

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о документе:

ФИО: Хоружий Людмила Ивановна

Должность: Директор института экономики и управления АПК

Дата подписания: 25.01.2026 15:01:48

Уникальный программный ключ:

1e90b132d9b04dce67585160b015dddf2cb1e6a9



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт экономики и управления АПК

Кафедра статистики и кибернетики

УТВЕРЖДАЮ:

Директор Института экономики и
управления АПК



Л.И. Хоружий

2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФТД.02 «Моделирование временных рядов агроэкономических данных на иностранном языке»

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 09.03.02 «Информационные системы и технологии»

Направленность: «Большие данные и машинное обучение», «Компьютерные науки и технологии искусственного интеллекта»

Курс 3

Семестр 5

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

Разработчики: Демичев В.В., канд. экон. наук, доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Анохин И.А., ассистент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

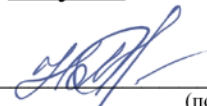

(подпись)

(подпись)

«26» августа 2025 г.

Рецензент: Трясцина Н.Ю., к.э.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«26» августа 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии».

Программа обсуждена на заседании кафедры статистики и кибернетики протокол № 11 от «26» августа 2025г.

И.о. зав. кафедрой Уколова А.В., к.э.н. доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

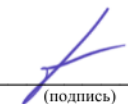
«26» августа 2025 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической
комиссии института экономики и управления АПК

Гупалова Т.Н., к.э.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«28» августа 2025 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой
статистики и кибернетики

Уколова А.В., канд. экон. наук, доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«28» августа 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ


(подпись)

Сигорова А.А.

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	6
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	7
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	12
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12
4.3 ЛЕКЦИИ/ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	15
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	19
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	20
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	20
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	35
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	35
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	36
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА	36
7.3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	37
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ОТКРЫТЫЙ ДОСТУП)	37
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	38
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	39
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	40
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	40

АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины ФТД.02 «Моделирование временных рядов агроэкономических данных на иностранном языке» для подготовки бакалавра по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии» направленностей «Большие данные и машинное обучение», «Компьютерные науки и технологии искусственного интеллекта»

Цель освоения дисциплины: углубление знаний и навыков студентов в использовании методик обработки данных, содержащих в себе временные зависимости, основанных на разносторонних подходах к моделированию временных рядов, включающих статистические модели, байесовские методы и иные альтернативные концепции; совершенствование навыков иноязычной профессиональной речи студентов.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в перечень факультативных дисциплин части учебного плана по направлению подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии».

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы): **УК-4** (УК-4.2; УК-4.3); **УК-9** (УК-9.2; УК-9.3); **ПКос-2** (ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3).

Краткое содержание дисциплины: Понятие временного ряда. Характеристики (компоненты) временных рядов: сезонная и циклическая компонента, трендовая компонента. Краткое исследование данных.

Стационарные временные ряды. Понятие стационарного временного ряда и его свойства. Автоковариационная, автокорреляционная и частная автокорреляционная функция. Временной ряд белого шума. Основные модели стационарных временных рядов: модели авторегрессии AR, модель скользящего среднего MA, модель ARMA – и их статистические свойства. Метод Бокс-Дженкинса Прогнозирование стационарных временных рядов. Информационные критерии выбора модели стационарного временного ряда. Теста на адекватность выбранной модели, Q-статистики.

Линейная модель регрессии для стационарных временных рядов, условия Гаусса-Маркова и условие эргодичности. Модели распределенных лагов FDL и модель авторегрессии- распределенных лагов и их статистические свойства. Уравнение долгосрочной зависимости и долгосрочные мультипликаторы. Функция импульсного отклика и ее свойства.

Нестационарные временные ряды. Модель временного ряда с трендом, условия Гаусса-Маркова, интерпретация коэффициентов модели. Вида тренда: линейный, квадратичный, экспоненциальный. Временные ряды, стационарные относительно тренда (TS-ряды). Проблема ложной регрессии для TS-рядов.

Случайное блуждание и его свойства. Операция взятия конечной разности для временных рядов, DS-временные ряды. Модель ARIMA нестационарного временного ряда, SARIMA; Garch; TBATS; Prophet; NNETAR; LSTM.

Проблема оценивания линейной модели регрессии для нестационарных временных рядов, проблема ложной регрессии. Коинтегрированные временные

ряды. Модель коррекции ошибок. Оценивание коинтегрированных временных рядов. Метод Йоханссена. Тест Грэнжера. Модель векторной авторегрессии.

Оценка точности модели. Валидирование и тестирование модели временного ряда Методы увеличения производительности модели.

Summary of the course: The concept of a time series. Characteristics (components) of time series: seasonal and cyclical components, trend components. Brief data analysis.

Stationary time series. The concept of a stationary time series and its properties. Autocovariance, autocorrelation and partial autocorrelation functions. White noise time series. The main models of stationary time series: autoregressive AR models, moving average MA model, ARMA model and their statistical properties. Box-Jenkins method. Forecasting stationary time series. Information criteria for choosing a stationary time series model. Test for adequacy of the selected model, Q-statistics.

Linear regression model for stationary time series, Gauss-Markov conditions and ergodicity condition. FDL distributed lag models and autoregressive distributed lag model and their statistical properties. Long-run dependence equation and long-run multipliers. Impulse response function and its properties.

Non-stationary time series. Time series model with trend, Gauss-Markov conditions, interpretation of model coefficients. Trend type: linear, quadratic, exponential. Time series stationary with respect to trend (TS series). The problem of spurious regression for TS series.

Random walk and its properties. Finite difference operation for time series, DS time series. ARIMA model of non-stationary time series, SARIMA; Garch; TBATS; Prophet; NNETAR; LSTM.

The problem of estimating a linear regression model for non-stationary time series, the problem of spurious regression. Cointegrated time series. Error correction model. Estimation of cointegrated time series. Johansen method. Granger test. Vector autoregressive model.

Evaluation of model accuracy. Validation and testing of a time series model Methods for increasing model performance.

Общая трудоемкость дисциплины/в т.ч. практическая подготовка: составляет 2 зачетные единицы (72 часа, в т.ч. 4 часа практической подготовки).

Промежуточный контроль: зачет

1. Цель освоения дисциплины

Основная цель дисциплины «Моделирование временных рядов агроэкономических данных на иностранном языке» – углубление знаний и навыков студентов в использовании методик обработки данных, содержащих в себе временные зависимости, основанных на разносторонних подходах к моделированию временных рядов, включающих статистические модели, байесовские методы и иные альтернативные концепции; совершенствование навыков иноязычной профессиональной речи студентов.

Задачи дисциплины:

– расширение и углубление теоретических знаний о качественных особенностях экономических и социальных систем в традиционной и цифровой эко-

номике, количественных взаимосвязях и закономерностях их развития, в том числе в условиях цифровых трансформаций;

- сформировать у студентов представление об основных научных проблемах моделирования и прогнозирования на основе данных в форме временных рядов, об основных тенденциях развития методов анализа временных рядов и их использовании в научных исследованиях;

- овладение студентами современной методологией и методикой построения, анализа и применения моделей временных рядов для прогноза развития указанных систем, в том числе в условиях цифровых трансформаций;

- сформировать у студентов практические навыки построения моделей и прогнозов, интерпретации и представления результатов на основе реальных экономических данных;

- приобретение опыта проведения самостоятельного и коллективного научного исследования, получения новых научных выводов о развитии экономики на основе моделирования и прогнозирования с использованием цифровых технологий;

- сформировать способность к самостоятельному углубленному изучению методов статистического и эконометрического моделирования и подходов к анализу в современной научной литературе, в т.ч. с использованием цифровых ресурсов текстовой информации и статистических данных.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Моделирование временных рядов агроэкономических данных на иностранном языке» включена в часть факультативных дисциплин части учебного плана по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии.

Дисциплина «Моделирование временных рядов агроэкономических данных на иностранном языке» изучается в пятом семестре образовательного цикла, предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Моделирование временных рядов агроэкономических данных на иностранном языке» являются: «Линейная алгебра», «Математический анализ», «Введение в компьютерные науки на иностранном языке», «Математическая статистика», «Экономическая теория», «Анализ агроэкономических данных с использованием современных информационных технологий на иностранном языке».

Овладение методологией и методикой построения и применения моделей временных рядов» необходимо для изучения дисциплин: «Лабораторный практикум по эконометрике с использованием пакетов прикладных программ», «Многомерные статистические методы», «Тестирование программного обеспечения».

Рабочая программа дисциплины «Моделирование временных рядов агроэкономических данных на иностранном языке» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компе- тенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компе- тенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	УК-4.2 Уметь: применять на практике деловую коммуникацию в устной и письменной формах, методы и навыки делового общения на русском и иностранном языках	-	Представлять результаты моделирования временных рядов профессиональному и научному сообществу на русском и английском языках	-
			УК-4.3 Владеть: навыками чтения и перевода текстов на иностранном языке в профессиональном общении; навыками деловых коммуникаций в устной и письменной форме на русском и иностранном языках; методикой составления суждения в межличностном деловом общении на русском и иностранном языках	-	-	Навыками чтения профессиональной и научной литературы по формированию и анализу временных рядов, представления своих научных и профессиональных суждений по результатам моделирования временных рядов в межличностном деловом общении на русском и иностранном языках
2	УК-9	Способен принимать обоснованные экономические реше-	УК-9.2 Уметь: применять экономиче-	-	Научно обосновывать выбор подходов и мето-	-

		ния в различных областях жизнедеятельности	ские знания при выполнении практических задач; принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности в условиях цифровой трансформации		дов для моделирования временных рядов с целью принятия экономических решений в профессиональной деятельности	
			УК-9.3 Иметь навыки: использовать основные положения и методы экономических наук при решении социальных и профессиональных задач в условиях цифровой трансформации	-	-	Использовать методы моделирования временных рядов для принятия обоснованных решений профессиональных задач, в том числе в условиях цифровой трансформации
3	ПКос-2	Способность проводить анализ данных с использованием информационных технологий в области сельского хозяйства, экономики, бухгалтерского учета, статистики, финансов и др.	ПКос-2.1 Знать: основы технологии производства продукции сельского хозяйства; теорию и методологию дисциплин экономического профиля (экономика, бухгалтерский учет, статистика, финансы и др.); информационные технологии анализа данных; источники информации для про-	Отечественные и зарубежные источники экономической информации для формирования временных рядов, теоретические подходы, требования и методы построения моделей временного ряда для анализа и прогнозирования развития социальных и экономических явлений с целью решения профессиональных задач	-	-

			фессиональной деятельности			
			ПКос-2.2 Уметь: собирать информацию для проведения анализа данных в области сельского хозяйства, экономики, бухгалтерского учета, статистики, финансов и др.; устанавливать причинно-следственные связи между признаками; выбирать и применять, в том числе с использованием современных информационных технологий, методы анализа данных в области сельского хозяйства, экономики, бухгалтерского учета, статистики, финансов и др.; делать выводы на основе проведенного анализа данных	-	Формировать временные ряды для анализа развития социальных и экономических явлений, определять вид временного ряда, выделять его компоненты и моделировать с использованием современных информационных технологий	-
			ПКос-2.3 Владеть: методологией и навыками проведения анализа данных с использованием информационных техноло-	-	-	Навыками проведения анализа развития социальных и экономических явлений (процессов) на основе моделирования временных

			гий в области сель- ского хозяйства, в том числе экономики сельского хозяйства			рядов
--	--	--	---	--	--	-------

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2,0 зачетных единицы (72 часов, в т.ч. 4 часа практической подготовки), их распределение по видам работ и по семестрам представлено в таблице 2.

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	В т.ч. по семестрам
		№ 5
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	72/4	72/4
1. Контактная работа:	48,25	48,25
Аудиторная работа	48/4	48/4
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	16	16
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	32/4	32/4
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25	0,25
2. Самостоятельная работа (СРС)	23,75	23,75
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям и т.д.)</i>	14,75	14,75
<i>Подготовка к зачёту (контроль)</i>	9	9
Вид промежуточного контроля:	Зачёт с оценкой	

* в том числе практическая подготовка

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
Раздел 1 Теоретические аспекты моделирования динамических рядов Section 1 Theoretical aspects of time series modeling	11	2	4	-	5
Раздел 2 Моделирование стационарных временных рядов Section 2 Stationary Time Series Modeling	24,75	6	10	-	8,75
Раздел 3 Моделирование нестационарных временных рядов Section 3 Non-stationary Time Series Mod-	25	6	14	-	5

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
eling					
Раздел 4 Валидирование и тестирование модели временного ряда Section 4 Validation and Testing of Time Series Model	11	2	4	-	5
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	-	-	0,25	-
Итого по дисциплине	72	16	32	0,25	23,75

* в том числе практическая подготовка

Раздел 1. Теоретические аспекты моделирования динамических рядов

Section 1 Theoretical aspects of time series modeling

Понятие временного ряда. Элементы и компоненты временного ряда. Показатели анализа временных рядов. Автокорреляция. Автокорреляционная функция, ее применение для определения структуры временного ряда.

Требования к сопоставимости временных рядов. Источники отечественные и зарубежные для составления временных рядов.

Методы выявления и удаления трендов и сезонности. Методы сглаживания: Скользящие средние, экспоненциальное сглаживание. Декомпозиция временных рядов: Разложение ряда на тренд, сезонную компоненту и остаток. Дифференцирование: Метод для устранения тренда путем взятия разностей между последовательными значениями.

The concept of a time series. Elements and components of a time series. Indicators of time series analysis. Autocorrelation. Autocorrelation function, its application to determine the structure of a time series.

Requirements for comparability of time series. Domestic and foreign sources for compiling time series.

Methods for identifying and removing trends and seasonality. Smoothing methods: Moving averages, exponential smoothing. Decomposition of time series: Decomposition of a time series into a trend, a seasonal component, and a remainder. Differentiation: A method for eliminating a trend by taking differences between successive values.

Раздел 2 Моделирование стационарных временных рядов

Section 2 Stationary Time Series Modeling

Основные модели стационарных временных рядов: модели авторегрессии AR, модель скользящего среднего MA, модель ARMA – и их статистические свойства. Метод Бокса-Дженкинса Прогнозирование стационарных временных рядов. Информационные критерии выбора модели стационарного временного ряда. Теста на адекватность выбранной модели, Q-статистики.

Линейная модель регрессии для стационарных временных рядов, условия Гаусса-Маркова. Модели распределенных лагов FDL и модель авторегрессии-распределенных лагов и их статистические свойства. Уравнение долгосрочной

зависимости и долгосрочные мультипликаторы. Функция импульсного отклика и ее свойства.

Basic models of stationary time series: autoregressive AR models, moving average MA model, ARMA model – and their statistical properties. Box-Jenkins method Forecasting stationary time series. Information criteria for choosing a model of a stationary time series. Test for the adequacy of the selected model, Q-statistics. Linear regression model for stationary time series, Gauss-Markov conditions. FDL distributed lag models and the autoregressive distributed lag model and their statistical properties. Long-term dependence equation and long-term multipliers. Impulse response function and its properties.

Раздел 3. Моделирование нестационарных временных рядов

Section 3 Non-stationary Time Series Modeling

Модель временного ряда с трендом, условия Гаусса-Маркова, интерпретация коэффициентов модели. Виды тренда: линейный, квадратичный, экспоненциальный. Временные ряды, стационарные относительно тренда (TS-ряды). Проблема ложной регрессии для TS-рядов.

Случайное блуждание и его свойства. Операция взятия конечной разности для временных рядов, DS-временные ряды. Модель ARIMA нестационарного временного ряда, SARIMA; Garch; TBATS; Prophet; NNETAR; LSTM.

Проблема оценивания линейной модели регрессии для нестационарных временных рядов, проблема ложной регрессии. Кointегрированные временные ряды. Модель коррекции ошибок. Оценивание кointегрированных временных рядов. Метод Йоханссена. Тест Грэнжера. Модель векторной авторегрессии.

Time series model with trend, Gauss-Markov conditions, interpretation of model coefficients. Types of trend: linear, quadratic, exponential. Time series stationary with respect to trend (TS series). The problem of spurious regression for TS series.

Random walk and its properties. Finite difference operation for time series, DS time series. ARIMA model of non-stationary time series, SARIMA; Garch; TBATS; Prophet; NNETAR; LSTM.

The problem of estimating a linear regression model for non-stationary time series, the problem of spurious regression. Cointegrated time series. Error correction model. Estimation of cointegrated time series. Johanssen method. Granger test. Vector autoregression model.

Раздел 4. Валидирование и тестирование модели временного ряда

Section 4 Validation and Testing of Time Series Model

Цели и задачи валидирования и тестирования. Почему важно проверять точность модели? Этапы проверки модели. Метрики оценки качества модели: среднее абсолютное отклонение (MAE), среднеквадратичное отклонение (RMSE), коэффициент детерминации (R^2), информационные критерии (AIC, BIC), другие метрики (MAPE, MASE и др.).

Тестирование модели на тестовой выборке. Применение модели к тестовым данным. Расчет метрик качества на основе предсказаний. Сравнение ре-

зультатов с эталонным показателем.

Анализ остатков по модели. Проверка остатков на нормальность распределения. Проверка на отсутствие автокорреляции (Durbin-Watson test). Анализ гистограммы и графика остатков.

Перекрестная проверка (Cross-Validation). Кросс-валидация как метод улучшения обобщающей способности модели. Типы кросс-валидации: k-fold, leave-one-out. Применение кросс-валидации к моделям временных рядов.

Тесты на значимость модели: тесты на значимость коэффициентов модели, тесты на адекватность модели (например, тест Лджунга-Бокса).

Goals and objectives of validation and testing. Why is it important to check the accuracy of a model? Stages of model validation. Model quality assessment metrics: mean absolute deviation (MAE), root mean square deviation (RMSE), coefficient of determination (R^2), information criteria (AIC, BIC), other metrics (MAPE, MASE, etc.).

Testing the model on a test sample. Applying the model to test data. Calculating quality metrics based on predictions. Comparing results with a benchmark.

Analysis of residuals by model. Checking residuals for normal distribution. Checking for the absence of autocorrelation (Durbin-Watson test). Analysis of the histogram and residual plot.

Cross-validation. Cross-validation as a method for improving the generalizing ability of a model. Types of cross-validation: k-fold, leave-one-out. Applying cross-validation to time series models.

Tests for model significance: tests for the significance of model coefficients, tests for the adequacy of the model (e.g., the Ljung-Box test).

4.3 Лекции/ практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций /практических занятий и контрольные мероприятия

Название раздела	№ и название лекций, практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
Раздел 1 Теоретические аспекты моделирования динамических рядов Section 1 Theoretical aspects of time series modeling	Лекция № 1. Понятие, компоненты и показатели анализа временного ряда Lecture No 1. Concept, components and indicators of time series analysis	ПКос-2.1		2
	ПЗ № 1. Формирование длительного временного ряда с использованием отечественных и зарубежных источников статистической информации. Расчет и анализ показателей временного ряда PC No. 1. Formation of a long time series using domestic and	УК-4.3, УК-9.2	защита практической работы	2

Название раздела	№ и название лекций, практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	foreign sources of statistical information. Calculation and analysis of time series indicators			
	ПЗ № 2. Построение автокорреляционной функции, оценка сезонной и трендовой компонент PC No. 2. Construction of autocorrelation function, assessment of seasonal and trend components	УК-4.2, УК-4.3	защита практической работы	2
Раздел 2 Моделирование стационарных временных рядов Section 2 Stationary Time Series Modeling	Лекция № 2. Модели стационарных временных рядов: модели авторегрессии AR, модель скользящего среднего MA, модель ARMA – их статистические свойства Lecture No. 2. Models of stationary time series: autoregressive models AR, moving average model MA, ARMA model – their statistical properties	ПКос-2.1, УК-9.2		2
	ПЗ № 3. Моделирование временного ряда с помощью модели AR(1) PC No. 3. Modeling time series using the AR(1) model	УК-4.2, УК-4.3	защита практической работы	2
	ПЗ № 4. Моделирование временного ряда с помощью модели MA(1) PC No. 4. Modeling of time series using the MA(1) model	УК-4.2, УК-4.3	защита практической работы	2
	ПЗ № 5. Моделирование временного ряда с помощью модели ARMA(1,1) PC No. 5. Modeling of time series using the ARMA(1,1) model	УК-4.2, УК-4.3	защита практической работы	2
	Лекция № 3. Линейная модель регрессии для стационарных временных рядов, условия Гаусса-Маркова. Модели распределенных лагов Lecture No 3. Linear regression model for stationary time series, Gauss-Markov conditions. Distributed lag models	ПКос-2.1, УК-9.2		2
	ПЗ № 6. Построение модели распределенных лагов	УК-4.2, УК-4.3,	защита практической работы	2

Название раздела	№ и название лекций, практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	PC No. 6. Construction of a distributed lag model	УК-9.2, УК-9.3	боты	
	Лекция № 4. Уравнение долгосрочной зависимости и долгосрочные мультипликаторы. Функция импульсного отклика и ее свойства. Lecture No. 4. The equation of long-term dependence and long-term multipliers. The impulse response function and its properties.	ПКос-2.1		2
	Контрольная работа №1 Test 1		Тестирование	2
Раздел 3 Моделирование нестационарных временных рядов Section 3 Non-stationary Time Series Modeling	Лекция № 5. Модель временного ряда с трендом, условия Гаусса-Маркова, интерпретация коэффициентов модели Lecture No. 5. Time series model with trend, Gauss-Markov conditions, interpretation of model coefficients	ПКос-2.1		2
	ПЗ № 7. Выбор формы тренда для нестационарного ряда PC No. 7. Selecting the trend form for a non-stationary series	ПКос-2.2, ПКос-2.3	защита практической работы	4
	ПЗ № 8. Анализ и моделирование временного ряда, содержащего линейный тренд на языке Python PC No 8: Analysis and Modeling of a Time Series Containing a Linear Trend in Python	УК-4.2, УК-4.3	защита практической работы	2
	Лекция № 6. Модель ARIMA нестационарного временного ряда, SARIMA; Garch и др. Lecture No. 6. ARIMA model of non-stationary time series, SARIMA; Garch et al.	ПКос-2.1		2
	ПЗ № 9. Построение GARCH-модели на языке Python PC No 9: Construction of a GARCH Model in Python	УК-4.2, УК-4.3	защита практической работы	2
	ПЗ № 10 Построение аддитивной и мультипликативной модели PC No. 10 Construction of an additive and multiplicative model	ПКос-2.2, ПКос-2.3	защита практической работы	2

Название раздела	№ и название лекций, практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Лекция № 7 Проблема оценивания линейной модели регрессии для нестационарных временных рядов, проблема ложной регрессии Lecture No. 7 The problem of estimating a linear regression model for non-stationary time series, the problem of spurious regression	ПКос-2.1, УК-9.2		2
	ПЗ № 11 Построение модели взаимосвязи по двум нестационарным временным рядам PC No. 11 Construction of a model of interrelationship based on two non-stationary time series	ПКос-2.2, ПКос-2.3, УК-9.2, УК-9.3	защита практической работы	2
	Контрольная работа №2 Test 2		Тестирование	2
Раздел 4 Валидирование и тестирование модели временного ряда Section 4 Validation and Testing of Time Series Model	Лекция № 8. Валидирование и тестирование модели временного ряда Lecture No. 8. Validation and testing of the time series model	ПКос-2.1		4
	ПЗ № 12. Прогнозирование по модели с предикторами PC No. 12. Forecasting using a model with predictors	ПКос-2.2, ПКос-2.3, УК-9.2, УК-9.3	защита практической работы	2
	ПЗ № 13. Выбор оптимальной модели на основе перекрестной проверки PC No. 13. Selection of the optimal model based on cross-validation	ПКос-2.2, ПКос-2.3, УК-9.2, УК-9.3	защита практической работы	2

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
1.	Раздел 1 Теоретические аспекты моделирования динамических рядов Section 1 Theoretical aspects of time series modeling	Сделать выводы по ПЗ № 1 - 2, оформить работы и подготовиться к их защите. Подготовиться по вопросам 1-10 (см. п. 3 подраздела 6.1 «Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет с оценкой)») Draw conclusions on tasks PC 1-2, prepare the work and prepare for its defense. Prepare for questions 1-10 (see paragraph 3 of subsection 6.1 "List of questions submitted for midterm assessment (credit with grade)") (УК-4.3, УК-9.3)
2.	Раздел 2 Моделиро-	Сделать выводы по ПЗ № 3-6, оформить работы и подготовиться

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	вание стационарных временных рядов Section 2 Stationary Time Series Modeling	ся к их защите, подготовиться к контрольной работе в форме тестирования Изучить вопросы 11-17 (см. п. 3 подраздела 6.1 «Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет с оценкой)»). Draw conclusions on tasks PC No. 3-6, prepare the work and prepare for its defense, prepare for the test in the form of testing. Study questions 11-17 (see paragraph 3 of subsection 6.1 "List of questions submitted for midterm assessment (credit with grade)"). (УК-4.3, УК-9.3)
3	Раздел 3 Моделирование нестационарных временных рядов Section 3 Non-stationary Time Series Modeling	Сделать выводы по ПЗ № 7-11, оформить работы и подготовиться к их защите, подготовиться к контрольной работе в форме тестирования. Изучить вопросы 18-25 (см. п. 3 подраздела 6.1 «Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет с оценкой)»). Draw conclusions on PC No. 7-11, prepare the work and prepare for its defense, prepare for the test. Study questions 18-25 (see paragraph 3 of subsection 6.1 "List of questions submitted for midterm assessment (credit with grade)"). (ПКос-2.3, УК-4.3)
4	Раздел 4 Валидирование и тестирование модели временного ряда Section 4 Validation and Testing of Time Series Model	Сделать выводы по ПЗ № 12, 13. Подготовиться к деловой игре по вопросам 26-36 (см. п. 3 подраздела 6.1 «Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет с оценкой)»). Draw conclusions on PZ No. 12, 13. Prepare for the business game on questions 26-36 (see paragraph 3 of subsection 6.1 "List of questions submitted for midterm assessment (credit with grade)"). (ПКос-2.3, УК-4.3)

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Построение GARCH-модели на языке Python Constriction of a GARCH Model in Python	ПЗ	Компьютерная симуляция
2.	Анализ и моделирование временного ряда, содержащего линейный тренд на языке Python Analysis and Modeling of a Time Series Containing a Linear Trend in Python	ПЗ	Компьютерная симуляция
3.	Выбор оптимальной модели на основе перекрестной проверки Selection of the optimal model based on cross-validation	ПЗ	Компьютерная симуляция

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

1) Примеры заданий для практической работы

PC No 8 « Analysis and Modeling of a Time Series Con-taining a Linear Trend in Python» (компьютерная симуляция)

Задача:

Имеется временной ряд, содержащий линейный тренд. Необходимо:

1. Загрузить и визуализировать данные.
2. Проверить наличие тренда.
3. Преобразовать ряд в стационарный относительно тренда.
4. Построить и оценить модель для преобразованного ряда.
5. Прогнозировать будущие значения.

There is a time series containing a linear trend. It is necessary to:

1. Load and visualize the data.
2. Check for a trend.
3. Transform the series into a stationary one with respect to the trend.
4. Build and evaluate a model for the transformed series.
5. Predict future values.

Шаги решения:

1. Импорт необходимых библиотек:

Solution steps:

1. Import the necessary libraries:

```
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
from statsmodels.tsa.stattools import adfuller
from statsmodels.graphics.tsaplots import plot_acf, plot_pacf
from statsmodels.tsa.arima.model import ARIMA
```

2. Загрузка и визуализация данных:

Предположим, что у нас есть CSV-файл с временным рядом. Загружаем его и строим график:

2. Loading and visualizing data:

Let's assume we have a CSV file with a time series. We load it and plot a graph:

```
# Загрузка данных
data = pd.read_csv('timeseries_data.csv', index_col='Date', parse_dates=True)

# Визуализация данных
plt.figure(figsize=(12, 6))
plt.plot(data['Value'], label='Original Series')
plt.title('Original Time Series')
plt.xlabel('Time')
plt.ylabel('Value')
plt.legend()
plt.show()
```

3. Проверка наличия тренда:

Используем тест Дики-Фуллера для проверки наличия тренда:

3. Checking for a trend:

We use the Dickey-Fuller test to check for a trend:

```
def test_stationarity(timeseries):  
    # Тест Дики-Фуллера  
    dfctest = adfuller(timeseries, autolag='AIC')  
  
    print("ADF Statistic: %f" % dfctest[0])  
    print("p-value: %f" % dfctest[1])  
    print("Critical Values:")  
    for key, value in dfctest[4].items():  
        print("\t%s: %.3f" % (key, value))  
  
    if dfctest[1] < 0.05:  
        print("Ряд является стационарным.")  
    else:  
        print("Ряд не является стационарным.")  
  
test_stationarity(data['Value'])
```

4. Преобразование ряда в стационарный относительно тренда:

Если ряд не является стационарным, удаляем тренд с помощью первой разности:

4. Transforming the series into a stationary series with respect to the trend:

If the series is not stationary, remove the trend using the first difference:

```
if dfctest[1] >= 0.05:  
    transformed_series = data['Value'].diff().dropna()  
else:  
    transformed_series = data['Value']  
  
plt.figure(figsize=(12, 6))  
plt.plot(transformed_series, label='Transformed Series')  
plt.title('Transformed Time Series')  
plt.xlabel('Time')  
plt.ylabel('Value')  
plt.legend()  
plt.show()
```

5. Построение и оценка модели для преобразованного ряда:

Определим порядок модели ARIMA и построим её:

5. Construction and evaluation of the model for the transformed series:

We will determine the order of the ARIMA model and construct it:

```
plot_acf(transformed_series, lags=20)  
plt.show()  
plot_pacf(transformed_series, lags=20)  
plt.show()  
  
model = ARIMA(transformed_series, order=(1, 1, 1)) # Пример порядка (p, d, q)  
fitted_model = model.fit()  
print(fitted_model.summary())
```

6. Прогнозирование будущих значений:

Сделаем прогноз на несколько шагов вперед:

6. Forecasting future values:

Let's make a forecast several steps ahead:

```
forecast = fitted_model.forecast(steps=10)  
print(forecast)
```

Полный код:

Full code:

```

import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
from statsmodels.tsa.stattools import adfuller
from statsmodels.graphics.tsaplots import plot_acf, plot_pacf
from statsmodels.tsa.arima.model import ARIMA

# Загрузка данных
data = pd.read_csv('timeseries_data.csv', index_col='Date', parse_dates=True)

# Визуализация данных
plt.figure(figsize=(12, 6))
plt.plot(data['Value'], label='Original Series')
plt.title('Original Time Series')
plt.xlabel('Time')
plt.ylabel('Value')
plt.legend()
plt.show()

def test_stationarity(timeseries):
    # Тест Дики-Фуллера
    dfctest = adfuller(timeseries, autolag='AIC')

    print("ADF Statistic: %f" % dfctest[0])
    print("p-value: %f" % dfctest[1])
    print("Critical Values:")
    for key, value in dfctest[4].items():
        print("\t%s: %.3f" % (key, value))

    if dfctest[1] < 0.05:
        print("Ряд является стационарным.")
    else:
        print("Ряд не является стационарным. dfctest[1] >= 0.05:")
        transformed_series = data['Value'].diff().dropna()
else:
    transformed_series = data['Value']

plt.figure(figsize=(12, 6))
plt.plot(transformed_series, label='Transformed Series')
plt.title('Transformed Time Series')
plt.xlabel('Time')
plt.ylabel('Value')
plt.legend()
plt.show()

plot_acf(transformed_series, lags=20)
plt.show()
plot_pacf(transformed_series, lags=20)
plt.show()

model = ARIMA(transformed_series, order=(1, 1, 1)) # Пример порядка (p, d, q)
fitted_model = model.fit()
print(fitted_model.summary())

forecast = fitted_model.forecast(steps=10)
print(forecast)

```

PC No 9 « Constriction of a GARCH Model in Python » (компьютерная симуляция)

Задача: имеется временной ряд, содержащий трендовую компоненту. Требуется построить GARCH-модель временного ряда.

Шаг 1: Импорт необходимых библиотек

The task: There is a time series containing a trend component. It is required to build a GARCH model of the time series.

Step 1: Importing the required libraries

```
import pandas as pd
import numpy as np
from statsmodels.tsa.arima.model import ARIMA
from arch import arch_model
```

Шаг 2: Загрузка и подготовка данных

В этом примере мы будем работать с искусственно созданным временным рядом.

Step 2: Load and prepare data

In this example, we will work with an artificially created time series.

```
# Генерация случайных данных
np.random.seed(42)
data = np.random.normal(size=1000) + np.cumsum(np.random.normal(scale=0.01, size=1000))
df = pd.DataFrame(data, columns=['value'])
```

Шаг 3: Проверка стационарности временного ряда

Прежде чем строить GARCH-модель, необходимо убедиться, что временной ряд является стационарным. Для этого используем тест Дики-Фуллера (ADF).

Step 3: Checking the stationarity of the time series

Before building the GARCH model, we need to make sure that the time series is stationary. To do this, we use the Dickey-Fuller (ADF) test.

```
from statsmodels.tsa.stattools import adfuller

def test_stationarity(timeseries):
    # Выполняем ADF-тест
    result = adfuller(timeseries, autolag='AIC')

    print(f'ADF Statistic: {result[0]}')
    print(f'p-value: {result[1]}')

    for key, value in result[4].items():
        print('Critical Values:')
        print(f' {key}, {value}')

test_stationarity(df['value'])
```

Если p-значение теста меньше 0.05, то временной ряд считается стационарным. В противном случае его нужно преобразовать к стационарному виду, например, путем взятия разностей.

If the p-value of the test is less than 0.05, the time series is considered stationary. Otherwise, it must be transformed to a stationary form, for example, by taking differences.

Шаг 4: Преобразование временного ряда к стационарному виду

Предположим, что наш временной ряд оказался нестационарным. Тогда мы можем взять первую разность:

Step 4: Transform the time series to stationary form

Assume that our time series is non-stationary. Then we can take the first difference:

```
stationary_data = df['value'].diff().dropna()
```

Теперь проверяем стационарность нового ряда:

Now we check the stationarity of the new series:

```
test_stationarity(stationary_data)
```

Шаг 5: Построение GARCH-модели

После того как мы убедились, что временной ряд стал стационарным, можно построить GARCH-модель.

Step 5: Building a GARCH Model

Once we have verified that the time series has become stationary, we can build a GARCH model.

```
model = arch_model(stationary_data, mean='Zero', vol='GARCH', p=1, q=1)
fitted_model = model.fit(dispatch='off')
print(fitted_model.summary())
```

Шаг 6: Прогнозирование волатильности

Используя построенную модель, можно прогнозировать условную волатильность на несколько шагов вперед.

Step 6: Forecasting Volatility

Using the constructed model, it is possible to forecast conditional volatility several steps ahead.

```
forecasts = fitted_model.forecast(horizon=10)
volatility_forecast = forecasts.variance.values[-1]
print(volatility_forecast)
```

PC No 13 «Selection of the optimal model based on cross-validation» (компьютерная симуляция на языке R)

Задача: выбрать оптимальную модель стоимости биткоина из построенных ранее моделей M4, M5 и M12. Для описания качества этих моделей использовать две метрики: MAPE и покрытие. Для упрощения задачи предположим также, что нас интересует качество предсказаний в целом для 90-дневного прогнозного горизонта (т.е. нам неинтересны отдельные даты этого горизонта). Рассчитаем обе метрики качества для каждой из моделей-кандидатов:

Task: select the optimal bitcoin price model from the previously constructed models M4, M5, and M12. To describe the quality of these models, use two metrics: MAPE and coverage. To simplify the task, let's also assume that we are interested in the quality of predictions as a whole for a 90-day forecast horizon (i.e., we are not interested in individual dates of this horizon). Let's calculate both quality metrics for each of the candidate models:

```
M4_cv <- cross_validation(M4, initial = 730,
                        period = 180,
                        horizon = 90,
                        units = "days")
M5_cv <- cross_validation(M5, initial = 730,
                        period = 180,
                        horizon = 90,
                        units = "days")
M12_cv <- cross_validation(M12, initial = 730,
                        period = 180,
                        horizon = 90,
                        units = "days")
M4_perf <- performance_metrics(M4_cv,
                        metrics = c("mape", "coverage"),
                        rolling_window = 1)
M5_perf <- performance_metrics(M5_cv,
                        metrics = c("mape", "coverage"),
```

```

        rolling_window = 1)
M12_perf <- performance_metrics(M12_cv,
                                metrics = c("mape", "coverage"),
                                rolling_window = 1)

M4_perf
## horizon    mape coverage
## 1 90 days 0.03214045 0.2851852
M5_perf
## horizon    mape coverage
## 1 90 days 0.03717749 0.462963
M12_perf
## horizon    mape coverage
## 1 90 days 0.02347762 0.637037

```

Как видим, M12 лучше других моделей по обоим выбранным метрикам качества. Это можно видеть также из графиков, построенных с помощью функции `plot_cross_validation_metric()`

As we can see, M12 is better than other models in both selected quality metrics. This can also be seen from the graphs plotted using the `plot_cross_validation_metric()` function.

```

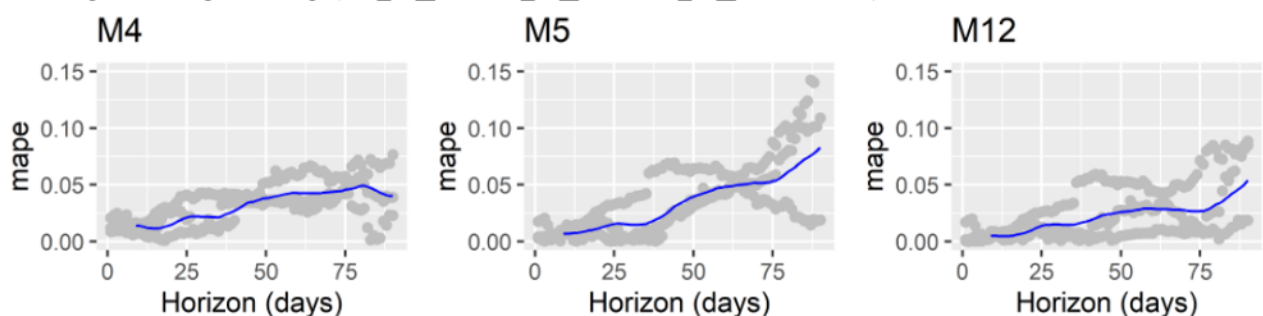
M4_cv_plot <- plot_cross_validation_metric(M4_cv,
                                           metric = "mape",
                                           rolling_window = 0.1) +
  ylim(c(0, 0.15)) + ggtitle("M4")

M5_cv_plot <- plot_cross_validation_metric(M5_cv,
                                           metric = "mape",
                                           rolling_window = 0.1) +
  ylim(c(0, 0.15)) + ggtitle("M5")

M12_cv_plot <- plot_cross_validation_metric(M12_cv,
                                           metric = "mape",
                                           rolling_window = 0.1) +
  ylim(c(0, 0.15)) + ggtitle("M12")

gridExtra::grid.arrange(M4_cv_plot, M5_cv_plot, M12_cv_plot, ncol = 3)

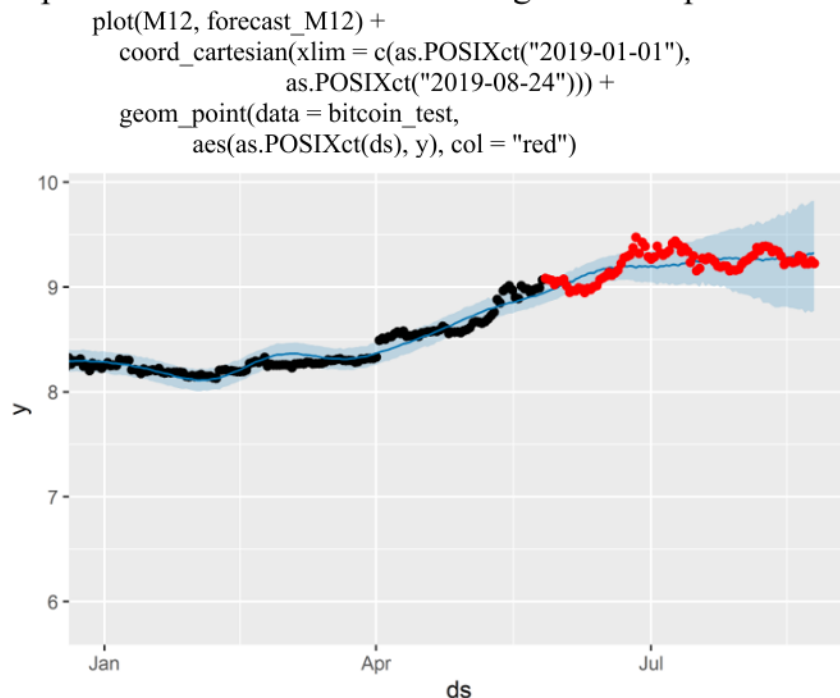
```



Имеется и проверочный набор данных — `bitcoin_test`. Посмотрим, как выбранная нами оптимальная модель M12 сработает на этой проверочной выборке. На рисунке представлены обучающие данные (черные точки; для удобства показаны наблюдения только за 2019 г.) и истинные значения стоимости биткоина в прогнозном периоде (красные точки). Голубая сплошная линия на этом графике соответствует предсказанным моделью значениям, а светло-голубая полоса вокруг нее — 80%-ной доверительной области предсказанных значений:

There is also a test data set — `bitcoin_test`. Let's see how the optimal M12 model we chose works on this test sample. The figure shows the training data (black

dots; for convenience, only observations for 2019 are shown) and the true values of the bitcoin price in the forecast period (red dots). The blue solid line in this graph corresponds to the values predicted by the model, and the light blue band around it corresponds to the 80% confidence region of the predicted values:



Хотя выбранная нами в качестве оптимальной модель M12 не смогла правильно предсказать некоторые локальные колебания стоимости биткоина в прогнозном периоде, в целом она дала неплохой результат: большинство истинных значений стоимости оказалось в пределах 80%–ной доверительной полосы.

Although the M12 model we chose as the optimal one was unable to correctly predict some local fluctuations in the Bitcoin price during the forecast period, overall it gave a good result: most of the true price values were within the 80% confidence band.

2) Примерное задание для практической подготовки

Построение и оценка прогнозной модели цен на пшеницу с использованием методов ИИ на основе реальных агроэкономических временных рядов

Building and Evaluating an AI-Based Forecasting Model for Wheat Prices Using Real Agro-Economic Time Series

Цель: На основе реальных данных реализовать, протестировать и интерпретировать две прогнозные модели — классическую и основанную на методах искусственного интеллекта — с использованием языка программирования Python (или R). Все этапы работы оформляются на английском языке (в том числе пояснения, комментарии и отчёт).

Objective: Using real-world data, implement, test, and interpret two forecasting models—one classical and one based on artificial intelligence—using the Python (or R) programming language. All stages of the assignment must be documented in English (including explanations, code comments, and the final report).

Порядок выполнения:

I. Получение данных

- A. Найдите и загрузите открытый временной ряд (например, на сайтах FAO, Всемирного банка или USDA), содержащий ежемесячные или ежеквартальные данные по ценам на пшеницу (или другой сельскохозяйственный товар) за период не менее 10 лет.
- B. Кратко обоснуйте выбор данных (2–3 предложения на английском языке).
- C. Разведочный анализ и предварительная обработка (45 мин)
- D. Постройте графики ряда (тренд, сезонность, изменчивость).
- E. Проверьте ряд на стационарность с помощью тестов ADF или KPSS.
- F. При необходимости приведите ряд к стационарному виду (логарифмирование, дифференцирование и т.д.).
- G. Зафиксируйте выводы на английском языке.

II. Построение моделей

- A. Постройте две модели:
 - a) Классическую статистическую модель (например, ARIMA или SARIMA)
 - b) Модель на основе методов ИИ (например, LSTM, Prophet или Random Forest с лаговыми переменными)
- B. Используйте библиотеки: statsmodels, sklearn, prophet, tensorflow / keras и др.
- C. Добавьте комментарии к коду и краткие пояснения на английском языке.

III. Валидация и сравнение моделей

- A. Разделите данные на обучающую и тестовую выборки.
- B. Оцените обе модели по метрикам: RMSE, MAE, MAPE.
- C. Проведите анализ остатков для классической модели (проверка на автокорреляцию — тест Льюнга–Бокса или Дарбина–Уотсона).
- D. Сравните модели: какая точнее, проще в интерпретации, быстрее обучается? Обоснуйте выбор.

IV. Оформление отчёта и выводов

- A. Подготовьте краткий отчёт (1–2 страницы на английском языке), включающий:
 - a) Постановку задачи
 - b) Описание источника и характеристик данных
 - c) Методологию (какие модели использованы и почему)
 - d) Основные результаты и сравнение моделей
 - e) Ограничения работы и возможные улучшения с использованием ИИ (например, ансамбли, attention-механизмы и др.)

Procedure:

I. Data Acquisition

- A. A. Find and download an open-access time series dataset (e.g., from FAO, the World Bank, or USDA) containing monthly or quarterly wheat prices (or another agricultural commodity) covering at least 10 years.
- B. B. Briefly justify your data choice (2–3 sentences in English).
- C. II. Exploratory Data Analysis and Preprocessing (45 min)

- D. C. Plot the time series (trend, seasonality, volatility).
- E. D. Test the series for stationarity using the ADF or KPSS tests.
- F. E. If non-stationary, transform the series to achieve stationarity (e.g., via log transformation, differencing, etc.).
- G. F. Record your conclusions in English.

II. Model Development

- A. Build two models:
 - a) A classical statistical model (e.g., ARIMA or SARIMA)
 - b) An AI-based model (e.g., LSTM, Prophet, or Random Forest with lagged features)
- B. Use libraries such as statsmodels, sklearn, prophet, tensorflow/keras, etc.
- C. Include English-language comments in your code and brief explanatory notes.

III. Model Validation and Comparison

- A. Split the data into training and test sets.
- B. Evaluate both models using the following metrics: RMSE, MAE, and MAPE.
- C. Perform residual diagnostics for the classical model (test for autocorrelation using the Ljung–Box or Durbin–Watson test).
- D. Compare the models in terms of accuracy, interpretability, and training speed. Justify your conclusions.

V. Report Writing and Conclusions

- A. Prepare a concise report (1–2 pages in English) that includes:
 - a) Problem statement
 - b) Data source and description
 - c) Methodology (models used and rationale)
 - d) Key results and model comparison
 - e) Limitations of the study and potential AI-driven improvements (e.g., ensemble methods, attention mechanisms, etc.)

3) Тесты для текущего и промежуточного контроля знаний обучающихся

Контрольная работа №1. «Моделирование стационарных временных рядов»

1. Что такое стационарный временной ряд?

- a) Ряд, в котором значения остаются постоянными во времени.
- b) Ряд, в котором математическое ожидание и дисперсия меняются во времени.
- c) Ряд, в котором математическое ожидание и дисперсия остаются неизменными во времени.
- d) Ряд, в котором все значения равны нулю.

2. Как называется модель, которая описывает зависимость текущего значения временного ряда от его предыдущих значений?

- a) Модель скользящего среднего (MA)
- b) Модель авторегрессии (AR)
- c) Модель ARMA
- d) Модель GARCH

3. Какой тип модели используется для описания временного ряда, если он зависит как от своих предыдущих значений, так и от предыдущих ошибок?

- a) Модель AR
- b) Модель MA
- c) Модель ARMA
- d) Модель ARCH

4. Какова основная цель применения метода дифференцирования к временному ряду?

- a) Сделать ряд более сложным.
- b) Устранить тренд и сделать ряд стационарным.
- c) Увеличить дисперсию ряда.
- d) Найти оптимальную длину окна для скользящей средней.

5. Что показывает автокорреляционная функция (ACF)?

- a) Корреляцию между текущими и будущими значениями временного ряда.
- b) Корреляцию между текущим и предыдущими значениями временного ряда.
- c) Корреляцию между ошибками модели.
- d) Дисперсию временного ряда.

6. Какую функцию используют для определения порядка модели AR?

- a) ACF
- b) PACF
- c) CCF
- d) PDF

7. Что означает понятие "белый шум"?

- a) Случайные ошибки с нулевым средним и постоянной дисперсией, независимые друг от друга.
- b) Постоянные значения во времени.
- c) Зависимость текущих значений от предыдущих.
- d) Наличие тренда в ряде.

8. Каково основное различие между моделью AR и моделью MA?

- a) В модели AR учитываются только предыдущие значения ряда, а в модели MA — только предыдущие ошибки.
- b) В модели AR учитываются только предыдущие ошибки, а в модели MA — только предыдущие значения ряда.
- c) Обе модели учитывают и предыдущие значения ряда, и предыдущие ошибки.
- d) Нет разницы между этими моделями.

9. Какое условие должно выполняться для того, чтобы модель AR была стационарной?

- a) Все корни характеристического уравнения должны находиться внутри единичного круга.
- b) Все корни характеристического уравнения должны находиться вне единичного круга.
- c) Все корни характеристического уравнения должны быть равны нулю.
- d) Все корни характеристического уравнения должны быть комплексными числами.

10. Какие метрики используются для оценки качества модели временного ряда?

- a) RMSE, MAE, MAPE
- b) AIC, BIC
- c) ACF, PACF
- d) *Только a) и b)*

Test No 1. "Stationary Time Series Modeling "

1. What is a stationary time series?

- a) A series in which the values remain constant over time.
- b) A series in which the mathematical expectation and variance change over time.
- c) *A series in which the mathematical expectation and variance remain unchanged over time.*
- d) A series in which all values are zero.

2. What is the name of the model that describes the dependence of the current value of a time series on its previous values?

- a) Moving average (MA) model
- b) *Autoregressive (AR) model*
- c) ARMA model
- d) GARCH model

3. What type of model is used to describe a time series if it depends on both its previous values and previous errors?

- a) AR Model
- b) MA Model
- c) *ARMA Model*
- d) ARCH Model

4. What is the main purpose of applying the differentiation method to a time series?

- a) To make the series more complex.
- b) *To eliminate the trend and make the series stationary.*
- c) To increase the variance of the series.
- d) To find the optimal window length for the moving average.

5. What does the autocorrelation function (ACF) show?

- a) Correlation between current and future values of the time series.
- b) *Correlation between current and previous values of the time series.*
- c) Correlation between model errors.
- d) Dispersion of the time series.

6. Which function is used to determine the order of an AR model?

- a) ACF
- b) *PACF*
- c) CCF
- d) PDF

7. What does the term "white noise" mean?

- a) *Random errors with zero mean and constant variance, independent of each other.*
- b) Constant values over time.

- c) Dependence of current values on previous ones.
- d) Presence of a trend in the series.

8. What is the main difference between the AR model and the MA model?

- a) *The AR model takes into account only the previous values of the series, while the MA model takes into account only the previous errors.*
- b) The AR model takes into account only the previous errors, while the MA model takes into account only the previous values of the series.
- c) Both the models take into account both the previous values of the series and the previous errors.
- d) There is no difference between these models.

9. What condition must be satisfied for the AR model to be stationary?

- a) *All roots of the characteristic equation must be inside the unit circle.*
- b) All roots of the characteristic equation must be outside the unit circle.
- c) All roots of the characteristic equation must be zero.
- d) All roots of the characteristic equation must be complex numbers.

10. What metrics are used to evaluate the quality of a time series model?

- a) RMSE, MAE, MAPE
- b) AIC, BIC
- c) ACF, PACF
- d) *Only a) and b)*

Контрольная работа № 2. «Моделирование нестационарных временных рядов»

1. Что такое нестационарный временной ряд?

- a) Временной ряд, который имеет постоянную среднюю и дисперсию во времени.
- b) Временной ряд, у которого среднее значение и дисперсия меняются со временем.
- c) Временной ряд, у которого корреляционная структура меняется со временем.
- d) *Все вышеперечисленное.*

2. Какая операция позволяет сделать нестационарный временной ряд стационарным?

- a) Взятие логарифма.
- b) Разделение на трендовую компоненту.
- c) *Взятие первой разности.*
- d) Применение фильтра Калмана.

3. Какой тест используется для проверки стационарности временного ряда?

- a) Тест Колмогорова-Смирнова.
- b) *Тест Дики-Фуллера (ADF).*
- c) Тест Лиллиефорса.
- d) Тест Манна-Уитни.

4. Почему важно проверять стационарность временного ряда перед моделированием?

- a) Чтобы избежать ложных выводов о наличии сезонности.
- b) Чтобы гарантировать устойчивость параметров модели.

с) Чтобы улучшить точность прогнозов.

д) Все вышеперечисленные причины.

5. Какие компоненты обычно выделяют в разложении временного ряда?

а) Трендовая компонента и шумовая компонента.

б) Сезонная компонента и циклическая компонента.

с) Трендовая компонента, сезонная компонента и шумовая компонента.

д) Только шумовая компонента.

6. Какое уравнение описывает модель ARIMA(p,d,q)?

а) $y_t = \phi_1 y_{t-1} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \epsilon_t$

б) $y_t = \theta_1 \epsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \epsilon_{t-q}$

с) $\Delta y_t = \phi_1 \Delta y_{t-1} + \dots + \phi_p \Delta y_{t-p} + \theta_1 \epsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \epsilon_{t-q} \Delta d$

д) $y_t = \alpha + \beta t + \gamma y_{t-1}$

7. Что означает параметр d в модели ARIMA(p,d,q)?

а) Количество лагов авторегрессии.

б) Степень интегрирования.

с) Количество скользящих средних.

д) Уровень значимости.

8. Какая модель применяется для учета гетероскедастичности в нестационарном временном ряде?

а) Модель ARIMA.

б) Модель GARCH.

с) Линейная регрессия.

д) Авторегрессионная модель.

9. Что представляет собой процесс ARCH(q)?

а) Процесс, где текущая ошибка зависит от предыдущих ошибок.

б) Процесс, где текущая ошибка зависит от текущих значений переменных.

с) Процесс, где текущая ошибка зависит от предыдущего значения ошибки и текущей переменной.

д) Процесс, где текущая ошибка зависит только от текущего значения переменной.

10. Какую формулу использует модель ARMA(p,q)?

$y_t = \mu + \phi_1 y_{t-1} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \epsilon_t + \theta_1 \epsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \epsilon_{t-q}$

$y_t = \mu + \phi_1 y_{t-1} + \dots + \phi_p y_{t-p}$

$y_t = \mu + \epsilon_t + \theta_1 \epsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \epsilon_{t-q}$

$y_t = \mu + \phi_1 y_{t-1} + \epsilon_t$

Test No 2 “Non-stationary Time Series Modeling”

1. What is a non-stationary time series?

а) A time series that has a constant mean and variance over time.

б) A time series that has a mean and variance that change over time.

с) A time series that has a correlation structure that changes over time.

д) All of the above.

2. What operation allows making a non-stationary time series stationary?

а) Taking the logarithm.

б) Dividing by the trend component.

c) Taking the first difference.

d) Using the Kalman filter.

3. Which test is used to check the stationarity of a time series?

a) Kolmogorov-Smirnov test.

b) Dickey-Fuller (ADF) test.

c) Lilliefors test.

d) Mann-Whitney test.

4. Why is it important to check the stationarity of a time series before modeling?

a) To avoid false conclusions about the presence of seasonality.

b) To ensure the stability of the model parameters.

c) To improve the accuracy of forecasts.

d) All of the above.

5. What components are usually distinguished in the decomposition of a time series?

a) Trend component and noise component.

b) Seasonal component and cyclical component.

c) Trend component, seasonal component and noise component.

d) Noise component only.

6. What equation describes the ARIMA(p,d,q) model?

a) $y_t = \phi_1 y_{t-1} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \epsilon_t$

b) $y_t = \theta_1 \epsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \epsilon_{t-q}$

c) $\Delta y_t = \phi_1 \Delta y_{t-1} + \dots + \phi_p \Delta y_{t-p} + \theta_1 \epsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \epsilon_{t-q} \Delta d$

d) $y_t = \alpha + \beta t + \gamma y_{t-1}$

7. What does the parameter d mean in the ARIMA(p,d,q) model?

a) Number of autoregressive lags.

b) Degree of integration.

c) Number of moving averages.

d) Significance level.

8. Which model is used to account for heteroscedasticity in a non-stationary time series?

a) ARIMA model.

b) GARCH model.

c) Linear regression.

d) Autoregressive model.

9. What is an ARCH(q) process?

a) A process where the current error depends on previous errors.

b) A process where the current error depends on the current values of the variables.

c) A process where the current error depends on the previous value of the error and the current variable.

d) A process where the current error depends only on the current value of the variable.

10. Какую формулу использует модель ARMA(p,q)?

$y_t = \mu + \phi_1 y_{t-1} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \epsilon_t + \theta_1 \epsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \epsilon_{t-q}$

$y_t = \mu + \phi_1 y_{t-1} + \dots + \phi_p y_{t-p}$

$y_t = \mu + \epsilon_t + \theta_1 \epsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \epsilon_{t-q}$

$y_t = \mu + \phi_1 y_{t-1} + \epsilon_t$

4) Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Что такое временной ряд?
2. Какие основные компоненты временного ряда вы знаете?
3. Что такое трендовая компонента временного ряда?
4. Что такое сезонная компонента временного ряда?
5. Что такое циклическая компонента временного ряда?
6. Что такое автокорреляция временного ряда?
7. Что показывает коэффициент автокорреляции?
8. Что такое частная автокорреляционная функция (PACF)?
9. Что такое стационарный временной ряд?
10. Что такое нестационарный временной ряд?
11. Какие типы стационарности существуют?
12. Как проверить стационарность временного ряда?
13. Опишите процесс идентификации модели ARIMA.
14. Приведите примеры применения модели ARIMA.
15. Объясните различия между моделями AR, MA и ARMA.
16. Как оценить параметры модели ARIMA?
17. Как провести диагностику адекватности модели ARIMA?
18. Какие типы нестационарности существуют?
19. Как проверить нестационарность временного ряда?
20. Что такое тест Дики-Фуллера (ADF)?
21. Как привести нестационарный временной ряд к стационарному?
22. Опишите процесс идентификации модели ARIMA для нестационарного ряда.
23. Приведите примеры применения модели ARIMA для нестационарных рядов.
24. Объясните различия между моделями ARIMA и SARIMA.
25. Как оценить параметры модели ARIMA для нестационарного ряда?
26. Как провести диагностику адекватности модели ARIMA для нестационарного ряда?
27. Что такое валидирование модели временного ряда?
28. Какие методы валидирования моделей временных рядов существуют?
29. Что такое кросс-валидация и как она выполняется?
30. Как выбрать оптимальную длину обучающей и тестовой выборок?
31. Как измерить качество прогноза модели временного ряда?
32. Что такое тест на стационарность остатков модели?
33. Как проверить нормальность распределения остатков модели?
34. Как провести анализ автокорреляционной функции остатков модели?
35. Какие меры предосторожности следует принимать при интерпретации результатов тестирования модели?
36. Как учесть влияние внешних факторов при оценке точности модели?

Sample list of questions to prepare for a credit

1. What is a time series?

2. What are the main components of a time series?
3. What is a trend component of a time series?
4. What is a seasonal component of a time series?
5. What is a cyclical component of a time series?
6. What is autocorrelation of a time series?
7. What does the autocorrelation coefficient show?
8. What is a partial autocorrelation function (PACF)?
9. What is a stationary time series?
10. What is a non-stationary time series?
11. What types of stationarity exist?
12. How to test the stationarity of a time series?
13. Describe the process of identifying the ARIMA model.
14. Give examples of using the ARIMA model.
15. Explain the differences between AR, MA, and ARMA models.
16. How to estimate the parameters of the ARIMA model?
17. How to diagnose the adequacy of the ARIMA model?
18. What types of non-stationarity exist?
19. How to check for non-stationarity of a time series?
20. What is the Dickey-Fuller (ADF) test?
21. How to reduce a non-stationary time series to a stationary one?
22. Describe the process of identifying an ARIMA model for a non-stationary series.
23. Give examples of applying the ARIMA model to non-stationary series.
24. Explain the differences between the ARIMA and SARIMA models.
25. How to estimate the parameters of the ARIMA model for a non-stationary series?
26. How to diagnose the adequacy of the ARIMA model for a non-stationary series?
27. What is time series model validation?
28. What methods of validating time series models exist?
29. What is cross-validation and how is it performed?
30. How to choose the optimal length of training and test samples?
31. How to measure the forecast quality of a time series model?
32. What is a test for stationarity of model residuals?
33. How to test the normality of the distribution of model residuals?
34. How to perform an autocorrelation function analysis of model residuals?
35. What precautions should be taken when interpreting the results of model testing?
36. How to take into account the influence of external factors when assessing the accuracy of a model?

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Контроль знаний студентов осуществляется с использованием балльно-

рейтинговой системы, включающей текущий и промежуточный контроль знаний, умений и навыков студентов.

Оценка знаний ведется на основе рейтинговой оценки студента, которая складывается из средней оценки за выполнение индивидуальных заданий на практических занятиях. Максимальная оценка за выполнение индивидуального задания - 10 баллов. Оценка 9 ставится при наличии нарушений норм в оформлении работы. Оценка 8 – при наличии негрубых вычислительных ошибок, которые не привели к ложным выводам и неверному пониманию сути работы. Оценка 7 – сделаны неверные выводы вследствие ошибки в расчетах, при этом не нарушена логика исследования. Оценка 6-5 – нарушена логика анализа, ошибочные выводы. Задержка выполнения индивидуального практического задания на одну неделю штрафуются одним баллом, на две - двумя. По истечении трех недель с момента выполнения задания в аудитории работа не принимается.

Задержка выполнения индивидуального практического задания на одну неделю штрафуются одним баллом, на две - двумя.

Максимальная сумма баллов по дисциплине составляет 150 (13 ПЗ × 10 баллов + 2 Контрольных работы × 10) Итоговая оценка зачета по дисциплине формируется в зависимости от текущего рейтинга.

0 – 90 баллов – неудовлетворительно. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы

91 – 112 баллов – удовлетворительно. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный

113 – 127 баллов – хорошо. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний)

128 – 150 баллов – отлично. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий

Таблица 7

Шкала оценивания	Уровень освоения дисциплины	Зачет
128-150	Отлично	зачет
113-127	Хорошо	
91-112	Удовлетворительно	
0-90	Неудовлетворительно	незачет

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Попова, И. Н. Анализ временных рядов : учебник для вузов / И. Н. Попова ; ответственный редактор В. В. Ковалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 74 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18394-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/568821>.

2. Кремер, Н. Ш. Эконометрика : учебник и практикум для академического бакалавриата / Н. Ш. Кремер, Б. А. Путко ; под редакцией Н. Ш. Кремера.

– 4-е изд., испр. и доп. Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 308 с. – (Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-534-08710-9. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: : <https://urait.ru/bcode/426241> .

3. Попова, И. Н. Анализ временных рядов : учебник для вузов / И. Н. Попова ; ответственный редактор В. В. Ковалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 74 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18394-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/534918>

4. Подкорытова, О. А. Анализ временных рядов : учебное пособие для вузов / О. А. Подкорытова, М. В. Соколов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 225 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19441-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/556470>

5. Эконометрика : учебник для вузов / И. И. Елисеева [и др.] ; под редакцией И. И. Елисеевой. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 449 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00313-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/535449>.

7.2 Дополнительная литература

1. Анализ данных : учебник для вузов / В. С. Мхитарян [и др.] ; под редакцией В. С. Мхитаряна. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 448 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19964-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/560311>

2. Трушков, А.С. Статистическая обработка информации. Основы теории и компьютерный практикум + CD : учебное пособие / А.С. Трушков. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 152 с. – ISBN 978-5-8114-4322-2. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/126947> – Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Тимофеев, В. С. Эконометрика : учебник для академического бакалавриата / В. С. Тимофеев, А. В. Фаддеенков, В. Ю. Щеколдин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 328 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-4366-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/509101>.

7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Харитонова, А.Е. Статистический анализ и прогнозирование с использованием пакетов прикладных статистических программ: Учебное пособие / А.Е. Харитонова. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА. – 2015, 155 с .

2. Уколова А.В. Методические указания по применению программы Microsoft Excel при множественном корреляционно-регрессионном и дисперсионном анализе опытных данных / А.В. Уколова. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА – 2005, 23 с.

8. Перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (открытый доступ)

1. Bureau of Economic Analysis. URL: <http://www.bea.gov>
2. NASS – National Agricultural Statistics Service. URL: www.nass.usda.gov
3. STATISTICS. URL: <http://www.oecd-ilibrary.org/statistics;jsessionid=3ddci6tti4o90.delta>
4. STATISTICS. URL: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/themes>
5. System of National Accounts 2008. URL: <http://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/sna2008.asp>
6. U.S. Census Bureau. URL: <http://census.gov>
7. US Department of Commerce. Bureau of Economic Analysis. URL: <http://www.bea.gov/>
8. Доклады о развитии человека. URL: <http://www.un.org/ru/development/hdr/>
9. Единый архив статистических и эконометрических данных ВШЭ. URL: <http://sophist.hse.ru/db/oprosy.shtml?ts=2>
10. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2006 года (в 9 томах). URL: <http://www.gks.ru/news/perepis2006/totals-osn.htm>
11. Московская международная валютная биржа. <http://www.micex.ru>
12. Основные обзоры и доклады ООН в экономической и социальной областях. URL: <http://www.un.org/ru/development/surveys/>
13. Официальный сайт Всемирного банка . URL: <http://www.worldbank.org>
14. Официальный сайт Всемирной торговой организации. URL: <http://www.wto.org>
15. Официальный сайт Европейского банка реконструкции и развития – URL: <http://www.ebrd.com>
16. Официальный сайт Международного валютного фонда. URL: <http://www.imf.org>
17. Официальный сайт Международной организации труда. URL: <http://www.ilo.org>
18. Официальный сайт Министерства финансов РФ. URL: <http://www.minfin.gov.ru>
19. Официальный сайт Национального бюро статистики по рынку труда США. URL: <http://www.bls.gov>
20. Официальный сайт Национального бюро экономических исследований США. URL: <http://www.nber.org>
21. Официальный сайт Росстата. URL: <http://www.gks.ru/>
22. Официальный сайт Центрального Банка России. URL: <http://www.cbr.ru>
23. Препринты НИУ ВШЭ. <http://www.hse.ru/org/hse/wp>
24. Росбизнесконсалтинг. <http://www.rbk.ru>
25. Центр макроэкономического анализа и прогнозирования при ИНП РАН. <http://www.forecast.ru>

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 10

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Разделы 1-4	MS EXCEL	табличный процессор, расчётная	Microsoft	текущая версия
2	Разделы 1-4	R, Python	язык программирования	R Project Python Software Foundation	текущая версия
3	Разделы 1-4	STATISTICA	расчётная	StatSoft	2004

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 10

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
<i>учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ), учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации (2й учебный корпус, 102 ауд.)</i>	1. Компьютер – 29 шт.; 2. Стенд «Сергеев Сергей Степанович 1910-1999» (Инв. №591013/25) – 1 шт.; 3. Огнетушитель порошковый (Инв. №559527) – 1 шт.; 4. Подвесное крепление к огнетушителю (Инв. № 559528) – 1 шт.; 5. Жалюзи (Инв. №1107-221225, Инв. №1107-221225) – 2шт.; 6. Стул – 29 шт.; 7. Стол компьютерный – 28 шт.; 8. Стол для преподавателя – 1 шт.; 9. Доска маркерная (Инв. № 558762/5) – 1 шт.; 10. Трибуна напольная (без инв. №) – 1 шт.
<i>учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ), учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы (2й</i>	1. Рабочая станция FORSITE THI516G512G, Российская Федерация A4Tech Fstyler F1512 – 16 шт.; 2. Стол наборный (Инв. №410136000010828) – 1 шт. 3. Стол компьютерный (Инв. № 410136000010813-410136000010827) – 15 шт.; 4. Стул (Инв. № 410136000010829-410136000010853) – 25 шт.;

<i>учебный корпус, 106 ауд.)</i>	5. Интерактивная панель (Инв. № 410124000603715) – 1 шт.
<i>учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ), учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы (2й учебный корпус, 302 ауд.)</i>	1. Компьютер – 16 шт. 2. Телевизор – 1 шт. 3. Стол для преподавателя – 1 шт. 4. Стол компьютерный – 16 шт. 5. Стул офисный – 17 шт. 6. Компьютер: PRO-3159209 Intel Core i5-10400 2900МГц, Intel B460, 16Гб DDR4, Intel UHD Graphics 630 (встроенная), SSD 240Гб, 500Вт, Mini-Tower – 1 шт. 7. Кондиционер HAIER HSU -24HPL03/R3 (Инв. № 210134000062198) – 1 шт. 8. Вешалка напольная (Инв. № 1107-333144, Инв. № 1107-333144) – 2 шт.
<i>учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебный корпус № 2, аудитория № 101)</i>	1. Мультимедийная установка (монитор инв. № 34799/3, экран настенный с электроприводом инв. № 35641/7, системный блок инв. № 558788/135) 2. Доска маркерная 3. Стулья-87
<i>центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова</i>	Читальные залы библиотеки
<i>студенческое общежитие</i>	Комната для самоподготовки

11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Предполагается, что студент выполняет практическое задание в аудитории, дома оформляет и готовится по теоретическим вопросам к защите отчета на следующем занятии.

Все виды учебных работ (в том числе по реализации практической подготовки) должны быть выполнены точно в сроки, предусмотренные программой обучения. Если студент не выполнил какое-либо из учебных заданий по неуважительной причине (пропустил контрольную работу, выполнил работу не по своему варианту и т.п.), то за данный вид учебной работы баллы рейтинга не начисляются, а подготовленные позже положенного срока работы оцениваются с понижающим коэффициентом. Если же невыполнение учебных работ произошло по уважительной причине, то следует представить преподавателю подтверждающий документ, и защитить пропущенные занятия в часы, отведенные для еженедельных консультаций.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший практические занятия, обязан выполнить их самостоятельно, руководствуясь методическими указаниями и литературой, приведенной в данной рабочей программе (выполняет практическое задание в компьютерном классе кафедры в часы, свободные от занятий, или с использованием свободного программного обеспечения, изучает теоретические вопросы). Пропущенные лекции необходимо переписать и защитить, ответив на вопросы преподавателя в часы, отведенные для консультации.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Комплексное освоение студентами учебной дисциплины «Моделирование временных рядов агроэкономических данных на иностранном языке» предполагает изучение рекомендуемой учебно-методической литературы, подготовку к практическим занятиям, самостоятельную работу при выполнении практических заданий, домашних заданий, подготовку презентации.

По каждой индивидуальной работе должен быть выставлен балл по факту ее защиты. Защиту рекомендуется проводить на следующем после получения задания занятии. Преподаватель обязан проверить соответствие выполненного задания исходным данным варианта студента. Таким образом, исключается вероятность плагиата.

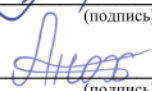
Преподаватель должен стимулировать студентов к занятию научно-исследовательской работой, изучению научной эконометрической литературы, в т.ч. отечественной и зарубежной периодики.

Студент может провести собственное статистическое наблюдение за социально-экономическими явлениями, представляющими его научный интерес, построить статистическую модель, сделать прогноз. В случае надлежащего качества, его работа может быть заслушана на научном кружке кафедры или на студенческой научной конференции. По решению кафедры, студенты, занявшие призовые места на научных студенческих конференциях, могут освобождаться от сдачи экзамена по дисциплине.

Программу разработали:

Демичев В.В., канд. экон. наук, доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Анохин И.А., ассистент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

(подпись)

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины ФТД.02 «Моделирование временных рядов агроэкономических данных на иностранном языке» ОПОП ВО по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии», направленностям «Большие данные и машинное обучение», «Компьютерные науки и технологии искусственного интеллекта» (квалификация выпускника – бакалавр)

Трясциной Ниной Юрьевной, доцентом кафедры экономической безопасности и права ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидатом экономических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Моделирование временных рядов агроэкономических данных на иностранном языке» ОПОП ВО по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии», по направленностям «Большие данные и машинное обучение», «Компьютерные науки и технологии искусственного интеллекта» (бакалавриат) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре статистики и кибернетики (разработчики Демичев В.В., к.э.н., доцент, Анохин И.А., ассистент).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Моделирование временных рядов агроэкономических данных на иностранном языке» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе *актуальность* учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к части факультативных дисциплин – ФТД.

3. Представленные в Программе *цели* дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направления 09.03.02 «Информационные системы и технологии».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Моделирование временных рядов агроэкономических данных на иностранном языке» закреплено 2 универсальные компетенции, 1 профессиональная компетенция (7 индикаторов). Дисциплина «Моделирование временных рядов агроэкономических данных на иностранном языке» и представленная Программа способна реализовать ее в объявленных требованиях.

5. *Результаты обучения*, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «Моделирование временных рядов агроэкономических данных на иностранном языке» составляет 2 зачётных единицы (72 часов/из них практическая подготовка 4 часа).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Моделирование временных рядов агроэкономических данных на иностранном языке» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии» и возможность дублирования в содержании отсутствует. Поскольку дисциплина не предусматривает наличие специальных требований к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, хотя может являться предшествующей для специальных, в том числе профессиональных дисциплин, использующих знания в области эконометрики в профессиональной деятельности бакалавра по данному направлению подготовки.

8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

9. Программа дисциплины «Моделирование временных рядов агроэкономических данных на иностранном языке» предполагает занятия в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 09.03.02 «Информационные системы и технологии».

11. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и индивидуальная защита практических работ), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета с оценкой, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины факультативной части учебного цикла – ФТД ФГОС направления 09.03.02 «Информационные системы и технологии».

12. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 4 источника, дополнительной литературой – 3 наименований, Интернет-ресурсы – 25 источников и соответствует требованиям ФГОС направления 09.03.02 «Информационные системы и технологии».

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Моделирование временных рядов агроэкономических данных на иностранном языке» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Моделирование временных рядов агроэкономических данных на иностранном языке».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Моделирование временных рядов агроэкономических данных на иностранном языке» ОПОП ВО по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная доцентами кафедры статистики и кибернетики Демичев В.В., ассистентом Анохиным И.А., соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Трясцина Нина Юрьевна, доцент кафедры экономической безопасности и права ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет-МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидат экономических наук, доцент

(подпись) «26» августа 2025 г.