

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»



УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

С.Т. Князев
2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля
М.1.12

Модуль
Анализ временных рядов

Екатеринбург, 2021

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа Инженерия искусственного интеллекта	Код ОП 09.04.01
Направление подготовки Информатика и вычислительная техника	Код направления и уровня подготовки 09.04.01

Области образования, в рамках которых реализуется модуль образовательной программы по СУОС УрФУ :

№ п/п	Перечень областей образования, для которых разработан СУОС УрФУ	Уровень подготовки
1.	Инженерное дело, технологии и технические науки	магистратура

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Ронкин Михаил Владимирович	кандидат технических наук	Доцент	Учебно-научный центр “Информационная безопасность”, ИРИТ-РТФ, УрФУ
2	Созыкин Андрей Владимирович	Кандидат технических наук	Доцент	Кафедра информационных технологий и систем управления, ИРИТ-РТФ, УрФУ

Рекомендовано учебно-методическим советом института радиоэлектроники и информационных технологий-РТФ

Протокол № 7 от 11.10.2021 г.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Анализ временных рядов

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «Анализ временных рядов» состоит из одноименной дисциплины. Целью курса является формирование умений по применению научно-обоснованной комплексной методологии анализа и прогнозирования временных рядов на основе методов статистического анализа, моделирования и прогнозирования информации, с учетом отечественного и зарубежного опыта по использованию подобных подходов на практике.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах и часах
1.	Анализ временных рядов	3/108
ИТОГО по модулю:		3/108

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	<i>отсутствуют</i>
Постреквизиты и корреквизиты модуля	<i>отсутствуют</i>

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Анализ временных рядов	ОПК-2. Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	ОПК-2. З-1. Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности. ОПК-2. У-1. Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа. ОПК-2. П-1. Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического

		анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ. ОПК-2. Д-1. Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели.
--	--	--

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной форме.

2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН МОДУЛЯ

ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Анализ временных рядов

РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН МОДУЛЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ 1

Анализ временных рядов

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Ронкин Михаил Владимирович	кандидат технических наук	Доцент	Учебно-научный центр «Информационна я безопасность», ИРИТ-РТФ, УрФУ

Рекомендовано учебно-методическим советом института радиоэлектроники и информационных технологий-РТФ

Протокол № 7 от 11.10.2021 г.

2. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ 1

Анализ временных рядов

2.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология;
- Смешанная модель обучения с использованием онлайн-курса;
- Исключительно электронного обучения с использованием внутреннего онлайн-курса.

2.2. Содержание дисциплины 1

Таблица 1.3

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Особенности предмета анализа временных рядов.	Особенности предмета анализ временных рядов; Обзор некоторых задач анализа временных рядов; Типы временных рядов; Особенности моделей временных рядов; Типы задач анализа временных рядов; Особенности использования подходов аналитической статистики и машинного обучения при анализе временных рядов.
2	Статистический анализ временных рядов.	Основные статистические характеристики временных рядов. Анализ остатков и его особенности. Тесты на стационарность. Использование фильтрации методом скользящего среднего в применении к анализу временных рядов. Линейный регрессионный анализ временных рядов; Обзор особенностей робастной статистики; Особенности адаптивных регрессионных моделей.
3	Авторегрессионный анализ временных рядов	Авторегрессионная модель временного ряда; Модель скользящего среднего временного ряда; Специфика использования модели авторегрессии-скользящего среднего (АРСС); Модель интегрированной АРСС и ее использование в анализе временных рядов; Модель сезонной интегрированной АРСС и ее использование в анализе временных рядов; Особенности выбора порядка моделей АРСС и других; Обзор других моделей на основе АРСС; Примеры решения задач анализа временных рядов с использованием АРСС.
4	Извлечение, выбор и обработка признаков из данных в анализе временных рядов.	Особенности признаков в анализе временных рядов. Примеры признаков. Особенности проведение разведывательного анализа данных; Некоторые методы представления признаков временных рядов; Обзор методов извлечения признаков из временных рядов; Методы обработки признаков временных рядов; Методы отбора признаков временных рядов.

5	Особенности использования методов машинного зрения при анализе временных рядов	Особенности временных рядов с точки зрения данных для использования методов машинного обучения; Обзор некоторых задач анализа временных рядов с их решениями методами машинного обучения; Метрики временных рядов; Обзор задач кластеризации временных рядов; Методы поиска аномалий во временных рядах; Особенности задач классификации временных рядов и методов их решения; Особенности задач регрессии для временных рядов и методы их решения с применением машинного обучения.
6	Особенности использования методов глубокого обучения в применении к анализу временных рядов.	Особенности методов глубокого обучения среди других методов машинного обучения. Обзор особенностей обучения глубоких нейронных сетей в приложениях к анализу временных рядов. Обзор перспектив и текущего состояния некоторых архитектур полносвязных нейронных сетей; Обзор перспектив и текущего состояния некоторых архитектур рекуррентных нейронных сетей и их использование в анализе временных рядов; Одномерные сверточные нейронные сети и их использование в анализе временных рядов; Механизм внимания и его использование в архитектурах нейронных сетей предназначенных для анализа временных рядов.

2.3. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации.

2.4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Анализ временных рядов

Электронные ресурсы (издания)

1. М.В. Ронкин. Курс Time Series Analysis. URL: <https://github.com/MVRonkin/Time-Series-Analysis-Lectures-and-Workshops> (дата обращения: 04.10.2021).
2. Примеры использования библиотеки SKTimes. URL: <https://github.com/sktime/sktime-tutorial-pydata-amsterdam-2020> (дата обращения: 04.10.2021).
3. Практический Анализ временных рядов. URL: <https://github.com/nmmarcelnv/PracticalTimeSeries> (дата обращения: 04.10.2021).
4. Список открытых ресурсов по анализу временных рядов с использованием методов глубокого обучения нейронных сетей. URL: <https://github.com/Alro10/deep-learning-time-series> (дата обращения: 04.10.2021).
5. Список открытых ресурсов по анализу временных рядов. URL: <https://github.com/bifeng/Awesome-time-series> (дата обращения: 04.10.2021).
6. Список библиотек анализа временных рядов для языка программирования Python. URL: https://github.com/MaxBenChrist/awesome_time_series_in_python (дата обращения: 04.10.2021).
7. Ресурс, посвященный методам и наборам данных для классификации временных рядов. URL: <http://timeseriesclassification.com/index.php> (дата обращения: 04.10.2021).
8. Репозиторий, связанный с книгой Practical Time Series Analysis. URL: <https://github.com/PracticalTimeSeriesAnalysis/BookRepo> (дата обращения: 04.10.2021).

9. Архив наборов данных для анализа временных рядов. URL: https://www.cs.ucr.edu/~eamonn/time_series_data_2018/ (дата обращения: 04.10.2021).

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Цифровая библиотека научно-технических изданий Института инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE)) на английском языке – <http://www.ieee.org/ieeexplore>
2. Oxford University Press – <http://www.oxfordjournals.org/en/>
3. Архив препринтов с открытым доступом – <https://arxiv.org/>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Academic Search Ultimate EBSCO publishing – <http://search.ebscohost.com>
2. eBook Collections Springer Nature – <https://link.springer.com/>
3. Гугл Академия – <https://scholar.google.ru/>

2.5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Анализ временных рядов

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции; Лабораторные занятия.	Аудитория с проектором	Используется бесплатно-распространяемое программное обеспечение: 1. Python – https://www.python.org/ 2. PyTorch - https://pytorch.org/ 3. TensorFlow, Keras - https://www.tensorflow.org/ 4. Sktime - https://www.sktime.org/en/v0.4.2/ 5. Pandas - https://pandas.pydata.org/ 6. Anaconda solution - https://www.anaconda.com/ Веб - среда разработки для языка программирования Python: 7. google colab - https://colab.research.google.com/

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Код модуля
М.1.12

Модуль
Анализ временных рядов

Екатеринбург, 2021

Оценочные материалы по модулю составлены авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Ронкин Михаил Владимирович	кандидат технических наук	Доцент	Учебно-научный центр «Информационная безопасность», ИРИТ-РТФ, УрФУ
2	Созыкин Андрей Владимирович	Кандидат технических наук	Доцент	Кафедра информационных технологий и систем управления, ИРИТ-РТФ, УрФУ

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	

2. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО МОДУЛЮ

не предусмотрено

Раздел 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	Созыкин Андрей Владимирович	кандидат технических наук	доцент	Кафедра информационных технологий и систем управления, ИРИТ-РТФ, УрФУ

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

Таблица 1

Код и наименование компетенций, формируемые с участием дисциплины	Планируемые результаты обучения	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	3	4
<p>ОПК-2. Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа</p>	<p>ОПК-2. З-1. Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-2. У-1. Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа.</p> <p>ОПК-2. П-1. Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ.</p> <p>ОПК-2. Д-1. Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели.</p>	<p>Коллоквиум; домашняя работа; выполнение практических работ; зачёт</p>

2. ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ, ВКЛЮЧАЯ МЕРОПРИЯТИЯ ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1. Распределение объема времени по видам учебной работы

Таблица 2

№ п/п	Наименование дисциплины модуля	Объем времени, отведенный на освоение дисциплины модуля								
		Аудиторные занятия, час.				Промежуточная аттестация (форма итогового контроля.)	Контактная работа (час.)	Самостоятельная работа студента, включая текущую аттестацию (час.)	Всего по дисциплине	
		Зан яти я лек цио нно го тип а	2.1.1.1. Прак тиче ские рабо ты	Лабора торн ые работ ы	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

2.2. 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.

3. 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,	Максимальная оценка

	учебная неделя	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		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. 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.

4.2. 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

5. 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 рядов. Предсказание временных рядов.
5	Использование моделей APCC 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 использованием 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 использованием 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 дифференцирования в APCC 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 APCC.
18. Назовите разницу между: AIC, BIC и RSS.
19. Приведите примеры многомерных временных рядов и рядов с экзогенными факторами. Какие APCC 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 представлением 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. Выберите **верное** определение тренда временного ряда:
 - Часть любого ряда с почти монотонным (или локально монотонным) поведением 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. Выберите **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.
 - Циклическость может быть включена в тренд.
3. Выберите выражение для процесса случайного блуждания:
 - $y(t) = c / (1 + \exp(-k(t-m)))$.
 - $y_n = y_{(n-1)} + \varepsilon_n$.
 - $y(t) = a \cdot t + b$.
4. Выберите 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. Выберите выражение для автокорреляционной функции:
 - $\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} y_i$.
 - $\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (y_i - ev)^2$.
 - $\frac{1}{N} \frac{\sum_{i=0}^{N-1} (y_k - ev)(y_{i-k} - ev)}{\text{var}(v)}$.
6. Выберите выражение для метрики SMAE:
 - $\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - ev(y))^2}$.

- $\frac{1}{N} \sum_{n=0}^N \frac{|\widehat{y}_n - y_n|}{|v_n| + |\widehat{v}_n|}$.
 - $\frac{1}{n} \sum_{n=0}^N |\widehat{y}_n - y_n|$.
7. Выберите выражение для экспоненциального среднего:
- $\widehat{v}_n = \alpha y_n + (1 - \alpha) \widehat{v}_{n-1}$.
 - $y_{ma}(n) = \frac{1}{m} \sum_{i=n-m}^n w_i y$
 - $\widehat{y}_n = \sum_{i=1}^p \alpha_i y_{n-i}$.
8. Выберите выражение для ARMA процесса:
- $\widehat{y}_n = \sum_{i=0}^p w_i x_i(n)$.
 - $\widehat{y}_n = \sum_{i=1}^p \alpha_i y_{n-i} + \sum_{i=0}^q \beta_i \varepsilon_{n-i}$.
 - $\widehat{y}_n = \frac{1}{m} \sum_{i=n-m}^n w_i y_i$.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. 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).
13. 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.
14. 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 NIVE-COTE как правило уступает таким методам, как классификация на основе словарей (BOSS).
15. Выберите **неверное** утверждение касательно предсказания значений временных рядов:
- Классические методы машинного обучения как правило дают наибольшую точность, но имеют высокую временную сложность.
 - Метод SARIMAX (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.

16. 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.