

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

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института

Галкин А.А.
« 29 » 08 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Анализ временных рядов»

направление подготовки / специальность
09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»

направленность (профиль) подготовки
Инженерия искусственного интеллекта

г. Владимир
2022

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	вопросы для рейтинг-контроля, тестовые задания, задания для самостоятельной работы, вопросы зачета

	<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 3 зачетные единицы, 108 часов

**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	Зачет
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине				18		18		72	Зачет

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 (*зачет*)

Вопросы к зачету:

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	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785425702043.html
2. Барский, А. Б. Введение в нейронные сети / Барский А. Б. - Москва : Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2016. - Текст : электронный. Режим доступа : по подписке.	2016	https://www.studentlibrary.ru/book/intuit_060.html
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	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970606254.html
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	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970602737.html
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	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970604090.html

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
10. Портал российских электронных библиотек www.elbib.ru
11. Научная электронная библиотека www.eLibrary.ru
12. Научная библиотека ВлГУ 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
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/

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 Куликов К.В. зав. каф. ВТиСУ
(ФИО, должность, подпись)




Рецензент


(представитель работодателя) _____ Генеральный директор ООО "Диаграмма" Протягов И.В.



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ВТ и СУ
Протокол № 1 от 29 августа 2022 года
Заведующий кафедрой Куликов К.В. _____



Рабочая программа рассмотрена и одобрена
на заседании учебно-методической комиссии направления 09.04.01 информатика и
вычислительная техника
Протокол № 1 от 29 августа 2022 года
Председатель комиссии Куликов К.В. зав. каф. ВТиСУ _____



**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 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», 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 _____ / _____