

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**

Институт информационных технологий и радиоэлектроники



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Анализ временных рядов»**

**направление подготовки / специальность**  
09.04.04 «Программная инженерия»

**направленность (профиль) подготовки**  
Инженерия искусственного интеллекта

г. Владимир  
2021

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Анализ временных рядов» 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.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Анализ временных рядов» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции <i>(код, содержание индикатора)</i>	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-1. Способен исследовать и разрабатывать архитектуры систем искусственного интеллекта для различных предметных областей на основе комплексов методов и инструментальных средств систем искусственного интеллекта	ПК-1.1. Знать: ПК-1.1.1. архитектурные принципы построения систем искусственного интеллекта ПК-1.1.2. методы декомпозиции основных подсистем (компонентов) и реализации их взаимодействия на основе методологии предметно-ориентированного проектирования ПК-1.1.3. методы и инструментальные средства систем искусственного интеллекта, критерии их выбора и методы комплексирования в рамках создания интегрированных гибридных интеллектуальных систем различного назначения	Знает: архитектурные принципы построения систем искусственного интеллекта; методы декомпозиции основных подсистем (компонентов) и реализации их взаимодействия на основе методологии предметно-ориентированного проектирования; методы и инструментальные средства систем искусственного интеллекта, критерии их выбора и методы комплексирования в рамках создания интегрированных гибридных интеллектуальных систем различного назначения	Рейтинг-контроль Экзамен

	<p>ПК-1.2. Уметь:</p> <p>ПК-1.2.1. выстраивать архитектуру системы искусственного интеллекта</p> <p>ПК-1.2.2 осуществлять декомпозицию основных подсистем (компонентов) на основе методологии предметно-ориентированного проектирования</p> <p>ПК-1.2.3. выбирать, применять и интегрировать методы и инструментальные средства систем искусственного интеллекта, критерии их выбора и методы комплексирования в рамках создания интегрированных гибридных систем различного назначения</p> <p>ПК-1.3. Иметь навыки:</p> <p>ПК-1.3.1. реализации взаимодействия основных подсистем (компонентов) на основе методологии предметно-ориентированного проектирования</p>	<p>Умеет: выстраивать архитектуру системы искусственного интеллекта; осуществлять декомпозицию основных подсистем (компонентов) на основе методологии предметно-ориентированного проектирования; выбирать, применять и интегрировать методы и инструментальные средства систем искусственного интеллекта, критерии их выбора и методы комплексирования в рамках создания интегрированных гибридных систем различного назначения</p> <p>Иметь навыки: реализации взаимодействия основных подсистем (компонентов) на основе методологии предметно-ориентированного проектирования</p>	
--	--	---	--

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа

**Тематический план  
форма обучения – очная**

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Особенности предмета анализа временных рядов.	3	1-3	3		3	1	12	
2	Статистический анализ временных рядов.	3	4-6	3		3	1	12	Рейтинг-контроль №1
3	Авторегрессионный анализ временных рядов	3	7-9	3		3	1	12	
4	Извлечение, выбор и обработка признаков из данных в анализе временных рядов.	3	10-12	3		3	2	12	Рейтинг-контроль №2
5	Особенности использования методов машинного зрения при анализе временных рядов	3	13-15	3		3	2	12	
6	Особенности использования методов глубокого обучения в применении к анализу временных рядов.	3	16-18	3		3	2	12	Рейтинг-контроль №3
Всего за 3 семестр:				18		18		72	Экзамен, 36
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине				18		18		72	Экзамен, 36

**Содержание лекционных занятий по дисциплине**

- 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.
- 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.

### **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

1. Исследовательский Анализ Данных. Знакомство с Pandas и методами работы с временными рядами; познакомьтесь с Seaborn и его методами визуализации временных рядов.

2. Моделирование временных рядов. Детерминированные модели, основные типы тенденций, сезонные модели, регулярные и нерегулярные события, гауссовский белый шум, нестационарная шумовая система, поведение модели в случайном порядке.

3. Непараметрический анализ временных рядов. Знакомство с statsmodels.tsa. Декомпозиция временных рядов (тренд, сезон, остаточный), непараметрическое прогнозирование временных рядов, методы скользящего среднего.

4. Методы, основанные на машинном обучении для временных рядов. Знакомство с sktime. Преобразования временных рядов, прогнозирование временных рядов с помощью sktime.

5. Модели ARMA. Описание работы с ARIMA с использованием sktime, statsmodels, pmdarima; методы выбора заказа модели; остаточный анализ; автоматические методы выбора заказа; специфика моделей SARIMA; экзогенные факторы в модели SARIMAX.

6. Классификация одномерных временных рядов. Специфика sklearn и sktime; традиционные методы машинного обучения в sklearn; специальные методы sktime, расстояния DTW, классификатор ракет; классификаторы на основе словарей.

7. Классификация и прогнозирование многомерных временных рядов. Специфика работы с многомерными данными; классификация методами WEASEL; методы векторной авторегрессии.

8. Методы, основанные на глубоком обучении, в анализе временных рядов. Исследование 1-D CNN в задачах классификации и прогнозирования.

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **5.1. Текущий контроль успеваемости**

Рейтинг-контроль №1

1. Особенности предмета анализ временных рядов;
2. Обзор некоторых задач анализа временных рядов;
3. Типы временных рядов;
4. Особенности моделей временных рядов;
5. Типы задач анализа временных рядов;
6. Особенности использования подходов аналитической статистики и машинного обучения при анализе временных рядов.
7. Основные статистические характеристики временных рядов.
8. Анализ остатков и его особенности.
9. Тесты на стационарность.
10. Использование фильтрации методом скользящего среднего в применении к анализу временных рядов.
11. Линейный регрессионный анализ временных рядов;
12. Обзор особенностей робастной статистики;
13. Особенности адаптивных регрессионных моделей.

### Рейтинг-контроль №2

1. Авторегрессионная модель временного ряда;
2. Модель скользящего среднего временного ряда;
3. Специфика использования модели авторегрессии-скользящего среднего (АРСС);
4. Модель интегрированной АРСС и ее использование в анализе временных рядов;
5. Модель сезонной интегрированной АРСС и ее использование в анализе временных рядов;
6. Особенности выбора порядка моделей АРСС и других;
7. Обзор других моделей на основе АРСС;
8. Примеры решения задач анализа временных рядов с использованием АРСС.
9. Особенности признаков в анализе временных рядов.
10. Примеры признаков.
11. Особенности проведение разведывательного анализа данных;
12. Некоторые методы представления признаков временных рядов;
13. Обзор методов извлечения признаков из временных рядов;
14. Методы обработки признаков временных рядов;
15. Методы отбора признаков временных рядов.

### Рейтинг-контроль №3

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

### **5.2. Промежуточная аттестация** по итогам освоения дисциплины *(экзамен)*

#### Вопросы к экзамену:

1. Особенности предмета анализ временных рядов;
2. Обзор некоторых задач анализа временных рядов;
3. Типы временных рядов;
4. Особенности моделей временных рядов;
5. Типы задач анализа временных рядов;
6. Особенности использования подходов аналитической статистики и машинного обучения при анализе временных рядов.

7. Основные статистические характеристики временных рядов.
8. Анализ остатков и его особенности.
9. Тесты на стационарность.
10. Использование фильтрации методом скользящего среднего в применении к анализу временных рядов.
11. Линейный регрессионный анализ временных рядов;
12. Обзор особенностей робастной статистики;
13. Особенности адаптивных регрессионных моделей.
16. Авторегрессионная модель временного ряда;
17. Модель скользящего среднего временного ряда;
18. Специфика использования модели авторегрессии-скользящего среднего (АРСС);
19. Модель интегрированной АРСС и ее использование в анализе временных рядов;
20. Модель сезонной интегрированной АРСС и ее использование в анализе временных рядов;
21. Особенности выбора порядка моделей АРСС и других;
22. Обзор других моделей на основе АРСС;
23. Примеры решения задач анализа временных рядов с использованием АРСС.
24. Особенности признаков в анализе временных рядов.
25. Примеры признаков.
26. Особенности проведение разведывательного анализа данных;
27. Некоторые методы представления признаков временных рядов;
28. Обзор методов извлечения признаков из временных рядов;
29. Методы обработки признаков временных рядов;
30. Методы отбора признаков временных рядов.
31. Особенности временных рядов с точки зрения данных для использования методов машинного обучения;
32. Обзор некоторых задач анализа временных рядов с их решениями методами машинного обучения;
33. Метрики временных рядов;
34. Обзор задач кластеризации временных рядов;
35. Методы поиска аномалий во временных рядах;
36. Особенности задач классификации временных рядов и методов их решения;
37. Особенности задач регрессии для временных рядов и методы их решения с применением машинного обучения.
38. Особенности методов глубокого обучения среди других методов машинного обучения.
39. Обзор особенностей обучения глубоких нейронных сетей в приложениях к анализу временных рядов.
40. Обзор перспектив и текущего состояния некоторых архитектур полносвязных нейронных сетей;
41. Обзор перспектив и текущего состояния некоторых архитектур рекуррентных нейронных сетей и их использование в анализе временных рядов;
42. Одномерные сверточные нейронные сети и их использование в анализе временных рядов;
43. Механизм внимания и его использование в архитектурах нейронных сетей, предназначенных для анализа временных рядов.

Примерный вариант теста:

1. Выберите определение тренда во временных рядах:
  - часть любого временного ряда с почти монотонным (или локально монотонным) поведением и часто высокой интенсивностью.
  - часть любого временного ряда с относительно высокой частотой повторения.



○ стохастическая часть любого временного ряда может быть стационарной или нестационарной.

2. Выберите неверное утверждение для моделей временных рядов:

○ редкие, но регулярные события необходимо рассматривать как циклическую часть.  
○ редкие и нерегулярные события могут быть исключены или обработаны как аномалии, такие как новизна, неисправность и т. Д.

○ циклический может быть включен в первый тренд.

3. Выберите выражение для тренда 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 нестационарного временного ряда:

○ Временные ряды, для которых разные части различаются.

○ Временные ряды с постоянным средним значением и дисперсией для каждого из его сегментов.

○ Временные ряды, для которых все части одинаковы, независимо от того, в какой момент взята часть.

5. Выберите причины использования ARIMA вместо ARMA при прогнозировании временных рядов:

○ Выберите ARIMA, если вы получаете слишком большой заказ деталей AR или MA для ARMA.

○ Выберите ARIMA, если у вас слишком шумные данные (влияние высоких шумов).

○ Выберите ARIMA, если у вас нестационарное трендовое поведение временных рядов.

6. Выберите причины использования SARIMA вместо ARMA ARIMA в прогнозировании временных рядов:

○ Выберите SARIMA, если у вас есть влияние высокого сезона и/или нестационарная часть сезона.

○ Выберите SARIMA, если у вас поведение серий, подобное случайному блужданию.

○ Выберите SARIMA, если у вас нестационарное трендовое поведение временных рядов.

7. Выберите неверное утверждение об инженерии функций временных рядов:

○ Исследовательский анализ данных, позволяющий получить первоначальные предположения о поведении данных.

○ Выбор функций может быть как контролируемым, так и неконтролируемым.

○ Извлечение признаков - это задача представления данных для их подгонки под какой-либо конкретный метод.

8. Выберите функцию расстояния для кластеризации временных рядов (или их сегментов) в случае, если у вас нет требований к аналогичному поведению во времени,

○ Евклидово расстояние.

○ Косинусное подобие (расстояние корреляции).

○ Расстояние Динамического переноса во времени.

9. Выберите неправильную стратегию обнаружения аномалий:

○ используйте изолированный лес для выполнения контролируемой задачи.

○ используйте автокодер для выполнения задач под наблюдением.

○ используйте векторную машину с поддержкой одного класса для выполнения неконтролируемой задачи.

10. Выберите неверное утверждение для классификации временных рядов:

○ шейплет является частью сегмента временного ряда, который в наибольшей степени представляет свой класс.

○ классификаторы временных рядов на основе ансамблей (такие как RISE и TSF) представляют собой комбинацию конкретных точечных методов извлечения признаков и классификатора случайных лесов на основе этих признаков.

○ Иерархический коллектив голосов Ансамблей, основанных на преобразовании (HIVE-COTE), не может превзойти классификаторы, основанные на словаре, такие как BOSS.

11. Выберите неверное утверждение о прогнозировании временных рядов:

○ классические алгоритмы машинного обучения (управляемые данными) позволяют получать наилучшую точность для любых данных, но с низкими вычислительными затратами.

○ SARIMXA (в частности, ARIMA) не может обеспечить высокую производительность для больших многомерных наборов данных.

○ Подход, основанный на непараметрических стохастических моделях (например, Холт-Винтер), позволяет получить наилучшую точность для небольшого объема одномерных данных.

12. Выберите неверное утверждение о глубоком обучении при анализе временных рядов (DL в TSA):

○ 1-мерная нейронная сеть с набранной сверткой является наиболее популярной среди других DL в TSA из-за относительно низкой вероятности переобучения и высокого восприимчивого поля.

○ RNN не являются самым современным DL в TSA из-за высокой сложности обучения слишком глубокой сети.

○ Нелинейная авторегрессионная сеть (NAR, NARX) является лучшей по точности прогнозирования в типичных приложениях DL в TSA.

### **5.3. Самостоятельная работа обучающегося**

Самостоятельная работа обучающихся заключается в самостоятельном изучении отдельных тем, практической реализации заданий самостоятельной работы по этим темам, выполнении контрольных работ. Контроль выполнения самостоятельной работы проводится при текущих контрольных мероприятиях и на промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы – основная литература [1-3], дополнительная литература [1-2].

Примерные задания самостоятельной работы:

1. Выберите некоторые задачи анализа временных рядов, например, некоторые из них можно найти по следующей ссылке: <https://www.kaggle.com/datasets?search=time+series>. Например, набор данных с параметрами качества воздуха <https://www.kaggle.com/wisear/air-quality-in-milan-summer-2020>.

2. Разберитесь в материалах кода, представленных в общих чертах для соответствующего набора данных.

3. Предложите свое собственное решение выбранной проблемы.

4. Самостоятельную работу могут выполнять 2-4 студента.

Примерные задания контрольных работ:

Контрольная работа № 1

1. Определите временной ряд;
2. Примеры задач, которые сводятся к анализу временных рядов;
3. Расскажите о типах временных рядов, какие методы сведения временного ряда к аддитивной модели вы можете назвать;
4. Расскажите, каковы компоненты во временном ряду, как вы можете отличить сезонность от циклической части;
5. Дайте определение шума, какие типы шума могут быть, почему шум *i.i.d.* имеет особое значение;
6. Определите детерминированные и стохастические временные ряды, приведите примеры;
7. Дайте определения стационарности, приведите примеры стационарных задач в узком и широком смысле, а также пример задачи анализа нестационарных временных рядов;
8. Приведите примеры тестов временных рядов на стационарность, для чего они нужны.
9. Приведите примеры многопараметрических временных рядов, в чем разница между экзогенными факторами и многопараметрическими факторами;
10. Расскажите об основных статистических характеристиках временных рядов;
11. Расскажите о методах анализа остаточной части временного ряда;
12. Расскажите о методах скользящей средней, какие существуют типы и зачем они нужны.
13. Назовите особенности моделей авторегрессии - скользящее среднее.
14. Назовите условия использования простой и сезонной дифференциации в моделях ARSS.
15. Расскажите о разнице между моделями ARMA, ARIMA, SARIMA, SARIMAX.
16. Назовите значение порядков модели SARIM (p,d,q)(P,D,Q)s.
17. Расскажите, как выбрать заказы моделей ARSS.
18. Назовите разницу между: AIC, BIC и RSS.
19. Приведите примеры многомерных временных рядов и рядов с экзогенными факторами. Какие модели ARSS могут быть использованы для них?
20. Расскажите, что такое обобщенная адаптивная модель.

Контрольная работа №2

1. Расскажите, какие признаки имеют временные ряды. Привести примеры.
2. Ответьте на вопрос, почему и когда мы должны рассматривать отдельные признаки временных рядов и когда сами временные ряды.
3. Назовите цели использования анализа разведывательных данных.
4. Назовите некоторые методы выделения признаков во временных рядах. Привести примеры.
5. Назовите некоторые методы выбора признаков во временных рядах. Привести 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 временных рядов.
8. Назовите задачи и методы кластеризации временных рядов. Привести примеры.
9. Назовите методы расчета расстояний и показателей временных рядов. Приведите примеры использования.
10. Назовите методы поиска аномалий во временных рядах. Привести примеры.
11. Каковы особенности использования глубокого обучения в приложениях временных рядов.
12. Приведите примеры архитектур полностью связанных нейронных сетей для анализа

временных рядов.

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

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

15. Приведите примеры архитектур нейронных сетей, использующих уровни внимания для анализа временных рядов.

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

17. Объясните важность и значение использования уровней внимания при анализе временных рядов.

18. Сравните различные подходы к глубокому обучению нейронных сетей в приложениях для анализа временных рядов. Привести примеры.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература		
1. Садовникова, Н. А. Анализ временных рядов и прогнозирование / Садовникова Н. А. - Москва : Университет "Синергия", 2016. - 152 с. - ISBN 978-5-4257-0204-3. - Текст : электронный. Режим доступа : по подписке.	2016	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785425702043.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785425702043.html</a>
2. Барский, А. Б. Введение в нейронные сети / Барский А. Б. - Москва : Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2016. - Текст : электронный. Режим доступа : по подписке.	2016	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/intuit_060.html">https://www.studentlibrary.ru/book/intuit_060.html</a>
3. Хейдт, М. Изучаем pandas / Хейдт М. , пер. с англ. А. В. Груздева. - Москва : ДМК Пресс, 2018. - 438 с. - ISBN 978-5-97060-625-4. - Текст : электронный. Режим доступа : по подписке.	2018	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970606254.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970606254.html</a>
Дополнительная литература		
1. Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных / Флах П. - Москва : ДМК Пресс, 2015. - 400 с. - ISBN 978-5-97060-273-7. - Текст : электронный. Режим доступа : по подписке.	2015	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970602737.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970602737.html</a>
2. Рашка, С. Python и машинное обучение : крайне необходимое пособие по новейшей предсказательной аналитике, обязательное для более глубокого понимания методологии машинного обучения / Рашка С. - Москва : ДМК Пресс, 2017. - 418 с. - ISBN 978-5-97060-409-0. - Текст : электронный. Режим доступа : по подписке.	2017	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970604090.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970604090.html</a>

## 6.2. Периодические издания

1. Вестник компьютерных и информационных технологий ISSN 1810-7206.
2. 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>

## 6.3. Интернет-ресурсы

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/>
4. Электронно-библиотечная система «Лань» – <https://e.lanbook.com/>
5. Университетская библиотека ONLINE – <https://biblioclub.ru/>
6. Электронно-библиотечная система "Библиокомплектатор" (IPRbooks) <http://www.bibliocomplectator.ru/available>
7. Электронные информационные ресурсы Российской государственной библиотеки <https://www.rsl.ru/>
8. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» <https://cyberleninka.ru/>
9. Портал российского образования [www.edu.ru](http://www.edu.ru)
10. Портал российских электронных библиотек [www.elbib.ru](http://www.elbib.ru)
11. Научная электронная библиотека [www.eLibrary.ru](http://www.eLibrary.ru)
12. Научная библиотека ВлГУ [library.vlsu.ru](http://library.vlsu.ru)
13. Учебный сайт кафедры ИСПИ ВлГУ <https://ispi.cdo.vlsu.ru>
14. Электронная библиотечная система ВлГУ <https://vlsu.bibliotech.ru/>
15. М.В. Ронкин. Курс Time Series Analysis. URL: <https://github.com/MVRonkin/Time-Series-Analysis-Lectures-and-Workshops>
16. Примеры использования библиотеки SKTimes. URL: <https://github.com/sktime/sktime-tutorial-pydata-amsterdam-2020>
17. Практический Анализ временных рядов. URL: <https://github.com/nmmarcelnv/PracticalTimeSeries>
18. Список открытых ресурсов по анализу временных рядов с использованием методов глубокого обучения нейронных сетей. URL: <https://github.com/Alro10/deep-learning-time-series>
19. Список открытых ресурсов по анализу временных рядов. URL: <https://github.com/bifeng/Awesome-time-series>
20. Список библиотек анализа временных рядов для языка программирования Python. URL: [https://github.com/MaxBenChrist/awesome\\_time\\_series\\_in\\_python](https://github.com/MaxBenChrist/awesome_time_series_in_python)
21. Ресурс, посвященный методам и наборам данных для классификации временных рядов. URL: <http://timeseriesclassification.com/index.php>
22. Репозиторий, связанный с книгой Practical Time Series Analysis. URL: <https://github.com/PracticalTimeSeriesAnalysis/BookRepo>
23. Архив наборов данных для анализа временных рядов. URL: [https://www.cs.ucr.edu/~eamonn/time\\_series\\_data\\_2018/](https://www.cs.ucr.edu/~eamonn/time_series_data_2018/)

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий: занятий лекционного и лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Лабораторные работы проводятся в компьютерном классе, оборудованном мультимедийным проектором с экраном и обеспеченным доступом в

Интернет.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения:

- Операционная система Microsoft Windows 10
- Офисный пакет Microsoft Office 2016
- Бесплатное программное обеспечение (Python – <https://www.python.org/>, PyTorch - <https://pytorch.org/>, TensorFlow, Keras - <https://www.tensorflow.org/>, Sktime - <https://www.sktime.org/en/v0.4.2/>, Pandas - <https://pandas.pydata.org/>, Anaconda solution - <https://www.anaconda.com/>, Веб - среда разработки для языка программирования Python: google colab - <https://colab.research.google.com/> )

Рабочую программу составил: зав. каф. ИСПИ И.Е. Жигалов



Рецензент: к.т.н., ведущий специалист отдела ИТ ООО «Дау Изолан» Фадин Д.Н.



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ИСПИ

Протокол № 5 от 15.12.21 года

Заведующий кафедрой И.Е. Жигалов



Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 09.04.04 «Программная инженерия»

Протокол № 5 от 15.12.21 года

Председатель комиссии И.Е. Жигалов



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины

*Анализ временных рядов*

образовательной программы направления подготовки 09.04.04 «Программная инженерия»,

направленность: *Инженерия искусственного интеллекта (магистратура)*

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)**

Институт информационных технологий и радиоэлектроники  
Кафедра информационных систем и программной инженерии

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой

  
И.Е. Жигалов

« 15 » 12 20 21

Основание:  
решение кафедры

от « 15 » 12 20 21

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ  
ПРИ ИЗУЧЕНИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
«Анализ временных рядов»**

Направление подготовки: 09.04.04 «Программная инженерия»

Профиль подготовки: Инженерия искусственного интеллекта

Уровень высшего образования: магистратура

Владимир, 2021 г.

## ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине «Анализ временных рядов» разработан в соответствии с рабочей программой, входящей в ОПОП направления подготовки 09.04.04 «Программная инженерия», профиль подготовки «Инженерия искусственного интеллекта».

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного материала
1	Особенности предмета анализа временных рядов.	ПК-1	Рейтинг-контроль, экзамен
2	Статистический анализ временных рядов.	ПК-1	Рейтинг-контроль, экзамен
3	Авторегрессионный анализ временных рядов	ПК-1	Рейтинг-контроль, экзамен
4	Извлечение, выбор и обработка признаков из данных в анализе временных рядов.	ПК-1	Рейтинг-контроль, экзамен
5	Особенности использования методов машинного зрения при анализе временных рядов	ПК-1	Рейтинг-контроль, экзамен
6	Особенности использования методов глубокого обучения в применении к анализу временных рядов.	ПК-1	Рейтинг-контроль, экзамен

Комплект оценочных материалов по дисциплине «Анализ временных рядов» предназначен для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям образовательной программы, в том числе рабочей программы дисциплины «Анализ временных рядов», для оценивания результатов обучения: знаний, умений, навыков и уровня приобретенных компетенций.

Комплект оценочных материалов по дисциплине включает:

1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости:

- комплект вопросов рейтинг-контроля, позволяющих оценивать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, распознавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины;

- комплект вопросов для контроля самостоятельной работы обучающихся, позволяющих оценивать знание фактического материала;

2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации в форме:

- контрольные вопросы для проведения экзамена, позволяющие провести процедуру измерения уровня знаний и умений обучающихся.

**Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины «Анализ временных рядов» при освоении образовательной программы по направлению подготовки 09.04.04 «Программная инженерия»**

<i><b>ПК-1. Способен исследовать и разрабатывать архитектуры систем искусственного интеллекта для различных предметных областей на основе комплексов методов и инструментальных средств систем искусственного интеллекта</b></i>		
<i><b>Знать</b></i>	<i><b>Уметь</b></i>	<i><b>Иметь навыки</b></i>
архитектурные принципы построения систем искусственного интеллекта; методы декомпозиции основных подсистем (компонентов) и реализации их взаимодействия на основе методологии предметно-ориентированного проектирования; методы и инструментальные средства систем искусственного интеллекта, критерии их выбора и методы комплексирования в рамках создания интегрированных гибридных интеллектуальных систем различного назначения	выстраивать архитектуру системы искусственного интеллекта; осуществлять декомпозицию основных подсистем (компонентов) на основе методологии предметно-ориентированного проектирования; выбирать, применять и интегрировать методы и инструментальные средства систем искусственного интеллекта, критерии их выбора и методы комплексирования в рамках создания интегрированных гибридных систем различного назначения	реализации взаимодействия основных подсистем (компонентов) на основе методологии предметно-ориентированного проектирования

**Показатели, критерии и шкала оценивания компетенций текущего контроля знаний по учебной дисциплине «Анализ временных рядов»**

Текущий контроль знаний, согласно «Положению о рейтинговой системе комплексной оценки знаний студентов в ВлГУ» (далее Положение) в рамках изучения дисциплины «Анализ временных рядов» предполагает письменный рейтинг-контроль, выполнение и защиту лабораторных работ, компьютерное тестирование.

**Регламент проведения письменного рейтинг-контроля**

№	Вид работы	Продолжительность
1	Предел длительности рейтинг-контроля	35-40 мин.
2	Внесение исправлений	до 5 мин.
	Итого	до 45 мин.

**Критерии оценки письменного рейтинг-контроля**

Результаты каждого письменного рейтинга оцениваются в баллах. Максимальная сумма, набираемая студентом на каждом письменном рейтинге, составляет 10 баллов.

Критерии оценки для письменного рейтинга:

- 9-10 баллов выставляется обучающемуся, если соблюдаются критерии: полное раскрытие темы, вопроса, указание точных названий и определений, правильная

формулировка понятий и категорий, приведение формул и (в необходимых случаях) их вывода, приведение статистики, самостоятельность ответа, использование дополнительной литературы;

- 7-8 баллов выставляется обучающемуся, если соблюдаются критерии: недостаточно полное раскрытие темы, несущественные ошибки в определении понятий и категорий, формулах, выводе формул, статистических данных, кардинально не меняющих суть изложения, наличие грамматических и стилистических ошибок, использование устаревшей учебной литературы;

- 6-7 баллов выставляется обучающемуся, если соблюдаются критерии: отражение лишь общего направления изложения лекционного материала и материала современных учебников, наличие достаточно количества несущественных или одной-двух существенных ошибок в определении понятий и категорий, формулах, их выводе, статистических данных, наличие грамматических и стилистических ошибок, использование устаревшей учебной литературы, неспособность осветить проблематику дисциплины;

- 1-6 выставляется обучающемуся, если соблюдаются критерии: нераскрытые темы; большое количество существенных ошибок, наличие грамматических и стилистических ошибок, отсутствие необходимых умений и навыков.

### **Регламент проведения лабораторных работ**

В целях закрепления практического материала и углубления теоретических знаний по разделам дисциплины «Анализ временных рядов» предполагается выполнение лабораторных работ, что позволяет углубить процесс познания, раскрыть понимание прикладной значимости осваиваемой дисциплины.

Лабораторные работы выполняются на компьютерах.

### **Критерии оценки выполнения лабораторных работ**

Результаты выполнения каждой лабораторной работы оцениваются в баллах. Максимальная сумма, набираемая студентом за выполнение каждой лабораторной работы, составляет 1 балл.

Критерии оценки для выполнения лабораторной работы:

- 0,9-1 балл выставляется обучающемуся, если соблюдаются критерии: представлен полный письменный отчет по лабораторной работе, содержащий описание всех этапов ее выполнения и надлежащим образом оформленный (в печатном или электронном виде - в соответствии с требованием преподавателя), полностью выполнено задание на лабораторную работу, обучающийся верно и полно ответил на все контрольные вопросы преподавателя по теоретической и практической части лабораторной работы, лабораторная работа выполнена самостоятельно и в определенный преподавателем срок;

- 0,7-0,8 баллов выставляется обучающемуся, если соблюдаются критерии: представлен недостаточно полный письменный отчет по лабораторной работе, содержащий описание всех этапов ее выполнения, имеющий, возможно, погрешности в оформлении (в печатном или электронном виде - в соответствии с требованием преподавателя), полностью выполнено задание на лабораторную работу, обучающийся преимущественно верно и полно ответил на контрольные вопросы преподавателя по теоретической и практической части лабораторной работы, лабораторная работа выполнена самостоятельно, возможно, с нарушением определенного преподавателем срока предоставления отчета, отчет содержит грамматические и стилистические ошибки;

- 0,6-0,7 баллов выставляется обучающемуся, если соблюдаются критерии: представлен недостаточно полный письменный отчет по лабораторной работе, содержащий описание не всех этапов ее выполнения, имеющий, возможно, погрешности в оформлении (в печатном или электронном виде - в соответствии с требованием преподавателя), в основном выполнено задание на лабораторную работу, обучающийся ответил на контрольные вопросы преподавателя по теоретической и практической части лабораторной работы с

отражением лишь общего направления изложения материала, с наличием достаточно количества несущественных или одной-двух существенных ошибок, лабораторная работа выполнена самостоятельно, с нарушением определенного преподавателем срока предоставления отчета, отчет содержит грамматические и стилистические ошибки, при его составлении использована устаревшая учебная литература;

- 0,1-0,6 выставляется обучающемуся, если соблюдаются критерии: письменный отчет по лабораторной работе (в печатном или электронном виде - в соответствии с требованием преподавателя) не представлен или представлен неполный, отчет содержит описание не всех этапов выполнения работы, имеет погрешности в оформлении, задание на лабораторную работу выполнено не полностью, обучающийся ответил на контрольные вопросы преподавателя по теоретической и практической части лабораторной работы с большим количеством существенных ошибок, продемонстрировал неспособность осветить проблематику лабораторной работы, лабораторная работа выполнена несамостоятельно, с существенным нарушением определенного преподавателем срока предоставления отчета, отчет содержит грамматические и стилистические ошибки, при его составлении использована устаревшая учебная литература, обучающийся при выполнении работы продемонстрировал отсутствие необходимых умений и практических навыков.

При оценке за лабораторную работу менее 0,6 баллов, данная работа считается невыполненной и не зачитывается. При невыполнении лабораторной работы хотя бы по одной из изучаемых тем, обучающийся не получает положительную оценку при промежуточном контроле по дисциплине (экзамене).

## **ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «Анализ временных рядов»**

### **Перечень вопросов для текущего контроля знаний (письменный рейтинг-контроль)**

#### **Рейтинг-контроль №1**

- 1.** Особенности предмета анализ временных рядов;
- 2.** Обзор некоторых задач анализа временных рядов;
- 3.** Типы временных рядов;
- 4.** Особенности моделей временных рядов;
- 5.** Типы задач анализа временных рядов;
- 6.** Особенности использования подходов аналитической статистики и машинного обучения при анализе временных рядов.
- 7.** Основные статистические характеристики временных рядов.
- 8.** Анализ остатков и его особенности.
- 9.** Тесты на стационарность.
- 10.** Использование фильтрации методом скользящего среднего в применении к анализу временных рядов.
- 11.** Линейный регрессионный анализ временных рядов;
- 12.** Обзор особенностей робастной статистики;
- 13.** Особенности адаптивных регрессионных моделей.

#### **Рейтинг-контроль №2**

- 1.** Авторегрессионная модель временного ряда;
- 2.** Модель скользящего среднего временного ряда;
- 3.** Специфика использования модели авторегрессии-скользящего среднего (АРСС);
- 4.** Модель интегрированной АРСС и ее использование в анализе временных рядов;

5. Модель сезонной интегрированной АРСС и ее использование в анализе временных рядов;
6. Особенности выбора порядка моделей АРСС и других;
7. Обзор других моделей на основе АРСС;
8. Примеры решения задач анализа временных рядов с использованием АРСС.
9. Особенности признаков в анализе временных рядов.
10. Примеры признаков.
11. Особенности проведение разведывательного анализа данных;
12. Некоторые методы представления признаков временных рядов;
13. Обзор методов извлечения признаков из временных рядов;
14. Методы обработки признаков временных рядов;
15. Методы отбора признаков временных рядов.

#### Рейтинг-контроль №3

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

#### Темы лабораторных работ:

1. Исследовательский Анализ Данных. Знакомство с Pandas и методами работы с временными рядами; познакомьтесь с Seaborn и его методами визуализации временных рядов.
2. Моделирование временных рядов. Детерминированные модели, основные типы тенденций, сезонные модели, регулярные и нерегулярные события, гауссовский белый шум, нестационарная шумовая система, поведение модели в случайном порядке.
3. Непараметрический анализ временных рядов. Знакомство с statsmodels.tsa. Декомпозиция временных рядов (тренд, сезон, остаточный), непараметрическое прогнозирование временных рядов, методы скользящего среднего.
4. Методы, основанные на машинном обучении для временных рядов. Знакомство с sktime. Преобразования временных рядов, прогнозирование временных рядов с помощью sktime.
5. Модели ARMA. Описание работы с ARIMA с использованием sktime, statsmodels, pmdarima; методы выбора заказа модели; остаточный анализ; автоматические

методы выбора заказа; специфика моделей SARIMA; экзогенные факторы в модели SARIMAX.

6. Классификация одномерных временных рядов. Специфика sklearn и sktime; традиционные методы машинного обучения в sklearn; специальные методы sktime, расстояния DTW, классификатор ракет; классификаторы на основе словарей.

7. Классификация и прогнозирование многомерных временных рядов. Специфика работы с многомерными данными; классификация методами WEASEL; методы векторной авторегрессии.

8. Методы, основанные на глубоком обучении, в анализе временных рядов. Исследование 1-D CNN в задачах классификации и прогнозирования.

### **Перечень вопросов для контроля самостоятельной работы обучающегося**

Самостоятельная работа обучающихся заключается в самостоятельном изучении отдельных тем, практической реализации заданий самостоятельной работы по этим темам, выполнении контрольных работ. Контроль выполнения самостоятельной работы проводится при текущих контрольных мероприятиях и на промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Примерные задания самостоятельной работы:

1. Выберите некоторые задачи анализа временных рядов, например, некоторые из них можно найти по следующей ссылке: <https://www.kaggle.com/datasets?search=time+series>.

Например, набор данных с параметрами качества воздуха <https://www.kaggle.com/wisear/air-quality-in-milan-summer-2020>.

2. Разберитесь в материалах кода, представленных в общих чертах для соответствующего набора данных.

3. Предложите свое собственное решение выбранной проблемы.

4. Самостоятельную работу могут выполнять 2-4 студента.

Примерные задания контрольных работ:

Контрольная работа № 1

1. Определите временной ряд;

2. Примеры задач, которые сводятся к анализу временных рядов;

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

4. Расскажите, каковы компоненты во временном ряду, как вы можете отличить сезонность от циклической части;

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

6. Определите детерминированные и стохастические временные ряды, приведите примеры;

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

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

9. Приведите примеры многопараметрических временных рядов, в чем разница между экзогенными факторами и многопараметрическими факторами;

10. Расскажите об основных статистических характеристиках временных рядов;

11. Расскажите о методах анализа остаточной части временного ряда;

12. Расскажите о методах скользящей средней, какие существуют типы и зачем они



нужны.

13. Назовите особенности моделей авторегрессии - скользящее среднее.
14. Назовите условия использования простой и сезонной дифференциации в моделях ARSS.
15. Расскажите о разнице между моделями ARMA, ARIMA, SARIMA, SARIMAX.
16. Назовите значение порядков модели SARIM (p,d,q)(P,D,Q)s.
17. Расскажите, как выбрать заказы моделей ARSS.
18. Назовите разницу между: AIC, BIC и RSS.
19. Приведите примеры многомерных временных рядов и рядов с экзогенными факторами. Какие модели ARSS могут быть использованы для них?
20. Расскажите, что такое обобщенная адаптивная модель.

#### Контрольная работа №2

1. Расскажите, какие признаки имеют временные ряды. Привести примеры.
2. Ответьте на вопрос, почему и когда мы должны рассматривать отдельные признаки временных рядов и когда сами временные ряды.
3. Назовите цели использования анализа разведывательных данных.
4. Назовите некоторые методы выделения признаков во временных рядах. Привести примеры.
5. Назовите некоторые методы выбора признаков во временных рядах. Привести 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 временных рядов.
8. Назовите задачи и методы кластеризации временных рядов. Привести примеры.
9. Назовите методы расчета расстояний и показателей временных рядов. Приведите примеры использования.
10. Назовите методы поиска аномалий во временных рядах. Привести примеры.
11. Каковы особенности использования глубокого обучения в приложениях временных рядов.
12. Приведите примеры архитектур полностью связанных нейронных сетей для анализа временных рядов.
13. Приведите примеры архитектур сверточных нейронных сетей для анализа временных рядов.
14. Приведите примеры рекуррентных архитектур нейронных сетей для анализа временных рядов.
15. Приведите примеры архитектур нейронных сетей, использующих уровни внимания для анализа временных рядов.
16. Объясните важность и значение расширенной свертки в анализе временных рядов.
17. Объясните важность и значение использования уровней внимания при анализе временных рядов.
18. Сравните различные подходы к глубокому обучению нейронных сетей в приложениях для анализа временных рядов. Привести примеры.

**Общее распределение баллов текущего и промежуточного контроля по видам учебных работ для студентов (в соответствии с Положением)**

№	Пункт	Максимальное число баллов
1	Письменный рейтинг-контроль 1	10
2	Письменный рейтинг-контроль 2	10
3	Письменный рейтинг-контроль 3	10
4	Посещение занятий студентом	5
5	Дополнительные баллы (бонусы)	5
6	Выполнение лабораторных работ и семестрового плана самостоятельной работы	20
7	Экзамен	40
8	Всего	100

**Показатели, критерии и шкала оценивания компетенций промежуточной аттестации знаний по учебной дисциплине «Анализ временных рядов» на экзамене**

**Регламент проведения промежуточного контроля (экзамена)**

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (экзамен) проводится в экзаменационную сессию. Экзамен проводится по билетам, содержащим три вопроса и тест. Студент пишет ответы на вопросы экзаменационного билета на листах белой бумаги формата А4, на каждом из которых должны быть указаны: фамилия, имя отчество студента; шифр студенческой группы; дата проведения экзамена; номер экзаменационного билета. Листы должны быть подписаны и студентом и экзаменатором после получения студентом экзаменационного билета. Экзаменационные билеты должны быть оформлены в соответствии с утвержденным регламентом.

После подготовки студент устно отвечает на вопросы билета и уточняющие вопросы экзаменатора. Экзаменатор вправе задать студенту дополнительные вопросы и задания по материалам дисциплины для выявления степени усвоения студентом компетенций.

Максимальное количество баллов, которое студент может получить на экзамене, в соответствии с Положением составляет 40 баллов.

**Критерии оценивания компетенций на экзамене**

Оценка в баллах	Критерии оценивания компетенций
30 - 40	Студент глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует при ответе материалы из основной и дополнительной литературы по дисциплине, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных рабочей программой дисциплины.
20 - 29	Студент показывает твердое знание материала, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей при ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их

	выполнения, допуская некоторые неточности; демонстрирует хороший уровень освоения материала, информационной и коммуникативной культуры и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных рабочей программой дисциплины.
10 - 19	Студент показывает знания только основного материала, но не усвоил его деталей; допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, которые в целом не препятствуют усвоению последующего программного материала; допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала; испытывает затруднения при выполнении практических работ; подтверждает освоение компетенций, предусмотренных рабочей программой дисциплины, на минимально допустимом уровне.
0 - 10	Студент не знает значительной части программного материала, имеет менее 50% правильно выполненных заданий от общего объема работы, допускает существенные ошибки при изложении материала, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
«Анализ временных рядов»**

**Перечень примерных вопросов к экзамену:**

1. Особенности предмета анализ временных рядов;
2. Обзор некоторых задач анализа временных рядов;
3. Типы временных рядов;
4. Особенности моделей временных рядов;
5. Типы задач анализа временных рядов;
6. Особенности использования подходов аналитической статистики и машинного обучения при анализе временных рядов.
7. Основные статистические характеристики временных рядов.
8. Анализ остатков и его особенности.
9. Тесты на стационарность.
10. Использование фильтрации методом скользящего среднего в применении к анализу временных рядов.
11. Линейный регрессионный анализ временных рядов;
12. Обзор особенностей робастной статистики;
13. Особенности адаптивных регрессионных моделей.
16. Авторегрессионная модель временного ряда;
17. Модель скользящего среднего временного ряда;
18. Специфика использования модели авторегрессии-скользящего среднего (АРСС);
19. Модель интегрированной АРСС и ее использование в анализе временных рядов;
20. Модель сезонной интегрированной АРСС и ее использование в анализе временных рядов;
21. Особенности выбора порядка моделей АРСС и других;
22. Обзор других моделей на основе АРСС;
23. Примеры решения задач анализа временных рядов с использованием АРСС.
24. Особенности признаков в анализе временных рядов.
25. Примеры признаков.
26. Особенности проведение разведывательного анализа данных;
27. Некоторые методы представления признаков временных рядов;
28. Обзор методов извлечения признаков из временных рядов;

29. Методы обработки признаков временных рядов;
30. Методы отбора признаков временных рядов.
31. Особенности временных рядов с точки зрения данных для использования методов машинного обучения;
32. Обзор некоторых задач анализа временных рядов с их решениями методами машинного обучения;
33. Метрики временных рядов;
34. Обзор задач кластеризации временных рядов;
35. Методы поиска аномалий во временных рядах;
36. Особенности задач классификации временных рядов и методов их решения;
37. Особенности задач регрессии для временных рядов и методы их решения с применением машинного обучения.
38. Особенности методов глубокого обучения среди других методов машинного обучения.
39. Обзор особенностей обучения глубоких нейронных сетей в приложениях к анализу временных рядов.
40. Обзор перспектив и текущего состояния некоторых архитектур полносвязных нейронных сетей;
41. Обзор перспектив и текущего состояния некоторых архитектур рекуррентных нейронных сетей и их использование в анализе временных рядов;
42. Одномерные сверточные нейронные сети и их использование в анализе временных рядов;
43. Механизм внимания и его использование в архитектурах нейронных сетей, предназначенных для анализа временных рядов.

Примерный вариант теста:

1. Выберите определение тренда во временных рядах:
  - часть любого временного ряда с почти монотонным (или локально монотонным) поведением и часто высокой интенсивностью.
  - часть любого временного ряда с относительно высокой частотой повторения.
  - стохастическая часть любого временного ряда может быть стационарной или нестационарной.
2. Выберите неверное утверждение для моделей временных рядов:
  - редкие, но регулярные события необходимо рассматривать как циклическую часть.
  - редкие и нерегулярные события могут быть исключены или обработаны как аномалии, такие как новизна, неисправность и т. Д.
  - циклический может быть включен в первый тренд.
3. Выберите выражение для тренда 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 нестационарного временного ряда:
  - Временные ряды, для которых разные части различаются.
  - Временные ряды с постоянным средним значением и дисперсией для каждого из его сегментов.
  - Временные ряды, для которых все части одинаковы, независимо от того, в какой момент взята часть.

5. Выберите причины использования ARIMA вместо ARMA при прогнозировании временных рядов:

- Выберите ARIMA, если вы получаете слишком большой заказ деталей AR или MA для ARMA.
- Выберите ARIMA, если у вас слишком шумные данные (влияние высоких шумов).
- Выберите ARIMA, если у вас нестационарное трендовое поведение временных рядов.

6. Выберите причины использования SARIMA вместо ARMA ARIMA в прогнозировании временных рядов:

- Выберите SARIMA, если у вас есть влияние высокого сезона и/или нестационарная часть сезона.
- Выберите SARIMA, если у вас поведение серий, подобное случайному блужданию.
- Выберите SARIMA, если у вас нестационарное трендовое поведение временных рядов.

7. Выберите неверное утверждение об инженерии функций временных рядов:

- Исследовательский анализ данных, позволяющий получить первоначальные предположения о поведении данных.
- Выбор функций может быть как контролируемым, так и неконтролируемым.
- Извлечение признаков - это задача представления данных для их подгонки под какой-либо конкретный метод.

8. Выберите функцию расстояния для кластеризации временных рядов (или их сегментов) в случае, если у вас нет требований к аналогичному поведению во времени,

- Евклидово расстояние.
- Косинусное подобие (расстояние корреляции).
- Расстояние Динамического переноса во времени.

9. Выберите неправильную стратегию обнаружения аномалий:

- используйте изолированный лес для выполнения контролируемой задачи.
- используйте автокодер для выполнения задач под наблюдением.
- используйте векторную машину с поддержкой одного класса для выполнения неконтролируемой задачи.

10. Выберите неверное утверждение для классификации временных рядов:

- шейплет является частью сегмента временного ряда, который в наибольшей степени представляет свой класс.
- классификаторы временных рядов на основе ансамблей (такие как RISE и TSF) представляют собой комбинацию конкретных точечных методов извлечения признаков и классификатора случайных лесов на основе этих признаков.
- Иерархический коллектив голосов Ансамблей, основанных на преобразовании (HIVE-COTE), не может превзойти классификаторы, основанные на словаре, такие как BOSS.

11. Выберите неверное утверждение о прогнозировании временных рядов:

- классические алгоритмы машинного обучения (управляемые данными) позволяют получать наилучшую точность для любых данных, но с низкими вычислительными затратами.
- SARIMXA (в частности, ARIMA) не может обеспечить высокую производительность для больших многомерных наборов данных.

○ Подход, основанный на непараметрических стохастических моделях (например, Холт-Винтер), позволяет получить наилучшую точность для небольшого объема одномерных данных.

12. Выберите неверное утверждение о глубоком обучении при анализе временных рядов (DL в TSA):

○ 1-мерная нейронная сеть с набранной сверткой является наиболее популярной среди других DL в TSA из-за относительно низкой вероятности переобучения и высокого восприимчивого поля.

○ RNN не являются самым современным DL в TSA из-за высокой сложности обучения слишком глубокой сети.

○ Нелинейная авторегрессионная сеть (NAR, NARX) является лучшей по точности прогнозирования в типичных приложениях DL в TSA.

### Критерии оценивания компетенций при аттестации по дисциплине

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине «Анализ временных рядов» в течение семестра равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по дисциплине	Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций
91 - 100	«Отлично»	Теоретическое содержание курса освоено полностью без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.	Высокий
74 - 90	«Хорошо»	Теоретическое содержание курса освоено полностью без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.	Продвинутый
61 - 73	«Удовлетворительно»	Теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.	Пороговый
0 - 60	«Неудовлетворительно»	Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.	Компетенции не сформированы