



КГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Директор института цифровых
технологий и экономики



 Ю.В. Торкунова

«24» ноября 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Анализ временных рядов

Направление подготовки	09.04.01 Информатика и вычислительная техника
Направленность (профиль)	Инженерия искусственного интеллекта
Квалификация	Магистр
Форма обучения	Очная

г. Казань, 2021

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

Программа составлена автором:

Программа модуля составлена авторами:

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

Программа оформлена в соответствии с ПОЛОЖЕНИЕМ О ПОРЯДКЕ РАЗРАБОТКИ И УТВЕРЖДЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ – ПРОГРАММ БАКАЛАВРИАТА, ПРОГРАММ СПЕЦИАЛИТЕТА И ПРОГРАММ МАГИСТРАТУРЫ В КГЭУ

Рекомендовано учебно-методическим советом Института цифровых технологий и экономики ФГБОУ ВО «КГЭУ»

Протокол № 4 от 24.11.2021 г.

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является обработка данных и построение моделей временных рядов.

Задачами дисциплины являются:

- методологии статистического анализа состояния и перспектив развития процессов;
- обучение методам построения адекватных, и в достаточной степени аппроксимирующих реальные явления и процессы прогностических моделей;
- формирование знаний в области применения программных, математических и статистических методов при решении задач прогнозирования.

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
ОПК-1. Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	ОПК-1.1. Составляет математические модели решения задач в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. З-1. Знает методику разработки моделей временных рядов. ОПК-1.1. У-1. Умеет применять статистический инструментарий в прикладных исследованиях. ОПК-1.1. В-1. Владеет навыками математического моделирования временных рядов
	ОПК-1.2. Разрабатывает методы и алгоритмы решения задач с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний	ОПК-1.2. З-1. Знает методы и модели, применяемые при анализе временных рядов ОПК-1.2. У-1. Умеет интерпретировать результаты эконометрического моделирования ОПК-1.2. В-1. Владеет инструментальными методами анализа данных для осуществления эконометрических расчетов
	ОПК-1.3. Применяет математические, естественнонаучные и социально-экономические знания для исследования объектов и решения задач в профессиональной деятельности	ОПК-1.3. З-1. Знает методы анализа и интерпретации результатов моделирования временных рядов для принятия управленческих решений ОПК-1.3. У-1. Умеет анализировать и прогнозировать конкретные социально-экономические явления и процессы с использованием эконометрических моделей ОПК-1.3. В-1. Владеет навыками формулирования выводов и рекомендаций для подготовки аналитических материалов

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина *Анализ временных рядов* относится к обязательной части учебного плана по направлению подготовки 09.04.01 — Информатика и вычислительная техника.

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
ОПК-1	Математические основы искусственного интеллекта	Цифровые компетенции в научной деятельности Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные понятия математической статистики;
- методы проверки статистических гипотез;
- принципы построения математических моделей и оценки их пригодности.

Уметь:

- применять инструментарий математической статистики в прикладных исследованиях;
- использовать современные технологии визуализации данных.

Владеть:

- библиотеками Pandas и NumPy для работы с данными на Python;
- инструментами анализа данных MS Excel.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (ЗЕ), всего 108 часов, из которых 26 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 8 часов, практические занятия 16 часов, контроль самостоятельной работы (КСР) - 2 часа), самостоятельная работа обучающегося 82 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		1
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	26	26
Лекции (Лек)	8	8
Практические (семинарские) занятия (Пр)	16	16
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)	2	2
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ(СРС)	82	82

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Семестр	Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС							Формируемые результаты обучения (знания, умения, навыки)	Литература	Формы текущего контроля успеваемости	Формы промежуточной аттестации	Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе		
		Занятия лекционного типа	Занятия практического / семинарского типа	Лабораторные работы	Групповые консультации	Самостоятельная работа студента, в т.ч.	Контроль самостоятельной работы (КСР)	подготовка к промежуточной аттестации						Сдача зачета / экзамена	Итого
Особенности предмета анализа временных рядов. Статистический анализ временных рядов.	2	2	4			20				26	ОПК-1.1. 3-1 ОПК-1.1. У-1 ОПК-1.1. В-1	Л1, Л2	ПЗ		28
Авторегрессионный анализ временных рядов	2	2	4			20				26			ПЗ		24
Извлечение, выбор и обработка признаков из данных в анализе временных рядов.	2	2	4			22	2			30			ПЗ		24
Особенности использования методов машинного зрения при анализе временных рядов Особенности использования методов глубокого обучения в применении к анализу временных рядов.	2	2	4			20				26			ПЗ		24
ИТОГО		8	16			82	2			108					100

3.3. Тематический план лекционных занятий

№ п/п	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1.	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.	2
2.	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.	2
3.	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.	2
4.	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.	2
Всего		8

3.4. Тематический план практических занятий

№ п/п	Темы практических работ	Трудоемкость, час.
1.	Разведывательный анализ временных рядов. Знакомство с библиотекой Pandas и методами работы с временными рядами в ней. Знакомство с библиотекой seaborn и методами визуализации временных рядов.	2
2.	Моделирование временных рядов. Детерминистические модели. Основные типы трендов. Модели сезонности. Регулярные и нерегулярные события. Стохастические модели временных рядов. Понятие белый гауссов шум. Нестационарные шумы. Модель временного ряда со случайным блужданием.	2

3.	Знакомство с библиотекой статистического анализа временных рядов statsmodels.tsa. Разложение временных рядов. Методы непараметрического предсказания временных рядов. Методы скользящего среднего.	2
4.	Знакомство с библиотекой машинного обучения для анализа временных рядов sktime. Представления временных рядов с точки зрения задач машинного обучения. Преобразования временных рядов. Предсказание временных рядов.	2
5.	Использование моделей APCC для предсказания и анализа временных рядов. Библиотеки sktime, statsmodels, pmdarima. Выбор параметров для модели ARIMA. Тесты на стационарность. Автоматические методы подбора параметров. Анализ остатков. Особенности выбора параметров для модели SARIMA. Использование экзогенных факторов – модель SARIMAX.	2
6.	Классификация одномерных временных рядов с использованием методов машинного обучения библиотек sklearn и sktime. Представление временных рядов для задач классификации. Использование традиционных методов машинного обучения библиотеки sklearn для классификации временных рядов. Использование специальных методов sktime: временное дерево и временной лес, расстояние DTW и метод dtw-knn, классификаторы на основе словарей. Классификатор rocket.	2
7.	Классификация и регрессия многомерных временных рядов с использованием специальных методов машинного обучения. Особенности представления многомерных временных рядов в sktime. Изучение метода WEASEL. Изучение методов векторной авторегрессии библиотеки statsmodels.	2
8.	Использование методов глубокого обучения в анализе временных рядов. Исследование одномерной сверточной нейронной сети в задаче классификации временных рядов. Исследование одномерной сверточной нейронной сети в задаче регрессии временных рядов.	2
Всего		16

3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
1	Изучение теоретического материала, подготовка к выполнению практических заданий	Автокорреляция уровней временного ряда и выявление его структуры. Моделирование тенденции временного ряда. Моделирование сезонных колебаний	20
2	Изучение теоретического материала, подготовка к выполнению практических заданий	Модели экспоненциального сглаживания. Модели линейного роста	20
3	Изучение теоретического материала, подготовка к выполнению	Моделирование стационарного процесса. Модели ARIMA	22

	практических заданий		
4	Изучение теоретического материала	Коинтеграция рядов	временных 20
			Всего 82

4. Образовательные технологии

В процессе обучения используются:

- дистанционные курсы, размещенные на площадке LMS Moodle, URL: <http://lms.kgeu.ru/>;

- электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <http://e.kgeu.ru/>

5. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации. Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, включает выполнение практических заданий.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	<i>Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки</i>	<i>Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок</i>	<i>Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок</i>	<i>Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок</i>
Наличие умений	<i>При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки</i>	<i>Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме</i>	<i>Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами</i>	<i>Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме</i>
Наличие навыков (владение опытом)	<i>При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки</i>	<i>Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами</i>	<i>Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами</i>	<i>Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов</i>
Характеристика сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	<i>Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач</i>	<i>Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач</i>	<i>Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач</i>	<i>Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач</i>
Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
		Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
		Шкала оценивания			
		отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
		зачтено			не зачтено
Код компетенции: ОПК-1					
ОПК-1.1	знать:				
	методику разработки моделей временных рядов	методы разработки моделей временных рядов	основные методы разработки моделей временных рядов	базовые методы разработки моделей временных рядов	уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки
	уметь:				
	применять статистический инструментарий в прикладных исследованиях	применять комплексный статистический инструментарий в прикладных исследованиях	выбирать и применять подходящий статистический инструментарий в прикладных исследованиях	применять типовой статистический инструментарий в прикладных исследованиях	не сформировано умение применять статистический инструментарий в прикладных исследованиях
	владеть				
навыками математического моделирования временных рядов	продвинутыми навыками математического моделирования временных рядов	стандартными навыками математического моделирования временных рядов	базовыми навыками математического моделирования временных рядов	не продемонстрированы базовые навыки, допускает грубые ошибки	

ОПК-1.2	знать:				
	методы и модели, применяемые при анализе временных рядов	методы и модели, применяемые при анализе временных рядов	основные методы и модели, применяемые при анализе временных рядов	базовые методы и модели, применяемые при анализе временных рядов	уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки
	уметь:				
	интерпретировать результаты эконометрического моделирования	демонстрирует уверенные умения интерпретировать результаты эконометрического моделирования	демонстрирует основные умения интерпретировать результаты эконометрического моделирования	демонстрирует базовые умения интерпретировать результаты эконометрического моделирования	не сформировано умение интерпретировать результаты эконометрического моделирования
	владеть				
инструментальным и методами анализа данных для осуществления эконометрических расчетов	продвинутыми инструментальными методами анализа данных для осуществления эконометрических расчетов	стандартными инструментальными методами анализа данных для осуществления эконометрических расчетов	базовыми инструментальными методами анализа данных для осуществления эконометрических расчетов	не продемонстрированы базовые навыки, допускает грубые ошибки	
ОПК-1.3	знать:				
	методы анализа и интерпретации результатов моделирования временных рядов для принятия управленческих решений	методы анализа и интерпретации результатов моделирования временных рядов для принятия управленческих решений	основные методы анализа и интерпретации результатов моделирования временных рядов для принятия управленческих решений	базовые методы анализа и интерпретации результатов моделирования временных рядов для принятия управленческих решений	уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки

уметь:				
анализировать и прогнозировать конкретные социально-экономические явления и процессы с использованием эконометрических моделей	демонстрирует уверенные умения анализировать и прогнозировать конкретные социально-экономические явления и процессы с использованием эконометрических моделей	демонстрирует основные умения анализировать и прогнозировать конкретные социально-экономические явления и процессы с использованием эконометрических моделей	демонстрирует базовые умения анализировать и прогнозировать конкретные социально-экономические явления и процессы с использованием эконометрических моделей	не сформировано умение интерпретировать результаты эконометрического моделирования
владеть:				
навыками формулирования выводов и рекомендаций для подготовки аналитических материалов	уверенными навыками формулирования выводов и рекомендаций для подготовки аналитических материалов	базовыми навыками формулирования выводов и рекомендаций для подготовки аналитических материалов	минимальными навыками формулирования выводов и рекомендаций для подготовки аналитических материалов	не продемонстрированы базовые навыки, допускает грубые ошибки

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. *Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.*

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	А. Н. Плотников	Элементарная теория анализа и статистическое моделирование временных рядов	учебное пособие	СПб. : Лань	2016	https://e.lanbook.com/book/72992	
2	Харрисон, М.	Как устроен Python. Гид для разработчиков, программистов и интересующихся	справочное издание	СПб. : Питер	2019	https://ibooks.ru/reading.php?productid=359217	

Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Хахаев, И. А.	Практикум по алгоритмизации и программированию на Python	учебное пособие	М. : Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ"	2016	https://e.lanbook.com/book/100377	
2	И.И.Елисеева	Эконометрика	учебное пособие	М. : Проспект	2010		1

6.2. Информационное обеспечение

6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронно-библиотечная система «Лань»	https://e.lanbook.com/
2	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»	https://ibooks.ru/
3	Электронно-библиотечная система «book.ru»	https://www.book.ru/
4	Энциклопедии, словари, справочники	http://www.rubricon.com
5	Портал "Открытое образование"	http://npoed.ru

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
6	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru
7	Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru
8	Онлайн-курс “Прикладное программирование на языке Python”.	https://openedu.ru/course/urfu/PYAP
9	М.В. Ронкин. Курс Time Series Analysis. URL	https://github.com/MVRonkin/Time-Series-Analysis-Lectures-and-Workshops
10	Практический Анализ временных рядов	https://github.com/nmmarcelnv/PracticalTimeSeries
11	Список библиотек анализа временных рядов для языка программирования Python	https://github.com/MaxBenChrist/awesome_time_series_in_python
12	Архив наборов данных для анализа временных рядов	https://www.cs.ucr.edu/~eamonn/time_series_data_2018

6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Цифровая библиотека научно-технических изданий Института инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE)) на английском языке	http://www.ieee.org/ieeexplore	http://www.ieee.org/ieeexplore
2	Oxford University Press	http://www.oxfordjournals.org/en/	http://www.oxfordjournals.org/en/

6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru	http://elibrary.ru
2	Российская государственная библиотека	http://www.rsl.ru	http://www.rsl.ru
3	Международная реферативная база данных научных изданий zbMATH	http://www.zbmath.org	http://www.zbmath.org
4	Международная реферативная база данных научных изданий Springerlink	http://link.springer.com	http://link.springer.com
5	Образовательный портал	http://www.uceba.com	http://www.uceba.com

6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Способ распространения (лицензионное/свободно)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	№2011.25486 от 28.11.2011
2	Visual Studio Express	Инструмент создания Web приложений	https://visualstudio.microsoft.com/ru/vs/express/
3	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет (включая русскоязычный интернет).	https://www.google.com/intl/ru/chrome/
4	Браузер Firefox	Свободный веб-браузер	https://www.mozilla.org/ru/firefox/new/
5	OpenOffice	Пакет офисных приложений. Одним из первых стал поддерживать новый открытый формат OpenDocument. Официально поддерживается на платформах Linux	https://www.openoffice.org/ru/download/index.html
6	Adobe Acrobat	Пакет программ	https://get.adobe.com/ru/reader/
7	LMS Moodle	Это современное программное обеспечение	https://download.moodle.org/releases/latest/

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа В-103	180 посадочных мест, доска аудиторная, акустическая система, проектор, усилитель-микшер для систем громкой связи, экран, микрофон, миникомпьютер, монитор, подключение к сети "Интернет", доступ в электронную информационно-образовательную среду
2	Практические занятия	Учебная лаборатория В-617	44 посадочных места (20 по центру - 24 по краю), доска ученическая, моноблок (10 шт.), подключение к сети «Интернет», доступ в электронную информационно-образовательную среду
		Лаборатория В-619	46 посадочных мест (24 по центру + 22 по краю), доска ученическая; моноблок (12 шт.), подключение к сети «Интернет», доступ в электронную информационно-образовательную среду

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
3	Самостоятельная работа обучающегося	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
		Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, мультимедийный проектор, экран, программное обеспечение

8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www/kgeu.ru](http://www.kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;

- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;

- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

КГЭУ

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной
аттестации студентов по итогам освоения дисциплины

Анализ временных рядов

Направление подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль) Инженерия искусственного интеллекта

Квалификация Магистр

Форма обучения Очная

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Созыкин Андрей Влаимирович	кандидат технических наук	доцент	Кафедра информационных технологий и систем управления, ИРИТ-РТФ, УрФУ

Оценочные материалы оформлены в соответствии с ПОЛОЖЕНИЕМ О ПОРЯДКЕ РАЗРАБОТКИ И УТВЕРЖДЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ – ПРОГРАММ БАКАЛАВРИАТА, ПРОГРАММ СПЕЦИАЛИТЕТА И ПРОГРАММ МАГИСТРАТУРЫ В КГЭУ

1. Цель и задачи текущего контроля и промежуточной аттестации студентов по дисциплине «Анализ временных рядов»

Цель текущего контроля - систематическая проверка степени освоения программы дисциплины «Анализ временных рядов», уровня сформированности знаний, умений, навыков, компетенций на текущих занятиях

Задачи текущего контроля:

1. определение индивидуального учебного рейтинга студентов;
2. своевременное выполнение корректирующих действий по содержанию и организации процесса обучения; обнаружение и устранение пробелов в усвоении учебной дисциплины;
3. подготовки к промежуточной аттестации.

В течение семестра при изучении дисциплины реализуется комплексная система поэтапного оценивания уровня освоения – балльно-рейтинговая система. За каждый вид учебных действий студенты получают определенное количество баллов. В течение семестра студент может набрать до 60-ти баллов.

Цель промежуточной аттестации - проверка степени усвоения студентами учебного материала за время изучения дисциплины, уровня сформированности компетенций после завершения изучения дисциплины. Аттестация проходит в форме зачета.

Задачи промежуточной аттестации:

1. определение уровня усвоения учебной дисциплины;
2. определение уровня сформированности компетенций.

2. Основное содержание текущего контроля и промежуточной аттестации студентов

В результате изучения дисциплины «Анализ временных рядов» формируются следующие компетенции или их составляющие:

2.1. Основное содержание текущего контроля

Коды компетенций	Совокупность ожидаемых результатов образования студентов в форме компетенций по завершении модуля / освоения дисциплины	Содержание оценочных заданий для выявления сформированности компетенций у студентов по завершении модуля/освоения дисциплины		
		Базовый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
1	2	3	4	5
ОПК-1	ОПК-1.1. Составляет математические модели решения задач в профессиональной деятельности ОПК-1.2. Разрабатывает методы и алгоритмы решения задач с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний ОПК-1.3. Применяет математические, естественнонаучные и социально-экономические знания для исследования объектов и решения задач в профессиональной деятельности	Решение практического задания	Решение практического задания, написание отчета	Решение практического задания, написание отчета, ответы на вопросы

2.2. Основное содержание промежуточной аттестации студентов

Коды компетенций	Совокупность ожидаемых результатов образования студентов в форме компетенций по завершении модуля / освоения дисциплины	Содержание оценочных заданий для выявления сформированности компетенций у студентов по завершении модуля/освоения дисциплины		
		Базовый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
1	2	3	4	5
ОПК-3	ОПК-1.1. Составляет математические модели решения задач в профессиональной деятельности ОПК-1.2. Разрабатывает методы и алгоритмы решения задач с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний ОПК-1.3. Применяет математические, естественнонаучные и социально-экономические знания для исследования объектов и решения задач в профессиональной деятельности	Решение теста	Решение теста	Решение теста

3. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

п/п	Наименование компоненты	Критерии оценки	Максимальное число баллов
1	Практические занятия - 8 занятий	выполнение задания 4 балла оформление выводов 2 балла ответы на вопросы 1,5 балла	7,5 баллов за каждое занятие 60 баллов
2	Решение теста	раскрыты теоретические предпосылки модели 10 баллов проведено моделирование, получены оценки параметров модели 20 баллов проведена оценка пригодности модели и оценка значимости коэффициентов 10 баллов	40 баллов
		ИТОГО	100 баллов

Содержание практических заданий

Практическое задание 1. Автокорреляция уровней временного ряда и выявление его структуры

Исходные данные представлены на трех рабочих листах Excel. Для каждого набора данных выполнить следующие задания.

1. Считать данные из файла.
2. Построить график. Сделать предположения о структуре временного ряда.
3. Рассчитать значения автокорреляционной функции.
4. Построить коррелограмму. На основании графика и коррелограммы сделать вывод о структуре временного ряда.

В отчет

1. Зарисовать полученный график временного ряда.
2. Зарисовать коррелограмму.
3. Записать вывод.

Контрольные вопросы

1. Структура временного ряда.
2. Понятия лага и порядка коэффициента автокорреляции.
3. Понятие автокорреляционной функции и коррелограммы.
4. До какого порядка следует рассчитывать автокорреляционную функцию.
5. Связь коррелограммы и структуры временного ряда.

Практическое задание 2. Моделирование тренд-сезонных временных рядов

1. Считать данные из файла.
2. Построить график (точечный) по исходным данным.
3. Рассчитать коэффициенты автокорреляции и построить коррелограмму
4. Определить тип модели: аддитивная / мультипликативная
5. Рассчитать сезонную компоненту S .
6. Подобрать и рассчитать трендовую компоненту T .
7. Получить $Y_{расч}$.
8. Построить графики (на одном графике!) Y , $Y_{расч}$, $T_{расч}$
9. Определить R^2 .

В отчет

1. Зарисовать график исходных данных.
2. Зарисовать коррелограмму. Сделать вывод о периоде цикличности k .
3. Записать полученные значения оценки сезонности S_1, S_2, \dots, S_k .
4. Зарисовать итоговый график из п.6
5. Записать R^2 и сделать вывод о качестве модели.

Контрольные вопросы

1. Аддитивная модель
2. Мультипликативная модель.
3. Алгоритм моделирования данных.

Практическое задание 3. Модели экспоненциального сглаживания

1. Считать данные из файла.
2. Построить график (точечный) по исходным данным.
3. Рассчитать S_0 по первой половине наблюдений.
4. Рассчитать S_t – значение экспоненциальной средней в моменты времени t для значений α от 0 до 1 с шагом 0,2.
5. Рассчитать прогнозные значения в текущий момент времени на 1 шаг времени вперед y_{t+1} .
6. Построить графики расчетных данных для $\alpha=0, 0.4, 0.8, 1$. Сделать вывод.
7. Найти $SS_{ост}$ для различных значений α . Какое значение α является оптимальным?
8. Найти оптимальное значение α минимизируя $SS_{ост}$. Сравнить с п.6.

В отчет

1. Зарисовать график исходных и расчетных данных.
2. Записать выводы о влиянии параметра модели на степень фильтрации.
3. Записать оптимальное значение параметра модели.

Контрольные вопросы

1. Область применения модели экспоненциального сглаживания.
2. Метод адаптации модели экспоненциального сглаживания.
3. Влияние параметра α на степень фильтрации данных.

4. Использование экспоненциальной средней для краткосрочного прогнозирования.

Практическое задание 4. Модели линейного роста

1. Считать данные из файла.
2. Построить график (точечный) по исходным данным.
3. В качестве начальных значений a_0 и a_1 принять МНК оценки уравнения $y_t = a_0 + a_1 t$.

Модель Брауна

4. Рассчитать $a_{0,t}$ и $a_{1,t}$ в моменты времени t для значений β от 0 до 1 с шагом 0,2.
5. Рассчитать прогнозные значения в текущий момент времени на 1 шаг времени вперед $\hat{y}_\tau(t) = \hat{a}_{1,t} + \hat{a}_{2,t} \tau$ для $\tau = 1$.
6. Построить графики расчетных данных для $\beta = 0, 0.4, 0.8, 1$. Сделать вывод.
7. Найти $SS_{\text{ост}}$ для различных значений β . Какое значение β является оптимальным?
8. Найти оптимальное значение β минимизируя $SS_{\text{ост}}$. Сравнить с п.6.

Модель Хольта

9. Рассчитать $a_{0,t}$ и $a_{1,t}$ в моменты времени t для значений $\alpha_1 = \alpha_2 = 0,1$.
10. Рассчитать прогнозные значения в текущий момент времени на 1 шаг времени вперед $\hat{y}_\tau(t) = \hat{a}_{1,t} + \hat{a}_{2,t} \tau$ для $\tau = 1$.
11. Найти $SS_{\text{ост}}$.
12. Найти оптимальные значения α_1 и α_2 минимизируя $SS_{\text{ост}}$.

В отчет

1. Зарисовать график исходных и расчетных данных.
2. Записать выводы о влиянии параметров модели на степень фильтрации.
3. Записать оптимальные значения параметров модели.

Контрольные вопросы

1. Область применения моделей линейного роста.
2. Формулы расчета a_1 и a_2 в модели Брауна.
3. Влияние параметра β на степень фильтрации данных в модели Брауна.
4. Формулы расчета a_1 и a_2 в модели Хольта.

Практическое задание 5. Моделирование стационарного процесса

Смоделировать процесс белого шума

1. Сгенерировать 200 случайных значений ряда в интервале от 0 до 1.
2. Используя функцию нормального распределения, получить значения квантилей для параметров $m=0$ и $\sigma=1$. Использовать полученные значения в качестве значения ряда.
3. Рассчитать математическое ожидание и дисперсию для построенного ряда.
4. Построить график процесса.
5. Построить коррелограмму.

Смоделировать стационарный процесс с $m=2$ и $\sigma=5$

6. Сгенерировать 200 случайных значений ряда в интервале от 0 до 1.
7. Используя функцию нормального распределения, получить значения квантилей для параметров $m=2$ и $\sigma=5$. Использовать полученные значения в качестве значения ряда.
8. Рассчитать математическое ожидание и дисперсию для построенного ряда.
9. Построить график процесса. Сравнить с п. 5.
10. Построить коррелограмму.

Смоделировать стационарный процесс с $m=-2$ и $\sigma=0,2$

11. Сгенерировать 200 случайных значений ряда в интервале от 0 до 1.

12. Используя функцию нормального распределения, получить значения квантилей для параметров $m=-2$ и $\sigma=0,2$.
13. Рассчитать математическое ожидание и дисперсию для построенного ряда.
14. Построить график процесса. Сравнить с п.п. 5 и 9.

Смоделировать процесс авторегрессии с $m=0$, $\sigma=1$ и $a=0.8$

15. Смоделировать стационарный процесс с $m=0$ и $\sigma=1$.
16. Смоделировать процесс авторегрессии $y_t = a y_{t-1} + \varepsilon_t$ с $a=0.8$. Использовать полученные значения в качестве значения ряда.
17. Рассчитать математическое ожидание, дисперсию и коэффициент автокорреляции для построенного ряда.
18. Построить график процесса.
19. Построить коррелограмму.

Смоделировать процесс авторегрессии с $m=0$, $\sigma=1$ и $a=-0.8$

20. Смоделировать стационарный процесс с $m=0$ и $\sigma=1$.
21. Смоделировать процесс авторегрессии $y_t = a y_{t-1} + \varepsilon_t$ с $a=0.8$. Использовать полученные значения в качестве значения ряда.
22. Рассчитать математическое ожидание, дисперсию и коэффициент автокорреляции для построенного ряда.
23. Построить график процесса. Сравнить с п. 18.
24. Построить коррелограмму. Сравнить с п. 19.

Смоделировать процесс авторегрессии с $m=0$, $\sigma=1$ и $a=0.8$

25. Смоделировать стационарный процесс с $m=0$ и $\sigma=1$. Использовать 50 точек.
26. Смоделировать процесс авторегрессии $y_t = a y_{t-1} + \varepsilon_t$ с $a=0.8$. Задать начальное значение $Y_0=8$. Использовать полученные значения в качестве значения ряда.
27. Рассчитать математическое ожидание, дисперсию и коэффициент автокорреляции для построенного ряда.
28. Построить график процесса. Сравнить с п. 18. Каким образом начальное значение влияет на сгенерированный ряд данных?
29. Построить коррелограмму. Сравнить с п. 19.

Смоделировать процесс авторегрессии с $m=0$, $\sigma=1$ и $a=0.2$

30. Смоделировать стационарный процесс с $m=0$ и $\sigma=1$. Использовать 50 точек.
31. Смоделировать процесс авторегрессии $y_t = a y_{t-1} + \varepsilon_t$ с $a=0.2$. Задать начальное значение $Y_0=8$. Использовать полученные значения в качестве значения ряда.
32. Рассчитать математическое ожидание, дисперсию и коэффициент автокорреляции для построенного ряда.
33. Построить график процесса. Сравнить с п. 28.
34. Построить коррелограмму. Сравнить с п. 29.

В отчет (для каждого из процессов)

1. Зарисовать полученный график.
2. Зарисовать полученную коррелограмму.
3. Записать теоретические и полученные по смоделированным данным
 - математическое ожидание;
 - дисперсию;
 - коэффициенты автокорреляции;
 - стационарность/ обратимость процесса.

Контрольные вопросы

1. Понятие стохастического процесса
2. Понятие стационарного временного ряда.
3. Процесс порождения данных.
4. Модель авторегрессии первого порядка.
5. Условие стационарности для AR(1).

Практическое задание 6. Модели ARIMA

1. Считать данные из файла.
2. Построить график.
3. При необходимости убрать зависимость от времени
4. Найти мат. ожидание и дисперсию процесса.
5. Найти частные коэффициенты автокорреляции r_k^{part} .
6. Найти коэффициенты автокорреляции r_k .
7. Построить автокорреляционную и частную автокорреляционную функции.
8. Сделать предположения о порядке процесса p и q.
9. Рассчитать параметры модели
10. Провести оценку модели.
11. Подобрать оптимальную модель, изменяя p и q.
12. Записать уравнение. Построить график.

В отчет (для каждого из процессов)

1. Записать уравнения процесса для различных сочетаний p и q.
2. Для каждой модели сравнить критерии Шварца и Акайке. Сделать выводы.

Контрольные вопросы

1. Идентификация стационарной модели ARMA.
2. Q-статистика Лjunga – Бокса.
3. Критерий Шварца.
4. Критерий Акайке.
5. Оценивание коэффициентов модели.
6. Диагностика оцененной модели.

Практическое задание 7. Тесты на единичные корни

1. Считать данные из файла.
2. Построить график.
3. Провести тесты и определить спецификацию модели
4. Сделать выводы о типе нестационарности

Практическое задание 8. Коинтеграция временных рядов

1. Считать данные из файла.
2. Провести тесты и определить спецификацию модели
3. Определить, существует ли взаимосвязь временных рядов
4. Сделать выводы

Контрольные вопросы для коллоквиумов:

1 часть.

1. Дайте определение временного ряда;

2. Примеры задач, сводящихся к анализу временных рядов;

- 3.Расскажите о типах временных рядов, какие методы сведения временного ряда к аддитивной модели вы можете назвать;
 - 4.Расскажите о том, какие есть компоненты во временном ряду, как можно отличить сезонность от циклической части;
 - 5.Дайте определение шумов, какие типы шумов могут быть, почему шум $i.i.d.$ имеет особое значение;
 - 6.Дайте определение детерминистическому и стохастическому временным рядам, приведите примеры;
 - 7.Дайте определения стационарности, приведите примеры стационарных в узком и широком смыслах задач, а также пример нестационарной задачи анализа временных рядов;
 - 8.Приведите примеры тестов временных рядов на стационарность, зачем они нужны.
 - 9.Приведите примеры многопараметрических временных рядов, в чем отличие экзогенных факторов и многопараметрических факторов;
 - 10.Расскажите об основных статистических характеристиках временных рядов;
 - 11.Расскажите о методах анализа остаточной части временных рядов;
 - 12.Расскажите о методах скользящего среднего, какие типы бывают и зачем они нужны.
 - 13.Назовите особенности моделей авторегрессии-скользящего среднего.
 - 14.Назовите условия для использования простого и сезонного дифференцирования в APCC моделях.
 - 15.Расскажите о разнице между моделями ARMA, ARIMA, SARIMA, SARIMAX.
 - 16.Назовите смысл порядков модели SARIM $(p,d,q)(P,D,Q)s$.
 - 17.Расскажите, как следует выбирать порядки моделей APCC.
 - 18.Назовите разницу между: AIC, BIC и RSS.
 - 19.Приведите примеры многомерных временных рядов и рядов с экзогенными факторами. Какие APCC модели для них можно использовать?
 - 20.Расскажите, что такое обобщенная адаптивная модель.
- 2 часть.
- 1.Расскажите какие признаки бывают у временных рядов. Приведите примеры.
 - 2.Ответьте на вопрос, почему и когда следует рассматривать отдельные признаки временных рядов и когда сами временные ряды.
 - 3.Назовите цели использования разведывательного анализа данных.

4. Назовите некоторые методы выделения признаков во временных рядах. Приведите примеры.
5. Назовите некоторые методы отбора признаков во временных рядах. Приведите примеры.
6. Назовите разницу между частотным и временным представлением временных рядов.
7. Сравните цели и особенности использования классических статистических методов и методов машинного обучения в приложениях ко временным рядам.
8. Назовите задачи и методы кластеризации временных рядов. Приведите примеры.
9. Назовите методы расчета расстояний и метрик временных рядов. Приведите примеры использования.
10. Назовите методы поиска аномалий во временных рядах. Приведите примеры.
11. Назовите особенности использования глубокого обучения в приложениях ко временным рядам.
12. Приведите примеры архитектур полносвязных нейронных сетей для анализа временных рядов.
13. Приведите примеры архитектур сверточных нейронных сетей для анализа временных рядов.
14. Приведите примеры архитектур рекуррентных нейронных сетей для анализа временных рядов.
15. Приведите примеры архитектур нейронных сетей с использованием слоев внимания для анализа временных рядов.
16. Объясните важность и смысл расширенной свертки в анализе временных рядов.
17. Объясните важность и смысл использования слоев внимания в анализе временных рядов.
18. Сравните различные подходы к глубокому обучению нейронных сетей в приложениях к анализу временных рядов. Приведите примеры.

Пример типового кейса для проведения промежуточной аттестации

1. Получить данные из файла.
2. Построить график
3. Сделать предположение о подходящей модели
4. Построить модель, получить оценки параметров модели
5. Оценить качество/пригодность модели
6. Получить расчетные
7. Сделать прогноз
8. Построить графики исходных, расчетных и прогнозных данных (все на одном графике)

Примерный вариант итогового теста:

1. Выберите **верное** определение тренда временного ряда:
 - Часть любого ряда с почти монотонным (или локально монотонным) поведением и высокой интенсивностью.
 - Часть временного ряда со сравнительно высокой частотой повторений значений.
 - Стохастическая часть ряда, которая может быть как стационарной, так и не стационарной.
2. Выберите **неверное** утверждение о модели временного ряда:
 - Редкие, но регулярные события должны быть рассмотрены как циклическая часть ряда.
 - Редкие и иррегулярные события могут быть исключены или обработаны как аномальные явления.
 - Циклическость может быть включена в тренд.
3. Выберите выражение для процесса случайного блуждания:
 - $y(t)=c/(1+\exp(-k(t-m)))$.
 - $y_n=y_{(n-1)}+\varepsilon_n$.
 - $y(t)=a \cdot t+b$.
4. Выберите определение не стационарного временного ряда:
 - Временной ряд, в котором последующие одна за другой части различаются.
 - Временной ряд, в котором среднее и дисперсия постоянны для любого сегмента ряда.
 - Временной ряд, в котором каждая часть одинаковая, независимо от того когда она выбрана.
5. Выберите выражение для автокорреляционной функции:
 - $\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} y_i$.
 - $\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (y_i - ev)^2$.
 - $\frac{1}{N} \frac{\sum_{i=0}^{N-1} (y_k - ev)(y_{i-k} - ev)}{var(y)}$.
6. Выберите выражение для метрики SMAE:
 - $\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - ev(y))^2}$.
 - $\frac{1}{N} \sum_{n=0}^N \frac{|\hat{y}_n - y_n|}{|y_n| + |\hat{y}_n|}$.
 - $\frac{1}{n} \sum_{n=0}^N |\hat{y}_n - y_n|$.
7. Выберите выражение для экспоненциального среднего:
 - $\hat{y}_n = \alpha y_n + (1 - \alpha) \hat{y}_{n-1}$.
 - $y_{ma}(n) = \frac{1}{m} \sum_{i=n-m}^n w_i y$
 - $\hat{y}_n = \sum_{i=1}^p \alpha_i y_{n-i}$.
8. Выберите выражение для ARMA процесса:
 - $\hat{y}_n = \sum_{i=0}^p w_i x_i(n)$.
 - $\hat{y}_n = \sum_{i=1}^p \alpha_i y_{n-i} + \sum_{i=0}^q \beta_i \varepsilon_{n-i}$.
 - $\hat{y}_n = \frac{1}{m} \sum_{i=n-m}^n w_i y_i$.
9. Выберите причину предпочтения модели ARIMA по сравнению с моделью ARMA:
 - Выбор ARIMA в случае слишком высокого порядка AR или MA в ARMA.
 - Выбор ARIMA в случае слишком зашумленных данных
 - Выбор ARIMA в случае нестационарного временного ряда.
10. Выберите причину предпочтения модели SARIMA по сравнению с моделями ARMA и ARIMA:

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