**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код модуля** | **Модуль** |
| М.1.12 | Анализ временных рядов |

**Барнаул, 2021**

1. **СТРУКТУРА И ОБЪЕМ МОДУЛЯ** Анализ временных рядов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения** | **Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах и часах** | **Форма итоговой промежуточной аттестации по дисциплинам модуля и в целом по модулю** |
| 1. | Анализ временных рядов | 3/108 | Зачет |
| ИТОГО по модулю: | | 3/108 |  |

1. **ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО МОДУЛЮ** *не предусмотрено*

**3. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ 1** Анализ временных рядов

**Модуль** М.1.12 Анализ временных рядов

Оценочные материалы составлены автором(ами):

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Фамилия Имя Отчество** | **Ученая степень, ученое звание** | **Должность** | **Подразделение** |
| 1 | Пономарев И.В. | К.ф.-м.н., доцент | Доцент каф. математического анализа | Кафедра математического анализа |

1. **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ** Анализ временных рядов

Таблица 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Код и наименование компетенций, формируемые с участием дисциплины** | **Планируемые индикаторы достижения компетенций** | **Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине** |
| **1** | **3** | **4** |
| ОПК 1. Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте | ОПК-1.1. Знать: математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности.  ОПК-1.2. Уметь: решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний.  ОПК-1.3. Владеть: методами теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте. | Коллоквиум;  домашняя работа;  выполнение практических работ;  зачёт |

1. **ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ, ВКЛЮЧАЯ МЕРОПРИЯТИЯ ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ**
   1. **Распределение объема времени по видам учебной работы**

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование дисциплины модуля** | **Объем времени, отведенный на освоение дисциплины модуля**  *[указывается в соответствии с учебным планом]* | | | | | | | | |
| **Аудиторные занятия, час.** | | | | **Промежуточная аттестация** (форма итогового контроля.) | **Контактная работа** (час.) | **Самостоятельная работа студента, включая текущую аттестацию** (час.) | **Всего по дисциплине** | |
| **Занятия лекционного типа** | **Практические работы** | **Лабораторные работы** | **Всего** | **Час.** | **Зач. ед.** |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1. | Анализ временных рядов | 18 | 18 | 0 | 36 | зачёт | 41,65 | 66,35 | 108 | 3 |

* 1. **Виды СРС, количество и объем времени на контрольно-оценочные мероприятия СРС по дисциплине**

Таблица 3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Вид самостоятельной работы студента по дисциплине модуля** | **Количество контрольно-оценочных мероприятий СРС** | **Объем контрольно-оценочных мероприятий СРС (час.)** |
| 1. | Подготовка к лекционным, практическим занятиям |  | 13,5 час. |
| 2. | Выполнение и оформление мероприятий текущего контроля: |  |  |
| 2.1 | Домашняя работа | 1 | 5 час. |
| 2.2 | Коллоквиум | 2 | 10 час. |
| 3. | Подготовка к зачету | зачет | 12 час. |
| 4. | Самостоятельное изучение материала для подготовки к выполнению контрольных мероприятий |  | 25,85 час. |
| Итого на СРС по дисциплине: | | | 66,35 час. |

1. **ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)**

**Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **1.Лекции**: **коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.4** | | |
| **Текущая аттестация на лекциях** | **Сроки – семестр,**  **учебная неделя** | **Максимальная оценка в баллах** |
| Коллоквиум №1 | 2 сем, 4 нед. | 50 |
| Коллоквиум №2 | 2 сем., 8 нед. | 50 |
| **Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 1** | | |
| **Промежуточная аттестация по лекциям –** не предусмотрена  **Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0** | | |
| **2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.6** | | |
| **Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях** | **Сроки – семестр,**  **учебная неделя** | **Максимальная оценка в баллах** |
| Отчеты по результатам работ | 2 сем, 16 нед. | 40 |
| Домашняя работа | 2 сем., 16 нед. | 60 |
| **Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0.4** | | |
| **Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–** зачёт  **Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0.6** | | |

1. **КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ** 
   1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

**Критерии оценивания учебных достижений обучающихся**

|  |  |
| --- | --- |
| **Результаты обучения** | **Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам** |
| Знания | Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью. |
| Умения | Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью. |
| Опыт /владение | Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов. |
| Личностные качества | Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов.  Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения.  Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения. |

* 1. Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

**Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)** | | | | |
| **№ п/п** | **Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения**  **(выполненное оценочное задание)** | **Шкала оценивания** | | |
| **Традиционная характеристика уровня** | | **Качественная характеристика уровня** |
| 1. | Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет | Отлично  (80-100 баллов) | Зачтено | Высокий (В) |
| 2. | Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения | Хорошо  (60-79 баллов) | Средний (С) |
| 3. | Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания | Удовлетворительно  (40-59 баллов) | Пороговый (П) |
| 4. | Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка | Неудовлетворительно  (менее 40 баллов) | Не зачтено | Недостаточный (Н) |
| 5. | Результат обучения не достигнут, задание не выполнено | Недостаточно свидетельств для оценивания | | Нет результата |

1. **СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ**

**5.1. Описание контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля**

**5.1.1. Практические занятия**

|  |  |
| --- | --- |
| **Номер занятия** | **Примерный перечень тем практических занятий** |
| 1 | Разведывательный анализ временных рядов. Знакомство с библиотекой Pandas и методами работы с временными рядами в ней. Знакомство с библиотекой seaborn и методами визуализации временных рядов. |
| 2 | Моделирование временных рядов. Детерминистические модели. Основные типы трендов. Модели сезонности. Регулярные и нерегулярные события. Стохастические модели временных рядов. Понятие белый гауссов шум. Нестационарные шумы. Модель временного ряда со случайным блужданием. |
| 3 | Знакомство с библиотекой статистического анализа временных рядов statsmodels.tsa. Разложение временных рядов. Методы непараметрического предсказания временных рядов. Методы скользящего среднего. |
| 4 | Знакомство с библиотекой машинного обучения для анализа временных рядов sktime. Представления временных рядов с точки зрения задач машинного обучения. Преобразования временных раядов. Предсказание временных рядов. |
| 5 | Использование моделей АРСС для предсказания и анализа временных рядов. Библиотеки sktime, statsmodels, pmdarima. Выбор параметров для модели ARIMA. Тесты на стационарность. Автоматические методы подбора параметров. Анализ остатков. Особенности выбора параметров для модели SARIMA. Использование экзогенных факторов – модель SARIMAX. |
| 6 | Классификация одномерных временных рядов с использование методов машинного обучения библиотек sklearn и sktime. Представление временных рядов для задач классификации. Использование традиционных методов машинного обучения библиотеки sklearn для классификации временных рядов. Использование специальных методов sktime: временное дерево и временной лес, расстояние DTW и метод dtw-knn, классификаторы на основе словарей. Классификатор rocket. |
| 7 | Классификация и регрессия многомерных временных рядов с использование специальных методов машинного обучения. Особенности представления многомерных временных рядов в sktime. Изучение метода WEASEL. Изучение методов векторной авторегрессии библиотеки statsmodels. |
| 8 | Использование методов глубокого обучения в анализе временных рядов. Исследование одномерной сверточной нейронной сети в задаче классификации временных рядов. Исследование одномерной сверточной нейронной сети в задаче регрессии временных рядов. |

**5.1.2. Лабораторные занятия** *не предусмотрено*

**5.1.3. Курсовая работа / Курсовой проект** *не предусмотрено*

**5.1.4. Контрольная работа** *не предусмотрено*

**5.1.5. Домашняя работа**

**Примерная тематика** домашних работ***:***

1. Статистический анализ временных рядов.
2. Авторегрессионный анализ временных рядов
3. Извлечение, выбор и обработка признаков из данных в анализе временных рядов.
4. Особенности использования методов машинного зрения при анализе временных рядов
5. Особенности использования методов глубокого обучения в применении к анализу временных рядов.

**Примерные задания** в составе домашних работ***:***

1. Выбор задачи анализа временных рядов и соответствующего набора данных, например, на веб-сайте<https://www.kaggle.com/datasets?search=time+series>, например, набор данных<https://www.kaggle.com/wiseair/air-quality-in-milan-summer-2020> соответствующий задаче предсказания значений качества воздуха по имеющемуся временному ряду.

2. Разобраться с набросками решений, представленными для соответствующего набора данных.

3. Предложить свой вариант решения выбранной задачи.

4. Домашняя работа может выполняться командой из 2-4 студентов.

**5.1.6. Расчетная работа / Расчетно-графическая работа** *не предусмотрено*

**5.1.7. Реферат / эссе / творческая работа** *не предусмотрено*

**5.1.8. Проектная работа** *не предусмотрено*

**5.1.9. Деловая (ролевая) игра /** **Дебаты / Дискуссия / Круглый стол** *не предусмотрено*

**5.1.10. Кейс-анализ** *не предусмотрено*

**5.1.11. Коллоквиум**

Контрольные вопросы для коллоквиумов:

1 часть.

1.Дайте определение временного ряда;

2.Примеры задач, сводящихся к анализу временных рядов;

3.Расскажите о типах временных рядов, какие методы сведения временного ряда к аддитивной модели вы можете назвать;

4.Расскажите о том, какие есть компоненты во временном ряду, как можно отличить сезонность от циклической части;

5.Дайте определение шумов, какие типы шумов могут быть, почему шум i.i.d. имеет особое значение;

6.Дайте определение детерминистическому и стохастическому временным рядам, приведите примеры;

7.Дайте определения стационарности, приведите примеры стационарных в узком и широком смыслах задач, а также пример нестационарной задачи анализа временных рядов;

8.Приведите примеры тестов временных рядов на стационарность, зачем они нужны.

9.Приведите примеры многопараметрических временных рядов, в чем отличие экзогенных факторов и многопараметрических факторов;

10.Расскажите об основных статистических характеристиках временных рядов;

11.Расскажите о методах анализа остаточной части временных рядов;

12.Расскажите о методах скользящего среднего, какие типы бывают и зачем они нужны.

13.Назовите особенности моделей авторегрессии-скользящего среднего.

14.Назовите условия для использования простого и сезонного диффиренцирования в АРСС моделях.

15.Расскажите о разнице между моделями ARMA, ARIMA, SARIMA, SARIMAX.

16.Назовите смысл порядков модели SARIM (p,d,q)(P,D,Q)s.

17.Расскажите, как следует выбирать порядки моделей АРСС.

18.Назовите разницу между: AIC, BIC и RSS.

19.Приведите примеры многомерных временных рядов и рядов с экзогенными факторами. Какие АРСС модели для них можно использовать?

20.Расскажите, что такое обобщенная адаптивная модель.

2 часть.

1.Расскажите какие признаки бывают у временных рядов. Приведите примеры.

2.Ответьте на вопрос, почему и когда следует рассматривать отдельные признаки временных рядов и когда сами временные ряды.

3.Назовите цели использования разведывательного анализа данных.

4.Назовите некоторые методы выделения признаков во временных рядах. Приведите примеры.

5.Назовите некоторые методы отбора признаков во временных рядах. Приведите примеры.

6.Назовите разницу между частотным и временным представление временных рядов.

7.Сравните цели и особенности использования классических статистических методов и методов машинного обучения в приложениях ко временным рядам.

8.Назовите задачи и методы кластеризации временных рядов. Приведите примеры.

9.Назовите методы расчета расстояний и метрик временных рядов. Приведите примеры использования.

10.Назовите методы поиска аномалий во временных рядах. Приведите примеры.

11.Назовите особенности использования глубокого обучения в приложениях ко временным рядам.

12.Приведите примеры архитектур полносвязных нейронных сетей для анализа временных рядов.

13.Приведите примеры архитектур сверточных нейронных сетей для анализа временных рядов.

14.Приведите примеры архитектур рекуррентных нейронных сетей для анализа временных рядов.

15.Приведите примеры архитектур нейронных сетей с использованием слоев внимания для анализа временных рядов.

16.Объясните важность и смысл расширенной свертки в анализе временных рядов.

17.Объясните важность и смысл использования слоев внимания в анализе временных рядов.

18.Сравните различные подходы к глубокому обучению нейронных сетей в приложениях к анализу временных рядов. Приведите примеры.

**5.2. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля**

**5.2.1. Экзамен /зачет в форме независимого тестового контроля (НТК)** НТК по дисциплине модуля не проводится.

**5.2.2. Зачет в традиционной форме** (тестирование)**:**

**Примерный вариант итогового теста:**

1. Выберете **верное** определение тренда временного ряда:
   * Часть любого ряда с почти монотонным (или локально монотонным) поведение и высокой интенсивностью.
   * Часть временного ряда со сравнительно высокой частотой повторений значений.
   * Стохастическая часть ряда, которая может быть как стационарной, так и не стационарной.
2. Выберете **неверное** утверждение о модели временного ряда:
   * Редкие, но регулярные события должны быть рассмотрены как циклическая часть ряда.
   * Редкие и иррегулярные события могут быть исключены или обработаны как аномальные явления.
   * Цикличность может быть включена в тренд.
3. Выберете выражение для процесса случайного блуждания:
   * 𝑦(𝑡)=𝑐/(1+𝑒𝑥𝑝(−𝑘(𝑡−𝑚))).
   * 𝑦\_𝑛=𝑦\_(𝑛−1)+𝜀\_𝑛.
   * 𝑦(𝑡)=𝑎⋅𝑡+𝑏.
4. Выберете определение не стационарного временного ряда:
   * Временной ряд, в котором последующие одна за другой части различаются.
   * Временной ряд, в котором среднее и дисперсия постоянны для любого сегмента ряда.
   * Временной ряд, в котором каждая часть одинаковая, независимо от того когда она выбрана.
5. Выберете выражение для автокорреляционной функции:

1. Выберите выражение для метрики SMAE:
2. Выберите выражение для экспоненциального среднего:
3. Выберите выражение для ARMA процесса:
4. Выберите причину предпочтения модели ARIMA по сравнению с моделью ARMA:
   * Выбор ARIMA в случае слишком высокого порядка AR или MA в ARMA.
   * Выбор ARIMA в случае слишком зашумленных данных
   * Выбор ARIMA в случае нестационарного временного ряда.
5. Выберите причину предпочтения модели SARIMA по сравнению с моделями ARMA и ARIMA:
   * Выбор SARIMA в случае высокое влияние сезонности или нестационарное сезонное поведение.
   * Выбор SARIMA в случае, когда ряд напоминает модель случайного блуждания.
   * Выбор SARIMA в случае не стационарного поведения тренда.
6. Выберите **неверное** утверждение касательно преобразования признаков временного ряда:
   * Разведывательный анализ данных позволяет получить начальные предположения об особенностях поведения данных.
   * Выбор признаков может быть как с учителем, так и без учителя.
   * Выделение признаков – это задача представления данных в виде, пригодном для их последующей обработки каким-либо методом.
7. Выберите функция расстояния для кластеризации временного ряда (или его сегмента) в случае, когда у вас нет требований по совпадению временного поведения сегментов.
   * Расстояние Эвклида.
   * Расстояние косинусов.
   * Расстояние с динамическим сжатием по времени (DTW).
8. Выберите **неверное** утверждение касательно определения аномального поведения:
   * Использование изоляционного леса – это задача с учителем;
   * Использование автокодирующей сети — это задача полу-контролируемого обучения;
   * Использование одноклассового метода опорных векторов — это задача обучения без учителя.
9. Выберите **неверное** утверждение касательно классификации временных рядов
   * Шейплет – это часть временного ряда, которая в наибольшей степени характеризует его класс.
   * Ансамблевые методы классификации (как RISE и TSF) – это комбинация определённых точечных признаков и метода случайного леса.
   * Метод HIVE-COTE как правило уступает таким методам, как классификация на основе словарей (BOSS).
10. Выберите **неверное** утверждение касательно предсказания значений временных рядов:
    * Классические методы машинного обучения как правило дают наибольшую точность, но имеют высокую временную сложность.
    * Метод SARIMXA (в т.ч. ARIMA) как правило плохо обрабатывают большие объемы данных.
    * Не параметрические методы (например, Holt-Winter) позволяют достигнуть лучших показателей в случае однопеременных данных небольшого размера.
11. Выберите **неверное** утверждение касательно использования методов глубокого обучения в анализе временных рядов:
    * Одномерная расширенная свертка – это наиболее популярное решение так как обеспечивает сравнительно низкую вероятность переобучения при высокой величине рецептивного поля.
    * Рекуррентные сети часто не позволяют достигать высоких результатов в силу высокой сложности их тренировки.
    * Методы нелинейной авторегрессии (NAR, NARX) показывают наилучшие результаты в задаче предсказания.