | Модуль SciPy для анализа данных Инструменты модуля SciPy для анализа данных: поиск максимумов/минимумов функций, статистические расчеты, интерполяция и аппроксимация данных, обработка сигналов и изображений. |
| 7 | Python и web | Python и web: обзор Основы web: протокол HTTP, домены, URL, HTTP-сообщения, основы HTML. Базовый парсинг сайтов в Python и автоматизация взаимодействия с веб. Библиотека BS4. Построение дерева тегов статической Html страницы. Введение в git. |
| 8 | Введение в машинное обучение | Введение в машинное обучение Основные задачи машинного обучения. Примеры использования Python для машинного обучения. Оценка эффективности построенных моделей. |
| 9 | Обзор модуля scikit-learn | Обзор модуля scikit-learn Восстановление пропущенных значений. Регрессионный анализ в библиотеке scikit-learn. Линейная регрессия. |

5.2. Лабораторные работы

| № разд | Наименование раздела и темы лабораторных работ | Наименование и содержание лабораторных работ |
|--------|--|--|
| 1 | Введение в анализ данных с помощью Pandas | Начало работы с Pandas Чтение и запись таблиц в файл. Работа с индексами. Операции с колонками и строками. Работа с несколькими таблицами.. |
| 1 | Введение в анализ данных с помощью Pandas | Первичный анализ данных в Pandas Первичный анализ и очистка данных. Переформатирование данных: очистка, преобразование, слияние, изменение формы. Восстановление пропущенных значений. Фильтрация строк по условию, группировка данных. Агрегирование данных и групповые операции. |
| 2 | Основы работы с модулем NumPy | Основы работы с модулем NumPy. Основные функции, операторы, классы и методы для работы с массивами Обзор модуля NumPy: массивы и векторные вычисления. Основные функции, операторы, классы и методы для работы с одно, двух и многомерными массивами. |

| | | |
|---|--|--|
| 2 | Основы работы с модулем NumPy | Обработка и анализ больших наборов данных с использованием многомерных массивов NumPy Работа с массивами данных различных типов, включая числа, строки, логические значения и т.д. Операции по индексированию и выборке данных из многомерных массивов NumPy. |
| 3 | Визуализация данных | Построение графиков и визуализация данных. Библиотека Matplotlib для визуализации данных Методы Pandas для более компактного построения графиков. Введение в Matplotlib. Визуализация данных при помощи графиков и гистограмм. Применение методов Pandas для визуализации данных. Работа с библиотекой Matplotlib. |
| 3 | Визуализация данных | Возможности библиотек Python для визуализации данных Другие модули для визуализации. Визуализация данных с помощью модулей Seaborn и Plotly. Визуализация данных на интерактивной встраиваемой карте с использованием модуля Folium. |
| 4 | Проверка статистических гипотез. Дисперсионный, корреляционный и регрессионный анализ | Основные описательные статистики. Построение выборочной функции распределения. Определение основных статистических характеристик. Построение выборочной функции распределения. Проверка соответствия теоретическому распределению. |
| 4 | Проверка статистических гипотез. Дисперсионный, корреляционный и регрессионный анализ | Проверка статистических гипотез. Однофакторный дисперсионный анализ. Дисперсионный анализ с повторениями. Многофакторный дисперсионный анализ Проверка гипотез относительно равенства двух средних. Однофакторный дисперсионный анализ. Дисперсионный анализ с повторениями. Двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями |
| 4 | Проверка статистических гипотез. Дисперсионный, корреляционный и регрессионный анализ | Корреляционный и регрессионный анализ Корреляционный анализ. Коэффициент корреляции. Корреляционная матрица. Регрессионный анализ. Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов. Парная линейная регрессия. Множественная линейная регрессия. Нелинейная регрессия. Проверка значимости уравнения регрессии. |
| 5 | Анализ и прогнозирование временных рядов | Анализ и прогнозирование временных рядов Временные ряды. Передискретизация периодов. Скользящее среднее. Стационарность случайного процесса и порождённого им временного ряда. Статистические модели одномерных временных рядов. |
| 6 | Модуль SciPy для анализа данных | Интерполяция и аппроксимация данных Полиномиальная интерполяция с помощью SciPy. Интерполяция сплайнами. Линейная и нелинейная аппроксимация. |
| 6 | Модуль SciPy для анализа данных | Обработка сигналов и изображений с помощью модуля SciPy Методы для обработки и преобразования сигналов. Обработка многомерных изображений. |
| 7 | Python и web | Автоматизация парсинга сайтов на Python Извлечение данных с сайтов в сети Интернет с помощью Python. |
| 7 | Python и web | Модуль BeautifulSoup4 (BS4) в Python Извлечение данных из файлов HTML и XML с помощью |

| | | |
|---|------------------------------|--|
| | | библиотекиBS4. Навигация, поиск и изменение дерева HTML. |
| 8 | Введение в машинное обучение | Очистка и форматирование данных. Разведочный анализ данных Работа с реальными наборами данных. Очистка и форматирование данных. Разведочный анализ данных. |
| 8 | Введение в машинное обучение | Конструирование и выбор признаков Работа с реальными наборами данных. Конструирование и выбор признаков. |
| 9 | Обзор модуля scikit-learn | Оценка и выбор модели Работа с реальными наборами данных. Оценка и выбор модели. Оценка по моделям: линейная регрессия, метод k-ближайших соседей, «случайный лес», градиентный бустинг, метод опорных векторов. Оптимизация модели. |

5.3. Самостоятельная работа обучающихся

| № разд | Наименование раздела дисциплины и темы | Содержание самостоятельной работы |
|--------|---|--|
| 1 | Введение в анализ данных с помощью Pandas | Введение в анализ данных с помощью Pandas Изучение материала; подготовка к лабораторным работам и тестированию. |
| 2 | Основы работы с модулем NumPy | Основы работы с модулем NumPy Изучение материала; подготовка к лабораторным работам и тестированию. |
| 3 | Визуализация данных | Визуализация данных Изучение материала; подготовка к лабораторным работам и тестированию. |
| 4 | Проверка статистических гипотез. Дисперсионный, корреляционный и регрессионный анализ | Проверка статистических гипотез. Дисперсионный, корреляционный и регрессионный анализ Изучение материала; подготовка к лабораторным работам и тестированию. |
| 5 | Анализ и прогнозирование временных рядов | Анализ и прогнозирование временных рядов Изучение материала; подготовка к лабораторным работам и тестированию. |
| 6 | Модуль SciPy для анализа данных | Модуль SciPy для анализа данных Изучение материала; подготовка к лабораторным работам и тестированию. |
| 7 | Python и web | Python и web Изучение материала; подготовка к лабораторным работам и тестированию. |
| 8 | Введение в машинное обучение | Введение в машинное обучение Изучение материала; подготовка к лабораторным работам и тестированию. |
| 9 | Обзор модуля scikit-learn | Обзор модуля scikit-learn Изучение материала; подготовка к лабораторным работам и тестированию. |

6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, а также лабораторных занятий, предполагающих закрепление изученного материала и формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков. Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием всех средств и возможностей современных образовательных технологий.

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- подготовка к текущему контролю успеваемости студентов;
- подготовка к зачету с оценкой.

Залогом успешного освоения дисциплины является обязательное посещение лекционных и лабораторных занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса. На лабораторных занятиях материал, изложенный на лекциях, закрепляется при выполнении практических заданий.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться с содержанием РПД, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы.

При подготовке к лекционным занятиям студенту необходимо:

- ознакомиться с соответствующей темой занятия;
- осмыслить круг изучаемых вопросов и логику их рассмотрения;
- изучить рекомендуемую рабочей программой литературу по данной теме.

При подготовке к лабораторным занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;
- выполнить практические задания в рамках изучаемой темы;
- ответить на контрольные вопросы по теме, используя материалы ФОС;
- подготовиться к проверочной работе, предусмотренной в контрольных точках;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

Работы, выполняемые на лабораторных занятиях, сдаются только лично на занятиях преподавателю, который ведет группу. Задания, выполняемые на компьютере, студенты сначала показывают только в электронном виде в соответствующих программах. При необходимости, при преподавателе доделывают или исправляют ошибки. Если требуется распечатать выполненные работы и сдать их в бумажном виде, преподаватель говорит об этом на занятиях.

Итогом изучения дисциплины является зачет с оценкой. Зачет с оценкой проводится по расписанию. Форма проведения занятия может быть устная, письменная и в электронном виде. Студенты, не прошедшие аттестацию, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

| № п/п | Контролируемые разделы дисциплины (модуля) | Код и наименование индикатора контролируемой компетенции | Вид оценочного средства |
|-------|--|--|-----------------------------|
| 1 | Введение в анализ данных с помощью Pandas | ОПК-4.1, ОПК-4.2 | Практические задания, тесты |
| 2 | Основы работы с модулем NumPy | ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3 | Практические задания, тесты |
| 3 | Визуализация данных | ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3 | Практические задания, тесты |

| | | | |
|----|---|---------------------------|-----------------------------|
| 4 | Проверка статистических гипотез. Дисперсионный, корреляционный и регрессионный анализ | ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3 | Практические задания, тесты |
| 5 | Анализ и прогнозирование временных рядов | ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3 | Практические задания, тесты |
| 6 | Модуль SciPy для анализа данных | ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3 | Практические задания, тесты |
| 7 | Python и web | ОПК-4.1, ОПК-4.2 | Практические задания, тесты |
| 8 | Введение в машинное обучение | ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3 | Практические задания, тесты |
| 9 | Обзор модуля scikit-learn | ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3 | Практические задания, тесты |
| 10 | Зачет с оценкой | ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3 | |

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Тестовые и контрольные задания для проверки сформированности индикаторов достижений компетенций ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3 размещены в Приложении.

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

| | |
|----------------------------|---|
| Оценка «отлично» (зачтено) | <p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы; - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; - полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю) <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации; - применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий; - грамотно обосновывает ход решения задач; - безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач; - творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий |
|----------------------------|---|

| | |
|--|--|
| <p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p> | <p>знания: - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю) умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы; - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач навыки: - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий; - обосновывает ход решения задач без затруднений</p> |
| <p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p> | <p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p> |
| <p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p> | <p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине; умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p> |

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Раздел 1. Анализ данных с помощью Pandas. Основы работы с модулем NumPy

1. Датафреймы и базовые операции над ними.
2. Чтение текстовых файлов. Чтение и запись таблиц в файл, формат хранения данных .csv.
3. Индексы, мультииндекс. Операции с колонками и строками. Навигация по таблице. Работа с несколькими таблицами.
4. Первичный анализ и очистка данных.
5. Переформатирование данных: преобразование, слияние, изменение формы.
6. Фильтрация строк по условию, группировка данных.
7. Агрегирование данных и групповые операции.
8. Одномерные массивы NumPy: свойства и способы создания. Типы данных, преобразование типов в одномерных массивах NumPy.
9. Индексирование и работа со срезами, булево индексирование в одномерных массивах.
11. Математические функции для работы с одномерными массивами. Основные статистические функции в NumPy.
12. Функции для генерации одномерных массивов случайных чисел.
13. Теоретико-множественные операции в NumPy, сортировка.
14. Создание многомерных массивов в NumPy. Особенности индексирования, работа со срезами в многомерных массивах.

Раздел 2. Визуализация данных

15. Методы Pandas для компактного построения графиков.
16. Библиотека Matplotlib. Визуализация данных при помощи графиков и гистограмм.
17. Визуализация данных с помощью модулей Seaborn и Plotly.
18. Визуализация данных на интерактивной встраиваемой карте с использованием модуля Folium.

Раздел 3. Статистический анализ в Python

19. Определение основных статистических характеристик.
20. Построение выборочной функции распределения. Проверка соответствия теоретическому распределению.
21. Общая схема проверки статистических гипотез. Проверка гипотез относительно равенства двух средних.
22. Однофакторный дисперсионный анализ экспериментальных данных.
23. Дисперсионный анализ с повторениями.
24. Многофакторный дисперсионный анализ.
25. Коэффициент корреляции. Корреляционная матрица.
26. Регрессионный анализ. Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов. Парная линейная регрессия.
27. Множественная линейная регрессия.
28. Нелинейная регрессия.
29. Проверка значимости уравнения регрессии.
30. Временные ряды. Передискретизация периодов. Скользящее среднее.
31. Стационарность случайного процесса и порождённого им временного ряда.
32. Статистические модели одномерных временных рядов.

Раздел 4. Анализ данных с помощью модуля SciPy

33. Инструменты модуля SciPy для анализа данных: поиск максимумов/минимумов функций, статистические расчеты, интерполяция и аппроксимация данных, обработка сигналов и изображений.
34. Полиномиальная интерполяция с помощью SciPy.
35. Интерполяция сплайнами.
36. Линейная и нелинейная аппроксимация.
37. Методы для обработки и преобразования сигналов.
38. Обработка многомерных изображений.

Раздел 5. Python и web

40. Базовый парсинг – извлечение данных с сайтов в сети Интернет с помощью Python и автоматизация взаимодействия с веб.

41. Извлечение данных из файлов HTML и XML с помощью библиотеки BS4.

42. Построение дерева тегов статической Html страницы. Навигация, поиск и изменение дерева HTML.

Раздел 6. Использование Python для машинного обучения

43. Очистка и форматирование данных. Разведочный анализ данных.

44. Конструирование и выбор признаков.

45. Регрессионный анализ в библиотеке scikit-learn.

46. Оценка и выбор модели.

47. Оценка по моделям: линейная регрессия, метод k-ближайших соседей, «случайный лес».

48. Оценка по моделям: градиентный бустинг, метод опорных векторов.

49. Оптимизация модели.

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Практические задания для проведения промежуточной аттестации размещены в Приложении.

7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.2.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета с оценкой. Зачет с оценкой проводится в форме практического контрольного задания или тестового задания и собеседования.

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

| Критерии оценивания | Уровень освоения и оценка | | | |
|---------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------|------------------|
| | Оценка «неудовлетворительно» | Оценка «удовлетворительно» | Оценка «хорошо» | Оценка «отлично» |
| | «не зачтено» | «зачтено» | | |

| | | | | |
|--------|---|--|---|---|
| | <p>Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы</p> | <p>Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p> | <p>Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.</p> | <p>Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка</p> |
| знания | <p>Обучающийся демонстрирует: -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</p> | <p>Обучающийся демонстрирует: -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</p> | <p>Обучающийся демонстрирует: -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</p> | <p>Обучающийся демонстрирует: -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</p> |

| | | | | |
|--------------------------|--|---|---|--|
| <p>умения</p> | <p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p> | <p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> | <p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> | <p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p> |
| <p>владение навыками</p> | <p>Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p> | <p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p> | <p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач. Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p> | <p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.</p> |

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

| № п/п | Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы | Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС |
|---|---|---|
| <u>Основная литература</u> | | |
| 1 | Мхитарян В. С., Архипова М. Ю., Дуброва Т. А., Миронкина Ю. Н., Сиротин В. П., Анализ данных, Москва: Юрайт, 2024 | https://urait.ru/bcode/536007 |
| 2 | Маккинни У., Python и анализ данных, Москва: ДМК Пресс, 2020 | https://e.lanbook.com/book/131721 |
| <u>Дополнительная литература</u> | | |
| 1 | Федоров Д. Ю., Программирование на языке высокого уровня Python, Москва: Юрайт, 2024 | https://urait.ru/bcode/539651 |

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

| Наименование ресурса сети «Интернет» | Электронный адрес ресурса |
|--|---|
| Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle | https://moodle.spbgasu.ru |

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

| Наименование | Электронный адрес ресурса |
|---|---|
| Электронная библиотека Ирбис 64 | http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/ |
| Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU | https://www.elibrary.ru/ |
| Электронно-библиотечная система издательства "Лань" | https://e.lanbook.com/ |
| Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ" | https://www.biblio-online.ru/ |
| Электронно-библиотечная система издательства "IPRsmart" | http://www.iprbookshop.ru/ |
| Российская государственная библиотека | www.rsl.ru |
| Образовательные интернет-ресурсы СПбГАСУ | https://www.spbgasu.ru/university/obrazovatelnye-internet-resursy/ |

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

| Наименование | Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое) |
|---------------------------|---|
| Python версия 3.7.6386.10 | Свободно распространяемое |
| PyCharm Community | Свободно распространяемое |
| Anaconda | Свободно распространяемое |

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

| Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы | Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения |
|--|--|
| 72. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска маркерная белая эмалевая, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет. |
| 72. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Учебная аудитория для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации – комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска маркерная белая эмалевая, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет. |
| 72. Компьютерный класс | Рабочие места с ПК (стол компьютерный, системный блок, монитор, клавиатура, мышь), стол рабочий, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Internet. |
| 72. Помещения для самостоятельной работы | Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ. |

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 38.03.05 Бизнес-информатика (приказ Минобрнауки России от 29.07.2020 № 838).

Программу составил:
доцент Инф, к.ф.-м.н. Л.В. Мовсесова

Программа обсуждена и рекомендована на заседании кафедры Информатики
30.08.2024, протокол № 1
Заведующий кафедрой к.ф.-м.н. Л.В. Мовсесова

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета
19.09.2024, протокол № 2.

Председатель УМК д.э.н., профессор Г.Ф. Токунова

Тестовые задания для проверки сформированности индикаторов достижения компетенций ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3.

Вопрос 1. Если проводить аналогию с известными структурами данных, то структуры *pandas* можно сравнить с

- списком, включающим моменты времени t
- одномерным массивом
- двумерным массивом, включающим момент времени t и значение некоторого показателя
- трехмерным массивом
- таблицей реляционной базы данных

Вопрос 2. Какие методы в *pandas* позволяют вычислить (введите название метода)

- итоговую описательную статистику
- среднее значение
- медиану
- дисперсию
- стандартное отклонение
- коэффициент эксцесса
- коэффициент асимметрии

Вопрос 3. Для проверки нормальности распределения используется

Выберите один или несколько ответов:

- тест Шапиро – Уилка
- тест Моучли
- тест Харке – Бера
- тест Колмогорова – Смирнова
- тест Лиллиефорса
- тест Д'Агостино
- тест Андерсона – Дарлинга
- любой из перечисленных

Вопрос 4. Какие условия должны выполняться при проведении дисперсионного анализа?

- независимость
- нормальное распределение остатков
- однородность дисперсии
- все вышеперечисленные

Вопрос 5. Для проверки выполнения условия сферичности используется

- тест Шапиро – Уилка
- тест Моучли
- тест Д'Агостино

- тест Колмогорова – Смирнова
- тест Лиллиефорса
- тест Андерсона – Дарлинга
- тест Харке – Бера
- любой из перечисленных

Вопрос 6. Дисперсионный анализ с повторениями используется, когда

- генеральная совокупность тестируется при разных условиях
- генеральная совокупность тестируется в разные моменты времени
- в обоих перечисленных случаях

Вопрос 7. Исходные данные представляют значения некоторого показателя в моменты времени t_1, t_2, t_3 для объектов с номерами, указанными в столбце "No".

Выполнить дисперсионный анализ с повторными измерениями, используя функцию *AnovaRM* из библиотеки *statsmodels*.

Предварительно преобразовать данные в «длинный» формат, используя метод *melt()*.

В качестве ответа ввести полученное значение F-статистики.

Ответ:

F =

Вопрос 8. Исходные данные представляют значения некоторого показателя p , зависящего от t_1, t_2, t_3 .

Построить модель множественной линейной регрессии, используя функцию *ols()* из библиотеки *statsmodels*.

В качестве ответа ввести значение коэффициента детерминации R^2 .

Ответ:

R^2 =

Вопрос 9. Для перечисленных моделей временных рядов установите соответствие, выбрав ответ из следующего списка:

МА-модель
ARMA
SARIMA
ARIMA
AR-модель
SARIMAX

- Авторегрессионная модель
- Модель скользящего среднего
- Модель авторегрессии – скользящего среднего
- Интегрированная модель авторегрессии – скользящего среднего
- Сезонное авторегрессионное интегрированное скользящее среднее
- Модель, включающая внешние или экзогенные факторы

Вопрос 10. По исходным данным из файла *.csv определите значения параметров процесса ARMA(1,1)

$$X_t = \alpha * X_{t-1} + \varepsilon_t + \beta * \varepsilon_{t-1}$$

Ответ:

$\alpha =$

$\beta =$

Практические задания

Описательная статистика и группировка данных. Проверка статистических гипотез

1. Загрузить набор данных (по своему варианту) как датафрейм библиотеки *pandas*.
2. Получить представления о наборе данных с помощью методов библиотеки *pandas* (*shape, head, tail, describe, info*).
3. Вычислить описательные статистики (среднее значение, медиану, – дисперсию, стандартное отклонение, коэффициент эксцесса, коэффициент асимметрии)/
4. Визуализировать данные – построить диаграммы:
 - гистограммы;
 - диаграмму размаха ("ящик с усами");
 - крафики функции распределения и плотности распределения.
4. Найти параметры распределений: логнормального, Вейбулла, гамма и экспоненциального, используя функции библиотеки *scipy*. Построить графики функции плотности распределения.
5. Проверить гипотезу о соответствии исходных данных каждому из перечисленных распределений с помощью теста Колмогорова – Смирнова. Построить графики функций распределения.
6. Вычислить значение логарифмической функции правдоподобия.
7. Построить диаграммы квантиль-квантиль.
8. Проверить гипотезу о нормальности распределения с помощью критерия Шапиро – Уилка.
7. Выполнить преобразование данных методом Бокса – Кокса.
8. Проверить критерии на нормальность распределения для преобразованных данных.

Многофакторный дисперсионный анализ

1. Исходные данные (по номеру варианта) в файле *.csv представляют значения некоторого показателя в моменты времени t_1, t_2, t_3 для объектов с номерами, указанными в столбце "No".

Объекты распределены по трем группам, номер группы задается в столбце "Group".

2. Задания

- Вычислить описательные статистики по группам.
- Проанализировать различие между группами в момент времени t_1 , выполнив однофакторный дисперсионный анализ. Проверить выполнение условий, необходимых для проведения дисперсионного анализа.

- Выполнить парный двухвыборочный t-тест для средних по моментам времени t_1 и t_2 для каждой из трех групп.
- Построить график изменения среднего значения по группам, предварительно преобразовав данные в длинный формат, используя метод `melt()`.
- Рассмотреть смешанную (*mixed-model*) модель 3x3 ANOVA.
- Выполнить дисперсионный анализ, используя функцию `mixed_anova` из библиотеки `pingouin`.
- Выполнить дисперсионный анализ для каждой пары групп.

Регрессионный анализ

Исходные данные (по номеру варианта) в файле *.csv представляют значения некоторого показателя p , зависящего от t_1, t_2, t_3 .

Построить модель множественной линейной регрессии, используя функцию `ols()` из библиотеки `statsmodels`.

Анализ и прогнозирование временных рядов

Задание 1

1. Исходные данные

- Создать датафрейм `df` с двумя столбцами `st` и `non_st` для стационарного и нестационарного процессов.
- Задать индекс как дату (в соответствии с вариантом задания, например, период с 30 января 2025 г. до 25 октября 2025 г.).
- Задать данные для стационарного процесса x_t как выборку из нормального распределения с параметрами по номеру варианту:
среднее значение – $N_{\text{варианта}} * 10$, стандартное отклонение – $N_{\text{варианта}}$.
- Нестационарный процесс определить как $x_t = \rho x_{t-1} + \varepsilon_t$, где ε – выборка из нормального распределения.

2. Задания

- Изменить шаг временного ряда, выполнить сдвиг и построить скользящее среднее (построить график).
- Провести разложение временного ряда на компоненты.
- Выполнить тесты на стационарность: обобщенный тест Дикки – Фуллера и тест Квятковского – Филлипса – Шмидта – Шина.
- Построить график автокорреляционной функции.
- Выполнить экспоненциальное сглаживание с помощью пользовательской функции и функции из библиотеки `statsmodels`.

Задание 2

1. Исходные данные. Моделирование процесса ARMA(1,1)

- Сгенерировать процесс $X_t = \alpha * X_{t-1} + \varepsilon_t + \beta * \varepsilon_{t-1}$

Для этого задать значения коэффициентов α и β по варианту (например, $\alpha = 0.33$, $\beta = 0.9$) и смоделировать процесс $ARMA(1,1)$ с помощью функции `ArmaProcess()` из библиотеки `statsmodels`. Например:

```
arparams = np.array([0.33])
```

```
maparams = np.array([0.9])
```

```
arma_process = sm.tsa.ArmaProcess.from_coeffs(arparams, maparams)
```

– Убедиться в стационарности и обратимости процесса ARMA (`arma_process.isstationary`, `arma_process.isinvertible`).

– Вычислить корни полинома в авторегрессионной модели и модели скользящего среднего:

$\alpha = 0.33$, $r_{ar} = 1/0.33 = 3.03030303$, (проверка: `arma_process.arroots`),

$\beta = 0.9$, $r_{ma} = -1/0.9 = -1.11111111$. (проверка: `arma_process.maroots`).

– Сгенерировать временной ряд `nsample = 500` для процесса $ARMA(1,1)$ (`arma_process.generate_sample`) и построить график.

2. Задания

– Построить графики автокорреляционной функции (ACF) и частной автокорреляционной функции (PACF).

– Построить модель $ARMA(1,1)$ с помощью функции `SARIMAX()` из библиотеки `statsmodels` с параметрами `seasonal_order=(0, 0, 0, 0)` (сезонной составляющей нет).

– Построить графики исходного временного ряда и полученного по модели.