ЦЕНТРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**УТВЕРЖДЕНА**

Решением Ученого совета
АНО ВО «Центральный университет»
«07» марта 2024 г.
Протокол № 1

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**
**«Временные ряды и панельные данные. Продвинутый уровень»**

**Направление подготовки:** *02.03.01 Математика и компьютерные науки*

**Направленность (профиль) подготовки:** *Разработка*

**Квалификация (степень) выпускника:** *бакалавр*

**Форма обучения:** *очная*

**Срок освоения программы:** *4 года*

**Год набора:** *2024*

**Москва**
**2024**

Электронный документ

**Содержание**

1. **Краткая характеристика дисциплины (модуля)** ..... 3
2. **Перечень планируемых результатов обучения** ..... 4
3. **Тематический план** ..... 6
4. **Содержание дисциплины (модуля)** ..... 6
5. **Учебно-методическое обеспечение** ..... 8
6. **Материально-техническое обеспечение** ..... 8
7. **Методические и оценочные материалы** ..... 10

## 1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Временные ряды и панельные данные. Продвинутый уровень» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки по направлению 02.03.01 «Математика и компьютерные науки», профиль «Разработка», утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 807 от 23.08.2017 года.

Изучение дисциплины «Временные ряды и панельные данные. Продвинутый уровень» позволяет эффективно анализировать динамику экономических и социальных процессов, выявлять скрытые закономерности и строить обоснованные прогнозы, что критически важно для научных исследований, государственной политики и бизнес-аналитики. Владение продвинутыми методами анализа временных и панельных данных становится ключевым навыком в условиях роста объёмов и сложности данных в современной экономике.

**Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Настоящая дисциплина (модуль) включена в учебный план по программе подготовки бакалавриата по направлению 02.03.01 «Математика и компьютерные науки», профиль «Разработка» и входит в Блок Факультативные дисциплины.

Дисциплина (модуль) доступна к изучению на 3, 4 курсе в 5, 6 или 7 семестрах на выбор и доступна после изучения дисциплины «Эконометрика».

**Цель изучения дисциплины (модуля):** формирование у обучающихся глубоких теоретических знаний и практических навыков анализа временных рядов и панельных данных для построения, оценки и интерпретации сложных эконометрических моделей в условиях реальных экономических и финансовых данных.

**Задачи изучения дисциплины (модуля)**:

— изучить ключевые свойства временных рядов и панельных данных, включая стационарность, тренд, сезонность и структуру зависимостей;

— освоить методы спецификации, оценки и диагностики моделей AR, MA, ARMA, ARIMA и VAR для анализа динамических процессов;

— научиться строить точные и обоснованные прогнозы на основе моделей временных рядов с учётом структурных особенностей данных;

— освоить методы анализа панельных данных, включая модели с фиксированными и случайными эффектами, а также динамические и нелинейные спецификации;

— развить навыки применения современных эконометрических подходов, таких как GMM и тесты единичного корня, для решения прикладных задач анализа.

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:**

***знать:***

— основные понятия и свойства временных рядов и панельных данных, включая стационарность, тренд, сезонность;

— модели временных рядов: AR, MA, ARMA, ARIMA, VAR;

— модели панельных данных: объединённые, с фиксированными и случайными эффектами, динамические, нелинейные;

— методы оценки и проверки гипотез для временных и панельных моделей (тесты единичного корня, тест Хаусмана, GMM);

***уметь:***

— проводить графический анализ и визуализацию временных рядов и панельных данных;

— оценивать и интерпретировать модели AR, MA, ARMA, ARIMA, VAR;

— строить прогнозы на основе моделей временных рядов;

— оценивать модели панельных данных (FE, RE) и выбирать подходящую модель;

— применять методы для анализа динамических и нелинейных панельных данных;

***владеть:***

— навыками работы с временными рядами: проверка стационарности, моделирование тренда/сезонности, построение и интерпретация ARIMA/VAR;

— навыками анализа панельных данных: применение моделей с фиксированными/случайными эффектами, использование GMM;

— навыками использования эконометрических методов для решения прикладных задач и подготовки аналитических выводов;

— навыками визуализации данных и интерпретации результатов сложных эконометрических моделей.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) при проведении учебных занятий в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками Университета и в форме самостоятельной работы обучающихся:

| **Компетенция** | **Содержание компетенции** | **Индикатор компетенции** | **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)** |
|---|---|---|---|
| УК-1. | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | УК-1.1. | Знает методы поиска и анализа информации в области разработки, основные принципы критической оценки источников информации и их релевантности. |
| | | УК-1.2. | Умеет критически оценивать источники информации и синтезировать данные из различных источников для решения задач, применять системный подход к анализу и решению комплексных проблем |
| | | УК-1.3. | Имеет практический опыт работы с современными инструментами и технологиями для обработки информации, формулировании и структурировании задач на основе полученной информации |
| ОПК-1. | Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы прикладной и компьютерной математики | ОПК-1.1. | Знает основные методы и подходы к решению задач прикладной и компьютерной математики, включая алгоритмы, математическое моделирование и теорию оптимизации, а также современные инструменты и технологии, используемые в этой области |
| | | ОПК-1.2. | Умеет анализировать и формулировать математические задачи, применять соответствующие методы и алгоритмы для их решения, а также интерпретировать и представлять результаты в понятной и доступной форме |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | ОПК-1.3. | Имеет практический опыт работы над проектами или исследованиями в области прикладной и компьютерной математики, включая участие в конкурсах, олимпиадах или научных публикациях, где были решены актуальные и значимые задачи |
| ПК-1. | Способен формулировать задачи с математической точностью, обосновывать утверждения строго и анализировать полученные результаты в области математики и компьютерных наук | ПК-1.1. | Знает методы и подходы к формулированию задач, а также основные принципы математического доказательства и анализа результатов. |
| | | ПК-1.2. | Умеет корректно ставить и формулировать математические задачи, применять строгие методы доказательства и анализировать полученные результаты. |
| | | ПК-1.3. | Имеет опыт работы с задачами в области математики и компьютерных наук, включая применение математических методов для решения практических задач |

## 3. Тематический план

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Трудоемкость, академические часы | | | | | ТКУ (текущий контроль успеваемости) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *Очная форма* | | | | | |
| | | Аудиторная работа | | | Контроль | Самостоятельная работа | |
| | | Лекции | Семинарские | Консультации | | | |
| 1 | Основы временных и панельных данных: теоретические основы и визуализация | | 5 | | | 7 | Квиз, Домашние задания |
| 2 | Модели временных рядов: построение, оценка и прогнозирование | | 5 | | | 7 | Домашние задания, Контрольная работа |
| 3 | Анализ многомерных временных рядов: векторная авторегрессия | | 5 | | | 7 | Квиз |
| 4 | Базовые методы анализа панельных данных: фиксированные и случайные эффекты | | 5 | | 1 | 7 | Квиз |
| 5 | Динамические и нелинейные модели панельных данных | | 5 | | 1 | 7 | Домашние задания |
| 6 | Интеграция временных и панельных данных в практике: кейсы и проекты | | 5 | | | 7 | Аудиторная работа |
| | ***Зачет*** | | | | 2 | | |
| | ***Итого:*** | | ***30*** | | ***4*** | ***42*** | |
| ***Объем дисциплины (модуля) (в ак. ч.)*** | | ***76*** | | | | | |
| ***Объем дисциплины (модуля) (в зач. ед.)*** | | ***2*** | | | | | |

## 4. Содержание дисциплины (модуля)

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Содержание дисциплины (модуля) по темам |
|---|---|---|
| 1 | Основы временных и панельных данных: теоретические основы и визуализация | Введение в временные ряды и панельные данные. Типы данных, структура, графическая визуализация.<br>Стационарность временных рядов. Анализ тренда и сезонности. Графические методы анализа.<br>Панельные данные: структура, типы, визуализация. Объединенные данные (Pooled Data). |
| 2 | Модели временных рядов: построение, оценка и прогнозирование | Моделирование тренда. Прогнозирование на основе тренда и сезонности.<br>Авторегрессионные модели (AR). Оценка и интерпретация.<br>Модели скользящего среднего (MA) и смешанные модели (ARMA). |

| | | |
|---|---|---|
| | | Модели авторегрессии со интегрированным скользящим средним (ARIMA). Прогнозирование. |
| 3 | Анализ многомерных временных рядов: векторная авторегрессия | Многомерные временные ряды. Векторная авторегрессия (VAR). Оценка модели.<br>Импульсные реакции и дисперсионные разложения в VAR. Интерпретация результатов. |
| 4 | Базовые методы анализа панельных данных: фиксированные и случайные эффекты | Модель с фиксированными эффектами (FE) для панельных данных. Оценка и интерпретация.<br>Модель со случайными эффектами (RE) для панельных данных. Оценка и интерпретация.<br>Выбор между моделями FE и RE. Тест Хаусмана. Практическое применение. |
| 5 | Динамические и нелинейные модели панельных данных | Динамические панельные модели. Оценка методом инструментальных переменных (GMM).<br>Нелинейные модели панельных данных (Logit/Probit). Применение и интерпретация. |
| 6 | Интеграция временных и панельных данных в практике: кейсы и проекты | Интеграция знаний. Решение комплексной задачи. Защита проекта. |

## 5. Учебно-методическое обеспечение

Университет располагает полным набором лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, включая продукты отечественного производства.

Каждый студент в течение всего периода обучения получает индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде университета. Эти системы предоставляют возможность доступа к ресурсам из любой точки, где есть подключение к сети Интернет, как на территории университета, так и за его пределами.

Студентам обеспечен удаленный доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

***Основная литература:***

1. Вакуленко, Е. С. Эконометрика (продвинутый курс). Применение пакета Stata : учебник для вузов / Е. С. Вакуленко, Т. А. Ратникова, К. К. Фурманов. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 246 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12244-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/566581.

2. Демидова, О. А. Эконометрика : учебник и практикум для вузов / О. А. Демидова, Д. И. Малахов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 398 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20392-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/583223.

**Дополнительная литература*:***

1. Евсеев, Е. А. Эконометрика : учебник для вузов / Е. А. Евсеев, В. М. Буре. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 186 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10752-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/563094.

## 6. Материально-техническое обеспечение

Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского (практического) типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Изучение дисциплины (модуля) обеспечивается в учебных аудиториях, оснащенных:

— столами и стульями;
— компьютерной техникой;
— механическими калькуляторами;
— специализированным оборудованием, включая демонстрационное оборудование.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, в том числе приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Обучающимся предоставляется доступ (в том числе удаленный) к ресурсам информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронным ресурсам (в том числе электронным библиотечным системам, современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам):

| № | Наименование портала (издания, курса, документа) | Ссылка |
|---|---|---|
| 1. | Научная электронная библиотека elibrary.ru библиотека | https://elibrary.ru/defaultx.asp |
| 2. | База данных для IT-специалистов | https://habr.com |
| 3. | База данных ScienceDirect | https://www.sciencedirect.com |
| 4. | Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации | https://minobrnauki.gov.ru/ |
| 5. | Федеральный портал «Российское образование" | https://www.edu.ru/ |
| 6. | Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" | http://window.edu.ru/ |
| 7. | Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов | http://school-collection.edu.ru/ |
| 8. | Федеральный центр информационно - образовательных ресурсов | http://fcior.edu.ru/ |

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), в том числе комплект лицензионного программного обеспечения, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

| Наименование ПО | Производство | Лицензионное / свободно распространяемое |
|---|---|---|
| **Операционные системы:** | | |
| Microsoft Imagine (Windows Client, Server) | зарубежное | лицензионное |
| **Браузеры:** | | |
| Яндекс.Браузер | отечественное | свободно распространяемое |
| Google Chrome | зарубежное | свободно распространяемое |
| **Офисные приложения:** | | |
| Microsoft Imagine (Visio, OneNote) | зарубежное | лицензионное |
| TeXstudio | зарубежное | свободно распространяемое |
| Adobe Acrobat Reader | зарубежное | свободно распространяемое |
| **Программное обеспечение для планирования и учета времени:** | | |
| Toggle app | зарубежное | свободно распространяемое |
| **Системы управления проектами:** | | |
| Microsoft Imagine (Project) | зарубежное | лицензионное |
| **Системы управления базами данных:** | | |
| Microsoft Imagine (SQL Server) | зарубежное | лицензионное |
| **Системы резервного копирования (backup):** | | |
| Acronis Backup Advanced for HyperV | зарубежное | лицензионное |
| **Справочно-правовые системы:** | | |
| КонсультантПлюс: справочно-правовая система | отечественное | лицензионное |
| **Средства антивирусной защиты:** | | |
| Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный Russian Edition | отечественное | лицензионное |
| **Среды разработки:** | | |
| Visual Studio Code | зарубежное | свободно распространяемое |
| Bash (Unix shell) | зарубежное | свободно распространяемое |

| | | |
|---|---|---|
| Anaconda | зарубежное | свободно распространяемое |
| Robotic Operating System | зарубежное | свободно распространяемое |
| CopelliaSim | зарубежное | свободно распространяемое |
| Google Colaboratory | зарубежное | свободно распространяемое |
| **Пакеты программных средств и библиотек:** | | |
| AutoPsy | зарубежное | свободно распространяемое |
| Interactive Disassembler (IDA) | зарубежное | свободно распространяемое |
| **Системы управления библиографической информацией:** | | |
| Zotero | зарубежное | свободно распространяемое |
| **Сервисы и службы:** | | |
| Bind | зарубежное | свободно распространяемое |
| Docker | зарубежное | свободно распространяемое |

## 7. Методические и оценочные материалы

### Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В процессе изучения дисциплины (модуля) «Временные ряды и панельные данные. Продвинутый уровень» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как семинары, проекты, квизы, контрольная работа, домашние задания, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся по заданию преподавателя, направленные на развитие навыков профессиональной лексики, закрепление практических профессиональных компетенций, поощрение инициатив.

*Семинар* — это форма учебной деятельности, проводимая в учебном заведении под руководством преподавателя, где студенты активно участвуют в обсуждениях, практических заданиях и других формах взаимодействия.

Для успешной подготовки к семинару рекомендуется заранее ознакомиться с темой занятия и основными материалами, чтобы иметь возможность активно участвовать в обсуждении. Также полезно подготовить вопросы и идеи для обсуждения, что поможет глубже понять материал и продемонстрировать заинтересованность.

*Проект* – исследовательская работа по курсу и презентация результатов.

Для успешной подготовки к проекту рекомендуется: четко определить цели и задачи проекта; составить план работы, разбив проект на этапы с указанием сроков выполнения каждого из них; использовать разнообразные источники информации и инструменты для исследования темы; регулярно проверять прогресс и вносить коррективы в план, если это необходимо.

*Квиз* – это интерактивное тестирование, направленное на проверку знаний и понимания изучаемого материала.

Для успешной подготовки к квизу рекомендуется внимательно изучить основные понятия и методы, изучаемые на курсе. Полезно решать практические задачи и примеры, чтобы закрепить теоретические знания. Также стоит ознакомиться с типичными вопросами и форматами заданий, чтобы лучше подготовиться к тестированию.

*Аудиторная работа* – активная работа студента на семинаре, его ответы на вопросы преподавателя и участие в дискуссии.

Для успешного участия в семинаре студентам рекомендуется заранее ознакомиться с темой обсуждения, прочитать необходимые материалы и подготовить вопросы. Важно активно слушать и вовлекаться в дискуссию, высказывая свои мнения и аргументируя их. При ответах на вопросы преподавателя стоит быть уверенным, четким и логичным, опираясь на изученный материал. Также полезно поддерживать диалог с однокурсниками, чтобы обогатить обсуждение и расширить свои знания.

*Контрольная работа* – письменная работа с набором задач, которые нужно решить за ограниченное время.

Цель контрольной работы – получить специальные знания по одной или нескольким темам дисциплины и продемонстрировать навыки их практического применения.

*Домашнее задание* – набор задач по темам недели.

При работе над домашними заданиями важно внимательно ознакомиться с требованиями и сроками выполнения. Рекомендуется разбивать задания на этапы, чтобы избежать перегрузки и лучше усвоить материал, использовать различные источники информации, включая учебники и онлайн-ресурсы, для более глубокого понимания темы.

*Самостоятельная работа* – работа студентов, направленная на углубленное изучение отдельных тем и вопросов учебной дисциплины (модуля).

В процессе самостоятельной работы студенты взаимодействуют с рекомендованными материалами при минимальном участии преподавателя. Задачи студента включают работу с конспектами лекций (обработка текста), повторное изучение учебных материалов планов и тезисов ответов, изучение дополнительных тем, выполнение учебно-исследовательских заданий и другое.

## Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

**Критерии получения уровня и оценивания сформированности компетенций по дисциплине (модулю) «Временные ряды и панельные данные. Продвинутый уровень»**

Оценивание уровня учебных достижений, обучающихся по дисциплине (модулю), осуществляется в виде текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

**Промежуточная аттестация** по дисциплине (модулю) осуществляется в форме ***зачета***, при этом проводится оценка компетенций, сформированных по дисциплине.

Для оценивания текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации используется десятибалльная шкала оценивания, которая соотносится с традиционной пятибалльной шкалой следующим образом, если иное не указано в силлабусе дисциплины:

| **Десятибалльная оценка** | **Пятибалльная оценка** | **Оценка за зачет** | **Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)** |
|---|---|---|---|
| 10 | Отлично | Зачтено | Студент полностью владеет знаниями, изложенными в рабочей программе, и глубоко осмысляет дисциплину. Он самостоятельно и логически последовательно отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее важном. Умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя ключевые моменты и устанавливая причинно-следственные связи. Четко формулирует ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми |
| 9 | Отлично | Зачтено | |
| 8 | Отлично | Зачтено | |

| Десятибалльная оценка | Пятибалльная оценка | Оценка за зачет | Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю) |
|---|---|---|---|
| | | | для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты дисциплины (модуля) с практическими задачами. |
| 7 | Хорошо | Зачтено | Студент обладает знаниями предмета почти в полном объеме рабочей программы и самостоятельно, логически последовательно и всесторонне отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее значимых моментах. Он умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя его ключевые аспекты и устанавливая причинно-следственные связи. Формулирует свои ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные ситуационные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты предмета с практическими задачами. |
| 6 | Хорошо | Зачтено | |
| 5 | Удовлетворительно | Зачтено | Студент обладает базовыми знаниями по дисциплине, но испытывает трудности при самостоятельных ответах и использует неточные формулировки. В ходе ответов он допускает ошибки, касающиеся сути вопросов. Студент способен решать только самые простые задачи и владеет лишь минимальным набором методов исследования. |
| 4 | Удовлетворительно | Зачтено | |
| 3 | Не сдан | Не зачтено | Студент не овладел обязательным минимумом знаний по предмету и не может ответить на вопросы, даже если преподаватель задает дополнительные наводящие вопросы. |
| 2 | Не сдан | Не зачтено | |
| 1 | Не сдан | Не зачтено | |

Дисциплина (модуль) «Временные ряды и панельные данные. Продвинутый уровень» оценивается следующим образом:

| Активность | Вес | Количество | Описание |
|---|---|---|---|
| Домашние задания | 25% | 13 | Набор задач по темам недели |
| Квизы | 15% | 7 | Интерактивное тестирование, направленное на проверку знаний и понимания изучаемого материала |

| Активность | Вес | Количество | Описание |
|---|---|---|---|
| Контрольная работа | 20% | 1 | Письменная работа с набором задач, которые нужно решить за ограниченное время -- дополнительная часть |
| Аудиторная работа | 10% | 15 | Активная работа студента на занятии |
| Зачет | 30% | 1 | Письменная работа с набором задач, которые нужно решить за ограниченное время/ дополнительная часть |

**Формула расчёта итоговой оценки по дисциплине (модулю) «Введение в экономику»:** «0,25 × среднее за домашние задания + 0,15 × среднее за квизы + 0,3× контрольная работа + 0,1 × аудиторная работа + 0,3 × зачет».

**Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)**

**Примерные вопросы для подготовки к занятию**

1. В чём заключается разница между строгой и слабой стационарностью временного ряда?
2. Какие шаги необходимо предпринять для проверки временного ряда на наличие единичного корня?
3. Как интерпретировать графики ACF и PACF при идентификации модели ARIMA?
4. В каких случаях используется модель ARIMA вместо ARMA?
5. Каковы последствия оценивания модели по нестационарным данным без учёта интеграции?
6. Что показывает импульсная реакция в модели VAR и как она строится?
7. Как формулируется условие причинности по Гренджеру между двумя временными рядами?
8. Какие предпосылки лежат в основе модели VAR и какие проблемы могут возникнуть при их нарушении?
9. В чём отличие модели с фиксированными эффектами (FE) от модели со случайными эффектами (RE)?
10. Как проводится тест Хаусмана и что он позволяет определить?

**Примерные домашние задания**

**Задание 1.**

Проведите графический анализ временного ряда (например, ВВП, инфляция, курс валюты) за последние 20 лет. Определите наличие тренда, сезонности и структурных сдвигов. На основе визуального анализа предложите подходящую модель для его описания.

**Задание 2.**

Проверьте временной ряд на стационарность с помощью тестов Дики-Фуллера (ADF) и KPSS. Если ряд нестационарен, выполните дифференцирование и повторите тестирование. Объясните, к какому порядку интеграции (I(0), I(1)) относится ряд.

**Задание 3.**

Постройте модели AR, MA и ARMA для выбранного временного ряда. Сравните их по информационным критериям (AIC, BIC), выберите оптимальную спецификацию и проинтерпретируйте коэффициенты.

**Задание 4.**

Оцените модель ARIMA(p,d,q) для прогнозирования краткосрочной динамики индекса потребительских цен. Постройте точечный и интервальный прогноз на 3–6 периодов вперёд и оцените его точность с помощью MAPE или RMSE.

**Задание 5.**

Используя модель VAR, проанализируйте взаимосвязь между двумя макроэкономическими переменными (например, ВВП и денежной массой). Постройте

импульсные реакции и декомпозицию дисперсии ошибок прогноза, интерпретируйте результаты.

**Задание 6.**

На основе панельных данных по нескольким странам или регионам оцените модель роста ВВП с фиксированными эффектами (FE) и случайными эффектами (RE). Проведите тест Хаусмана и обоснуйте выбор модели.

**Задание 7.**

Разработайте динамическую панельную модель (например, с отстающими значениями зависимой переменной) и оцените её с помощью метода обобщённых моментов (GMM, система или разности). Объясните, почему использование OLS в данном случае некорректно.

**Задание 8.**

Проанализируйте наличие нелинейных эффектов в панельных данных (например, пороговые модели, модели с взаимодействием). Постройте и сравните линейную и нелинейную спецификации, обоснуйте выбор лучшей модели.

**Задание 9.**

Подготовьте отчёт по визуализации и предварительному анализу панельных данных: постройте индивидуальные траектории, средние по времени, графики разброса. Выявите выбросы, пропущенные значения и возможные аномалии.

**Задание 10.**

Сравните результаты оценки одной и той же зависимости (например, влияние инвестиций на рост) с помощью моделей: объединённой регрессии, FE, RE и GMM. Сделайте выводы о роли индивидуальных эффектов и эндогенности.

## Примерные задания для контрольной работы

**Задание 1.**

На графике временного ряда наблюдается устойчивый рост и выраженная сезонная компонента. Объясните, почему использование модели OLS без предварительной обработки данных может привести к ложным результатам. Какие шаги необходимо предпринять перед построением модели?

**Задание 2.**

Для временного ряда логарифма ВВП проведён тест Дики-Фуллера. Значение статистики ADF составляет –2,15 при критическом значении –2,89 (уровень значимости 5%). Сделайте вывод о стационарности ряда и объясните, какие действия следует предпринять для его стационаризации.

**Задание 3.**

Построена модель ARIMA(1,1,1) для ряда инфляции. Коэффициент при AR(1) равен 0,7, при MA(1) — –0,4. Запишите уравнение модели в математической форме и проинтерпретируйте значение AR-коэффициента.

**Задание 4.**

В модели VAR(2), построенной по двум переменным — ВВП и денежной массе — импульсная реакция ВВП на шок в денежной массе остаётся положительной в течение 4 периодов, а затем затухает. Проанализируйте, какие экономические выводы можно сделать из этого результата.

**Задание 5.**

Оценены две модели по панельным данным: с фиксированными эффектами (FE) и случайными эффектами (RE). Значение теста Хаусмана составляет 8,73 (p-value = 0,013). Обоснуйте, какую из моделей следует выбрать и почему.

**Задание 6.**

В динамической панельной модели зависимая переменная — ВВП на душу населения с лагом. Почему использование МНК приведёт к смещённой оценке? Какой метод оценки (например, GMM) позволяет устранить эту проблему и как он работает?

**Задание 7.**

На основе графика автокорреляционной (ACF) и частичной автокорреляционной (PACF) функций временного ряда установлено: ACF медленно затухает, PACF обрывается после лага 1. Определите, какую модель (AR, MA или ARIMA) следует рассмотреть в первую очередь, и обоснуйте свой выбор.

**Задание 8.**

В модели панельных данных с фиксированными эффектами коэффициент при переменной «инвестиции» составляет 0,35 и значим на 1%-м уровне. Проинтерпретируйте этот результат в экономических терминах, указав, на сколько процентов в среднем изменится зависимая переменная при росте инвестиций на 1%.

**Задание 9.**

Построена модель GARCH(1,1) для волатильности доходности акций. Коэффициенты при ARCH и GARCH-членах в сумме близки к 1. Объясните, что это означает с точки зрения устойчивости дисперсии и долгосрочного поведения волатильности.

**Задание 10.**

В панельной модели выявлены значимые временные фиксированные эффекты. Как это можно интерпретировать? Приведите примеры внешних факторов, которые могут быть ими учтены (например, кризисы, пандемии, изменения политики).

## Примерные задания для квиза

**1. Вопрос с выбором одного ответа**

Какое из следующих свойств НЕ является признаком стационарного временного ряда?

☐ постоянное математическое ожидание

☐ постоянная дисперсия

☑ наличие тренда

☐ постоянная автоковариация во времени

**2. Вопрос с выбором одного ответа**

Какая модель подходит для нестационарного временного ряда с линейным трендом?

☐ AR(1)

☐ MA(2)

☑ ARIMA(0,1,0)

☐ VAR(1)

**3. Вопрос «Истинно/ложно»**

Если тест Дики-Фуллера не отвергает нулевую гипотезу, ряд является стационарным.

☐ Истина

☑ Ложь

**4. Вопрос с выбором нескольких ответов**

Какие из перечисленных методов можно использовать для оценки модели с фиксированными эффектами (FE)?

☑ Метод включенных фиктивных переменных

☑ Метод первых разностей

☐ Метод максимального правдоподобия (ML)

☑ Метод внутригрупповых отклонений (within estimator)

**5. Вопрос на соответствие**

Установите соответствие между компонентами модели ARIMA(p,d,q) и их интерпретацией:

| Компонент | Интерпретация |
|---|---|
| p | ☑ Количество AR-лагов |
| d | ☑ Порядок интеграции |
| q | ☑ Количество MA-лагов |

**6. Вопрос с выбором одного ответа**
Какой тест используется для выбора между моделями с фиксированными и случайными эффектами?
☐ тест ADF
☐ тест Breusch-Pagan
☑ тест Хаусмана
☐ тест Чоу

**7. Вопрос «Истинно/ложно»**
Модель VAR может включать лаги зависимых переменных из других уравнений системы.
☑ Истина
☐ Ложь

**Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

| № п/п | Задание | Ответ | Компетенция |
|---|---|---|---|
| 1 | Назовите метод получения оценок параметров, основанный на максимизации вероятности данных. | Метод максимального правдоподобия | ОПК-1 |
| 2 | Укажите свойство оценки, означающее её сходимость к истинному значению при увеличении объёма выборки. | Состоятельность | ОПК-1 |
| 3 | Определите теорему, утверждающую, что сумма независимых случайных величин приближается к нормальному распределению. | Центральная предельная теорема | ОПК-1 |
| 4 | Назовите тест для проверки гипотез, основанный на отношении правдоподобия. | LR-тест | ОПК-1 |
| 5 | Укажите предпосылку теоремы Гаусса-Маркова о постоянстве дисперсии ошибок. | Гомоскедастичность | ОПК-1 |
| 6 | Определите проблему в регрессионной модели, когда переменные сильно коррелированы. | Мультиколлинеарность | ОПК-1 |
| 7 | Назовите форму записи метода наименьших квадратов в матричной форме. | $\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'y$ | ОПК-1 |
| 8 | Укажите правовую норму, регулирующую | Федеральный закон № 152- | УК-1 |

| № п/п | Задание | Ответ | Компетенция |
|---|---|---|---|
| | использование персональных данных в экономических исследованиях в РФ. | ФЗ | |
| 9 | Назовите тест, используемый для проверки стационарности временного ряда. | Тест Дики-Фуллера (ADF) | ОПК-1 |
| 10 | Определите, как называется компонента временного ряда, отражающая регулярные колебания в течение фиксированного периода. | Сезонность | ОПК-1 |
| 11 | Назовите способ оценки эффекта воздействия на среднюю величину в квазиэкспериментальных дизайнах. | ATE (Average Treatment Effect) | ОПК-1 |
| 12 | Укажите экономическую концепцию, лежащую в основе моделей ожиданий в динамических системах. | Рациональные ожидания | ОПК-1 |
| 13 | Назовите метод оценки параметров, минимизирующий сумму абсолютных отклонений. | Метод наименьших модулей | ОПК-1 |
| 14 | Укажите способ обработки пропущенных данных в панельных моделях с помощью дополнительных переменных. | Дамми-переменные | ОПК-1 |
| 15 | Определите критерий для выбора порядка лагов в модели ARIMA. | Информационный критерий (AIC/BIC) | ПК-1 |
| 16 | Назовите метод коррекции эндогенности в динамических панельных моделях. | GMM (Arellano-Bond) | ОПК-1 |
| 17 | Укажите модель для анализа бинарных исходов в панельных данных. | Логит- или пробит-модель с фиксированными эффектами | ОПК-1 |
| 18 | Назовите правовое понятие, регулирующее использование данных в экономических моделях. | Защита персональных данных | ПК-1 |
| 19 | Укажите нормативный акт, применяемый к составлению и использованию бухгалтерской и финансовой отчётности в экономических моделях. | Федеральный закон № 129-ФЗ | УК-1 |
| 20 | Определите область правового регулирования, охватывающую статистическое тестирование гипотез в научных и прикладных исследованиях. | Статистическое регулирование | УК-1 |