Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гриб Владислав Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.11.2026 20:37:11
Уникальный программный ключ:
637517d24e103c3db032acf37e839d98ec1c5bb2f5eb89c29abfcd7f43985447

Образовательное частное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ А.С. ГРИБОЕДОВА»
(ИМПЭ им. А.С. Грибоедова)

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИНСТИТУТ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ, ЛИДЕРСТВА И МЕНЕДЖМЕНТА

УТВЕРЖДАЮ
Директор Международного института инновационной экономики, лидерства и менеджмента
_____ А. А. Панарин
«12» октября 2026г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по учебной дисциплине:

ЭКОНОМЕТРИКА

Направление подготовки
38.03.06 Торговое дело

(уровень бакалавриат)

Направленность/профиль:
«Управление торговой и логистической деятельностью»

Формы обучения: очная

Москва

Фонд оценочных средств для дисциплины «Эконометрика». Направление подготовки 38.03.06 Торговое дело, направленность (профиль): «Управление торговой и логистической деятельностью» / А.Ш. Гайсина. – М.: ИМПЭ им. А.С. Грибоедова

Фонд оценочных средств является неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины.

Разработчик: А.Ш. Гайсина

Заведующий кафедрой: _____/ Т. В. Новикова

1. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Настоящий Фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине «Эконометрика» является неотъемлемым приложением к рабочей программе дисциплины (РПД) «Эконометрика». На данный ФОС распространяются все реквизиты утверждения, представленные в РПД по данной дисциплине.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Для определения качества освоения обучающимися учебного материала по дисциплине используются следующие оценочные средства:

№ п/п	Оценочное средство	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Тестирование	Вид контроля, позволяющий оценить изученный теоретический материал.	Вопросы для проведения тестирования
2	Практические задания	Вид контроля, позволяющий оценить умение обучающегося применять осваиваемую компетенцию в практических ситуациях и при решении производственных задач	Задания к практическому занятию
3	Контрольная работа	Вид контроля, позволяющий определить результат освоения компетенций по дисциплине в рамках рассматриваемой темы, оцениваемый с помощью соответствующих индикаторов достижения компетенций	Задания контрольной работы
4	Самостоятельная работа	Вид контроля, позволяющий оценить проработку теоретического материала, изучение рекомендуемой литературы, выполнение практико-ориентированных заданий (заполнение таблиц, проведение сравнительного анализа, составление схем и др.), решение практических задач, создание презентаций, написание рефератов, подборку нормативного и иного материала и выполнение других заданий	Задания самостоятельной работы
5	Курсовая работа	Вид контроля, позволяющий выявить степень владения базовыми знаниями, умениями и навыками, необходимыми для обучения, и определить уровень владения новым материалом	Индивидуальные задания (темы) для курсовой работы
6	Зачет/Зачет с	Вид контроля, позволяющий	Вопросы для

	оценкой/Экзамен	выявить степень овладения знаниями, умениями и навыками, необходимыми для дальнейшего освоения образовательной программы подготовки	подготовки к зачету/зачету с оценкой/экзамену

3. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДИСЦИПЛИНЕ

3.1. Сопроводительная информация.

Разработчик	А.Ш. Гайсина
Кафедра	Цифровой экономики и инновационной
Наименование дисциплины	Эконометрика
Факультет / институт	Международный институт инновационной экономики, лидерства и менеджмента
Направление подготовки / специальность	38.03.06 Торговое дело
Количество вопросов в оценочных заданиях (диапазон)	21-42
Общее время тестирования (мин)	90
Общее количество вопросов/заданий в ФОС	*42*
Размещенность на сайте Университета примерного перечня вопросов, заданий ФОС – для подготовки обучающихся к прохождению оценки (да / нет)	*Да*

3.2. Характеристика оцениваемых компетенций.

Код компетенции	Формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**ИУК-1.1. Знает**, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач **ИУК-1.2. Умеет** осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач. **ИУК-1.3. Владеет** практическими навыками поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода для решения поставленных задач

4. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

4.1. ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ.

Тесты содержат набор вопросов, в полном объеме охватывающие изученный теоретический материал по указанной теме (индикаторы ЗНАТЬ). Выполнение тестов позволяет определить результат освоения компетенций по дисциплине в рамках рассматриваемой темы, оцениваемый с помощью соответствующих индикаторов достижения компетенций. Индивидуальный тестовый сеанс для каждого обучающегося формируется по специальному алгоритму, обеспечивающему заданную тематическую структуру и пропорциональное наличие вопросов разного типа и сложности.

При формировании тестов необходимо использовать задания следующих типов:

Тип задания 1. Задания закрытого типа на установление соответствия.

Тип задания 2. Задания закрытого типа на установление последовательности.

Тип задания 3. Задания комбинированного типа, предполагающие выбор одного правильного ответа из предложенных с последующим объяснением своего выбора.

Тип задания 4. Задания комбинированного типа, предполагающие выбор нескольких ответов из предложенных с последующим объяснением своего выбора.

Тип задания 5. Задания открытого типа с развернутым ответом.

<table>
<tr><th>Тема</th><th>Код и формулировка компетенции</th><th>Индикаторы достижения компетенции</th><th>Тест по теме</th></tr>
<tr><td>Тема 1. Предмет и задачи эконометрики в цифровой экономике</td><td>УК- 1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</td><td>ИУК-1.1. Знает, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</td><td>1. Установите соответствие между элементом предметной области и его примером в цифровой экономике.

<table>
<tr><th>Что изучается?</th><th>Пример в цифровой экономике</th></tr>
<tr><td>1. Поведение экономических агентов</td><td>А. Конверсия рекламных кампаний, уровень удержания пользователей (churn rate), динамика цены на маркетплейсе.</td></tr>
<tr><td>2. Эффективность рынков и платформ</td><td>Б. Паттерны кликов в интернет-магазине, реакция на персонализированные предложения, активность в социальных сетях.</td></tr>
<tr><td>3. Цифровые продукты и услуги</td><td>В. Алгоритмы рекомендательных систем, облачные сервисы, мобильные приложения.</td></tr>
<tr><td>4. Производственные процессы</td><td>Г. Оптимизация логистических цепочек с помощью IoT-датчиков, автоматизация закупок на основе прогнозных моделей.</td></tr>
</table>
Правильные ответы: 1 – Б, 2 – А, 3 – В, 4 – Г</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>Тема</th><th>Код и формулировка компетенции</th><th>Индикаторы достижения компетенции</th><th>Тест по теме</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>2. Установите соответствие между общей задачей эконометрики и ее уточнением для цифровой экономики.
<table><tr><th>Общая задача</th><th>Специфика в цифровой экономике</th></tr><tr><td>1. Проверка гипотез</td><td>А. Прогноз спроса с учетом сетевых эффектов и виральности контента.</td></tr><tr><td>2. Построение моделей</td><td>Б. Оценка влияния новой функции приложения (A/B-тест) на время сессии пользователя.</td></tr><tr><td>3. Прогнозирование</td><td>В. Анализ корреляции между активностью в соцсетях и кредитоспособностью.</td></tr><tr><td>4. Измерение связей</td><td>Г. Создание моделей на основе методов машинного обучения для работы с неструктурированными данными (тексты, изображения).</td></tr></table>Правильные ответы: 1 – Б, 2 – Г, 3 – А, 4 – В</td></tr>
<tr><td>Тема 2. Парная регрессия и корреляция</td><td>УК- 1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</td><td>ИУК-1.1. Знает, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</td><td>1. Установите логическую последовательность работы с показателями тесноты связи. Расположите шаги от начального (1) к конечному (4).
Шаги:
А. Расчет линейного коэффициента корреляции (r) для оценки силы и направления линейной связи.
Б. Построение регрессионной модели и расчет коэффициента детерминации (R^2).
В. Вывод о доле вариации результативного признака, объясненной моделью (интерпретация R^2).
Г. Проверка значимости коэффициента корреляции.
Правильная последовательность: А→Г→Б→В

2. Установите правильную последовательность этапов построения модели парной линейной регрессии. Расположите этапы от первого (1) к последнему (4).
Этапы:
А. Графический анализ данных (построение поля корреляции).
Б. Проверка статистической значимости коэффициентов регрессии (t-тест) и уравнения в целом (F-тест).
В. Интерпретация полученных коэффициентов регрессии.
Г. Расчет параметров уравнения регрессии (оценка коэффициентов b0 и b1 методом наименьших квадратов, МНК).
Правильная последовательность: А→Г→Б→В</td></tr>
<tr><td>Тема 3. Множественная регрессия и корреляция</td><td>УК- 1. Способен осуществлять поиск, критический</td><td>ИУК-1.1. Знает, как осуществлять поиск,</td><td>1. Какая из перечисленных целей является основной для построения модели множественной линейной регрессии?
Варианты ответов:
А) Графически изобразить взаимосвязь между двумя переменными.
Б) Оценить изолированное влияние одного фактора на результативный признак при фиксированных</td></tr>
</table>

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
	анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	(контролируемых) значениях других факторов. В) Просто описать корреляцию между множеством переменных. Г) Доказать наличие причинно-следственной связи между переменными. **Правильный ответ: Б** **Объяснение выбора:** Множественная регрессия предназначена именно для оценки *чистого* (парциального) влияния каждого фактора. В отличие от парной регрессии, которая показывает общее влияние, множественная модель «очищает» связь y и x_1 от воздействия x_2, x_3 и т.д., что позволяет имитировать ситуацию *ceteris paribus* (при прочих равных условиях). Вариант А описывает задачу парной регрессии/корреляции. Вариант В — задача корреляционного анализа. Вариант Г — регрессия сама по себе не доказывает причинность, она лишь оценивает количественную форму связи, которая может быть и не причинной. 2. В модель множественной регрессии был добавлен новый фактор, явно не влияющий на зависимую переменную (случайный шум). Как, скорее всего, изменится коэффициент множественной детерминации (R^2)? **Варианты ответов:** А) R^2 гарантированно уменьшится. Б) R^2 гарантированно увеличится. В) R^2 не изменится. Г) R^2 может незначительно увеличиться, но скорректированный R^2 (R^2adj) уменьшится. **Правильный ответ: Г** **Объяснение выбора:** Обычный R^2 — это нестрого возрастающая функция от числа регрессоров. Добавление *любой*, даже случайной, переменной никогда не уменьшит R^2, так как МНК может «подогнать» под неё нулевой или минимальный коэффициент. Поэтому R^2, скорее всего, немного вырастет (хотя бы на сотые доли процента). Однако скорректированный R^2 (R^2adj) штрафует модель за добавление неинформативных факторов. Поскольку новый фактор не объясняет истинную дисперсию y, увеличение числа степеней свободы в формуле R^2adj приведет к его снижению. Это ключевое знание для понимания разницы между R^2 и R^2adj.
Тема 4. Системы одновременных уравнений	УК- 1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1. Знает, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных	1. В каких из перечисленных ниже ситуаций для корректного эконометрического анализа необходимо использовать систему одновременных уравнений, а не одиночное уравнение регрессии? (Выберите ВСЕ верные варианты). **Варианты ответов:** А) Когда две переменные оказывают взаимное влияние друг на друга (например, цена и количество товара на рынке). Б) Когда зависимая переменная определяется несколькими независимыми факторами. В) Когда в модели существует пропущенная переменная, коррелированная с включенными регрессорами. Г) Когда одна и та же переменная в разных условиях может выступать и как причина, и как следствие, создавая «совместную зависимость». Д) Когда ошибки в разных уравнениях модели могут быть коррелированы между собой. **Правильные ответы: А, Г**

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
		задач	**Объяснение выбора:** • **А** — Классический пример одновременности: цена влияет на спрос, спрос влияет на цену. Это требует моделирования двух уравнений (предложения и спроса) совместно. • **Г** — Это общая формулировка понятия «совместная зависимость» (interdependency), которое является сутью СОУ. Переменные определяются одновременно внутри системы. • **Б** — Описывает стандартную множественную регрессию, для которой СОУ не требуется. • **В** — Описывает проблему эндогенности в одиночном уравнении, которая *может* быть следствием одновременности, но также может иметь другие причины (ошибки измерения, самоотбор). Не является прямым и достаточным признаком необходимости СОУ. • **Д** — Описывает особенности, характерные для **систем seemingly unrelated regression (SUR)**, которые являются частным случаем СОУ, но не исчерпывают все причины их использования. Это слишком узкий признак. 2. Какие из следующих утверждений относительно системы одновременных уравнений являются ВЕРНЫМИ? (Выберите ВСЕ верные варианты). **Варианты ответов:** А) Эндогенные переменные определяются внутри системы модели. Б) Экзогенные переменные и лаговые эндогенные переменные вместе называются предопределенными переменными. В) Структурная форма модели всегда содержит случайные ошибки в правой части уравнений. Г) Оценивать параметры системы напрямую по структурной форме с помощью МНК всегда корректно. Д) Приведенная форма модели выражает каждую эндогенную переменную только через предопределенные переменные и случайные ошибки. **Правильные ответы: А, Б, Д** **Объяснение выбора:** • **А** — Верно. Это базовое определение эндогенной переменной. • **Б** — Верно. Это стандартная терминология: предопределенные переменные (predetermined) — это экзогенные + лаговые эндогенные. Они некоррелированы с текущими ошибками. • **В** — Неверно. В структурной форме в правой части могут находиться и другие *текущие* эндогенные переменные, что и создает проблему. Ошибки присутствуют, но не только они. • **Г** — Неверно. Это центральная проблема СОУ. Присутствие текущих эндогенных переменных в правой части уравнения приводит к корреляции регрессора с ошибкой, что нарушает предпосылки МНК и делает оценки смещенными и несостоятельными (проблема одновременности). • **Д** — Верно. Это точное определение приведенной формы. Она получается путем алгебраического разрешения структурной системы относительно каждой эндогенной переменной.
Тема 5. Временные ряды. Основные типы трендов и выявление	УК- 1. Способен осуществлять поиск, критический	ИУК-1.1. Знает, как осуществлять поиск,	1. Опишите классическую модель декомпозиции временного ряда. Назовите и дайте определения четырем её основным компонентам. Приведите общий вид аддитивной и мультипликативной модели, пояснив, в каких случаях каждая из них применяется. **Эталонный ответ:**

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
компонент ряда	анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Классическая модель декомпозиции временного ряда предполагает, что наблюдаемый ряд (Y_t) является функцией от нескольких компонент. **Основные компоненты:** 1. **Тренд (T_t, Trend)** — долговременная, систематическая составляющая, отражающая общее направление развития процесса (рост, падение, стагнация) на длительном интервале времени. Это гладкая, медленно меняющаяся функция времени. 2. **Сезонная компонента (S_t, Seasonal)** — периодические колебания, повторяющиеся с фиксированной и известной периодичностью (год, квартал, месяц, неделя, день). Связаны с календарными или климатическими факторами. 3. **Циклическая компонента (C_t, Cyclical)** — долгосрочные колебания вокруг тренда, не имеющие строго фиксированной периодичности (например, экономические циклы: подъемы и спады длительностью несколько лет). Часто на практике сложно отделяется от тренда, и тогда говорят об общей тенденции (Trend-Cycle). 4. **Случайная компонента (E_t, Irregular/Random)** — нерегулярные, случайные колебания, не объясняемые предыдущими компонентами. Представляет собой «шум» — остаток после выделения всех систематических эффектов. **Модели декомпозиции:** 1. **Аддитивная модель:** Y_t = T_t + S_t + C_t + E_t o **Применяется**, когда амплитуда сезонных колебаний не зависит от уровня ряда (сезонные колебания примерно постоянны по величине в течение всего ряда). 2. **Мультипликативная модель:** Y_t = T_t * S_t * C_t * E_t (часто циклическая компонента объединяется с трендом: Y_t = (T_t * C_t) * S_t * E_t) o **Применяется**, когда амплитуда сезонных колебаний пропорциональна уровню тренда (сезонные колебания растут или уменьшаются вместе с общим ростом/падением ряда). Для анализа эту модель часто логарифмируют, приводя к аддитивному виду: ln(Y_t) = ln(T_t) + ln(S_t) + ln(E_t). 2. Дайте определение автокорреляции уровней временного ряда. Что такое автокорреляционная функция (АКФ) и коррелограмма? Какой вид коррелограммы характерен для: а) стационарного ряда; б) ряда, содержащего тренд; в) ряда, содержащего сезонность? **Эталонный ответ:** **Автокорреляция уровней временного ряда** — это корреляционная зависимость между уровнями одного и того же ряда, взятыми со сдвигом во времени (лагом τ). Она измеряет линейную связь между текущим значением ряда Y_t и его прошлыми значениями Y_{t-τ}. **Автокорреляционная функция (АКФ, ACF)** — это функция, показывающая зависимость коэффициента автокорреляции от величины лага τ. Коэффициент автокорреляции r(τ) рассчитывается аналогично обычному коэффициенту корреляции, но для пар (Y_t, Y_{t-τ}). **Коррелограмма** — это графическое представление автокорреляционной функции в виде столбчатой диаграммы, где по оси X откладывается лаг τ, а по оси Y — значение r(τ). **Вид коррелограммы для различных рядов:**

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			• **а) Для стационарного ряда:** Значения АКФ быстро убывают (экспоненциально или обрывочно) до нуля с ростом лага τ, оставаясь в пределах статистически незначимой области (доверительной полосы). Нет долгосрочных зависимостей. • **б) Для ряда, содержащего тренд:** АКФ убывает очень медленно (линейно или гиперболически). Значимые положительные автокорреляции наблюдаются для многих первых лагов. Это характерный признак нестационарности по уровню. • **в) Для ряда, содержащего сезонность (период L):** На коррелограмме наблюдаются четкие **пики** (значимые положительные автокорреляции) на лагах, кратных периоду сезонности (τ = L, 2L, 3L, ...). Например, для месячных данных с годовой сезонностью пики будут на лагах 12, 24, 36 и т.д. АКФ также затухает, но с периодическими всплесками.
Тема 6. Автокорреляция временных рядов	УК- 1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1. Знает, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	1. Установите правильную последовательность шагов для первоначальной визуальной проверки наличия автокорреляции в остатках эконометрической модели, построенной на временных рядах. Расположите шаги от первого к последнему. **Шаги:** А. Построить график остатков модели от времени. Б. Рассчитать выборочную автокорреляционную функцию (АКФ) для остатков. В. Провести формальный тест (например, Дарбина-Уотсона или Бройша-Годфри). Г. Визуально оценить график: наличие тренда, периодичности или кластеризации остатков. Д. Построить коррелограмму (график АКФ) с доверительными интервалами. **Правильная последовательность: А →Г→Б→Д→В** 2. Установите правильную последовательность действий при использовании теста Дарбина-Уотсона для проверки остатков регрессионной модели на автокорреляцию первого порядка. Расположите шаги по порядку. **Шаги:** А. Выбрать уровень значимости α (обычно 0.05). Б. Рассчитать статистику Дарбина-Уотсона по формуле: $DW = \Sigma(e_t - e_{t-1})^2 / \Sigma e_t^2$, где e_t — остатки модели. В. Сформулировать гипотезы: H0: нет автокорреляции первого порядка ($\rho=0$); H1: есть положительная автокорреляция ($\rho>0$) или есть отрицательная автокорреляция ($\rho<0$). Г. Сравнить рассчитанное значение DW с табличными критическими значениями (dL и dU) для данного числа наблюдений и числа регрессоров. Д. Сделать вывод: если $DW < dL$ — отвергаем H0 в пользу положительной автокорреляции; если $DW > 4 - dL$ — отвергаем H0 в пользу отрицательной автокорреляции; в остальных случаях — нет оснований отвергать H0. **Правильная последовательность: В→Б→А→Г→Д**
Тема 7. Динамические эконометрические модели	УК- 1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации,	ИУК-1.1. Знает, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез	1. Что является **ключевым отличительным признаком** динамической эконометрической модели от статической? **Варианты ответов:** А) Наличие в модели более одной объясняющей переменной. Б) Использование логарифмической функциональной формы. В) Включение в модель лагированных значений зависимой и/или независимых переменных.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
	применять системный подход для решения поставленных задач	информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Г) Оценка модели на данных временных рядов. **Правильный ответ: В** **Объяснение выбора:** Динамическая модель принципиально предназначена для учета **временных лагов** в воздействии факторов. Её определяющая черта — включение в правую часть уравнения значений переменных, относящихся к прошлым моментам времени (лагов). Это позволяет моделировать инерцию, ожидания, адаптационные процессы. Вариант А описывает множественную регрессию, которая может быть статической. Вариант Б — вопрос функциональной формы, а не динамики. Вариант Г — данные временных рядов могут использоваться и в статических моделях (например, регрессия текущего потребления на текущий доход). 2. Какая из перечисленных причин является **основным содержательным обоснованием** для включения лага зависимой переменной (Y_{t-1}) в правую часть уравнения регрессии? **Варианты ответов:** А) Устранение проблемы гетероскедастичности остатков модели. Б) Учет инерционности (привычек, эффекта сохранения состояния) в поведении экономического агента или системы. В) Сокращение числа оцениваемых параметров в модели. Г) Гарантия того, что все коэффициенты модели будут статистически значимыми. **Правильный ответ: Б** **Объяснение выбора:** Лаг зависимой переменной Y_{t-1} напрямую моделирует **инерцию**. Например, текущее потребление зависит от прошлого уровня потребления (привычка), текущие инвестиции — от прошлого объема капитала, текущая инфляция — от инфляционных ожиданий, сформированных в прошлом периоде. Это главная содержательная причина. Вариант А: включение лага может повлиять на автокорреляцию, но не является методом борьбы с гетероскедастичностью. Варианты В и Г — технические следствия, которые не всегда выполняются и не являются целью.

Критерии оценивания тестового задания:

Оценка	Критерии оценивания
отлично	от 90 до 100 % правильно выполненных заданий
хорошо	от 70 до 89 % правильно выполненных заданий
удовлетворительно	от 50 до 69 % правильно выполненных заданий
неудовлетворительно	менее 50 % правильно выполненных заданий

4.2 ТИПОВЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Практические задания должны отражать умение обучающегося применять осваиваемую компетенцию в практических ситуациях и при решении производственных задач (индикаторы УМЕТЬ, ВЛАДЕТЬ).

<table>
<tr><th>Тема</th><th>Код и формулировка компетенции</th><th>Индикаторы достижения компетенции</th><th>Задания к практическому занятию</th></tr>
<tr>
<td>Тема 1. Предмет и задачи эконометрики в цифровой экономике</td>
<td>УК- 1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</td>
<td>ИУК-1.2. Умеет осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

ИУК-1.3. Владеет практическими навыками поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода для решения поставленных задач</td>
<td>1. Установите соответствие между задачей и наиболее подходящим для ее решения классом методов/подходов.
<table>
<tr><th>Практическая задача аналитика</th><th>Релевантный класс методов/подходов</th></tr>
<tr><td>1. Оценить истинный эффект от запуска новой рекомендательной системы на средний чек, исключив влияние сезонности.</td><td>А. Методы сокращения размерности и отбора признаков (LASSO, Elastic Net).</td></tr>
<tr><td>2. Прогнозировать ежедневный спрос на складские мощности облачного сервиса на основе сотен параметров использования.</td><td>Б. Методы оценки причинно-следственных эффектов на неэкспериментальных данных (разностно-разностный анализ, регрессионный разрыв, инструментальные переменные).</td></tr>
<tr><td>3. Выявить скрытые группы (сегменты) пользователей мобильного приложения на основе паттернов их поведения (клики, время сессии).</td><td>В. Методы кластеризации (k-means, иерархическая кластеризация).</td></tr>
<tr><td>4. Определить, какие из 1000 поведенческих метрик (признаков) из цифрового следа действительно значимо влияют на вероятность оттока клиента.</td><td>Г. Методы прогнозного моделирования для временных рядов (ARIMA, модели с рекуррентными нейросетями).</td></tr>
</table>
Правильные ответы: 1 – Б, 2 – Г, 3 – В, 4 – А

2. Установите соответствие между этапом жизненного цикла продукта и его ключевым вопросом и комбинацией методов, наиболее релевантной для работы на этом этапе.</td>
</tr>
</table>

<table>
<tr><th>Тема</th><th>Код и формулировка компетенции</th><th>Индикаторы достижения компетенции</th><th>Задания к практическому занятию</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>
<table>
<tr><th>Этап и ключевой вопрос</th><th>Комбинация методов (что нужно уметь делать последовательно)</th></tr>
<tr><td>1. Ранний запуск: «На какой сегмент ранних пользователей стоит делать ставку в маркетинге?»</td><td>А. Причинный анализ + анализ воронки. Оценить чистый эффект виральности (инструментальные переменные, Diff-in-Diff) и проанализировать конверсию привлеченных пользователей.</td></tr>
<tr><td>2. Рост: «Правда ли наша виральная механика привлекает новых качественных пользователей, а не просто создает инфляцию метрик?»</td><td>Б. Кластеризация + профилирование. Выделить кластеры по поведению и демографии, описать их портреты, чтобы понять "early adopters".</td></tr>
<tr><td>3. Масштабирование: «Как оптимизировать бюджет на рекламу в разных каналах, учитывая их синергию и эффект насыщения?»</td><td>В. Построение прогнозной модели LTV + uplift-моделирование. Спрогнозировать потенциальный LTV и оценить, на каких пользователях и какие действия (рассылка, скидка) дадут максимальный прирост этого LTV.</td></tr>
<tr><td>4. Зрелость: «Как увеличить пожизненную ценность (LTV) пользователей, персонализируя их опыт?»</td><td>Г. Моделирование отклика с нелинейными эффектами + оптимизация. Построить модель конверсии/стоимости с нелинейными функциями от затрат (логарифмическими, с насыщением) и найти точку оптимума бюджета.</td></tr>
</table>
Правильные ответы: 1 – Б, 2 – А, 3 – Г, 4 – В

3. Установите соответствие между этапом эконометрического моделирования и конкретным действием/вопросом, характерным для этого этапа в условиях цифровой экономики.
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>Тема</th><th>Код и формулировка компетенции</th><th>Индикаторы достижения компетенции</th><th>Задания к практическому занятию</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>
<table>
<tr><th>Этап исследования</th><th>Конкретное действие/вопрос этапа</th></tr>
<tr><td>1. Формулировка гипотезы и спецификация модели</td><td>А. «Какова экономическая интерпретация коэффициента при переменной «число лайков» в модели монетизации? Не является ли связь ложной?»</td></tr>
<tr><td>2. Сбор и подготовка данных</td><td>Б. «Включить ли в модель фиктивные переменные для типа устройства (iOS/Android) и сетевые эффекты (количество друзей пользователя на платформе)?»</td></tr>
<tr><td>3. Верификация модели</td><td>В. «Проверить остатки модели на автокорреляцию и гетероскедастичность. Провести тест на переобучение, разбив данные на обучающую и тестовую выборки.»</td></tr>
<tr><td>4. Интерпретация результатов и выводы</td><td>Г. «Склеить данные из CRM (структурированные) и логов сайта (полуструктурированные). Обработать пропуски в данных о времени просмотра страниц. Нормализовать признаки.»</td></tr>
</table>
Правильные ответы: 1 – Б, 2 – Г, 3 – В, 4 – А

4. Установите соответствие между описанием подхода и критическим замечанием/рекомендацией по улучшению, указывающим на методологическую слабость.

<table>
<tr><th>Подход</th><th>Критическое замечание / Рекомендация</th></tr>
<tr><td>1. Чтобы доказать, что рекомендации увеличивают продажи, он сравнил средний чек пользователей, кликнувших</td><td>А. Наличие сильной проблемы самоотбора: пользователи, кликнувшие на рекомендацию, изначально более активны и</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>Тема</th><th>Код и формулировка компетенции</th><th>Индикаторы достижения компетенции</th><th>Задания к практическому занятию</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>
<table>
<tr><td></td><td>selection bias (например, инструментальные переменные или регрессионный разрыв).</td></tr>
<tr><td>2. Для прогноза нагрузки на сервер он обучил сложную нейросеть на всех доступных данных за год и получил R^2=0.98 на обучающей выборке.</td><td>Б. Высокий риск переобучения. Необходимо оценить модель на тестовой выборке или с помощью кросс-валидации. R^2 на обучающих данных почти всегда завышен.</td></tr>
<tr><td>3. Для выявления причин оттока он построил множественную регрессию, включив все 200 доступных поведенческих метрик как предикторы.</td><td>В. Проблема ложной корреляции и мультиколлинеарности. Необходим предварительный отбор признаков (LASSO, анализ важности) или сокращение размерности.</td></tr>
<tr><td>4. Чтобы оценить эффект новой иконки на конверсию, он показал её всем пользователям в понедельник и сравнил конверсию с прошлым понедельником.</td><td>Г. Смешивание эффектов: разница может быть вызвана сезонностью, другими кампаниями или просто случайностью. Необходим рандомизированный A/B-тест с одновременным запуском контрольной и тестовой групп.</td></tr>
</table>
Правильные ответы: 1 – А, 2 – Б, 3 – В, 4 – Г
</td></tr>
<tr><td>Тема 2. Парная регрессия и корреляция</td><td>УК- 1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</td><td>ИУК-1.2. Умеет осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
ИУК-1.3. Владеет практическими навыками поиска, критического анализа и синтеза информации, применения</td><td>1. После построения парной линейной регрессии остатки имеют неслучайный вид (график остатков vs. X показывает криволинейную форму). Установите правильную последовательность его дальнейших действий для устранения проблемы. Расположите шаги по порядку.
Шаги:
А. Провести формальный тест на гетероскедастичность (например, тест Уайта).
Б. Проанализировать график остатков от фактора (e_i от x_i) и график зависимости Y от X.
В. Оценить новую модель и проверить, исчез ли паттерн в остатках.
Г. Выдвинуть гипотезу о нелинейности связи и преобразовать данные (например, добавить x^2, ln(x) или перейти к логарифмической модели).
Д. Сравнить коэффициент детерминации (R^2) и стандартную ошибку новой и старой модели.
Правильная последовательность: Б→Г→В→Д
(А – лишний шаг, так как проблема не в гетероскедастичности, а в нелинейности. Гетероскедастичность проявляется в виде "воронки" или "веера" на графике, а не криволинейного тренда)</td></tr>
</table>

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
		системного подхода для решения поставленных задач	2. Установите строгую практическую последовательность шагов, которую выполняет эконометрист при построении и первичной оценке модели парной линейной регрессии $y = b_0 + b_1x + \varepsilon$. Расположите шаги от первого к последнему. **Шаги:** А. Рассчитать коэффициент корреляции (r) и проверить его значимость. Б. Построить уравнение регрессии методом наименьших квадратов (МНК), найти оценки b_0 и b_1. В. Сформулировать содержательную гипотезу о связи переменных. Г. Проверить статистическую значимость коэффициентов регрессии (t-тесты) и уравнения в целом (F-тест). Д. Рассчитать коэффициент детерминации (R^2) и дать его предварительную интерпретацию. Е. Построить поле корреляции (scatter plot) для визуальной оценки формы связи. **Правильная последовательность: В→Е→А→Б→Г→Д** 3. При анализе связи между бюджетом на цифровую рекламу (X) и продажами (Y) аналитик подозревает наличие выбросов. Установите правильную последовательность его действий. **Шаги:** А. Принять обоснованное решение: удалить наблюдение, оставить или преобразовать данные, обосновав это содержательно. Б. Построить модель с выбросом и без него, сравнить коэффициенты регрессии (b_1), R^2 и стандартные ошибки. В. Рассчитать стандартизированные остатки или статистику Кука (Cook's distance) для количественной оценки влияния наблюдений. Г. Построить график рассеяния (поле корреляции) для визуального выявления аномальных точек. Д. Проверить, не является ли выброс ошибкой ввода данных или уникальным событием (например, крупная разовая акция). **Правильная последовательность: Г→В→Д→Б→А** 4. После получения оценок уравнения парной регрессии необходимо проверить выполнимость предпосылок Гаусса-Маркова. Установите общепринятую последовательность этих проверок. **Шаги:** А. Проверка нормальности распределения случайных остатков (с помощью гистограммы, QQ-plot или теста Жарке-Бера). Б. Проверка на отсутствие автокорреляции остатков (с помощью критерия Дарбина-Уотсона для данных, упорядоченных по времени или фактору). В. Проверка случайности остатков (например, по критерию серий или по поворотным точкам). Г. Проверка на отсутствие гетероскедастичности (построение графика остатков от прогнозных значений или фактора, проведение теста Уайта/Голдфелда-Квандта).

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			Д. Проверка того, что математическое ожидание остатков равно нулю (анализ графика и тест на равенство среднего нулю). **Правильная последовательность: Б→Г→А→В**
Тема 3. Множественная регрессия и корреляция	УК- 1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.2. Умеет осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач ИУК-1.3. Владеет практическими навыками поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода для решения поставленных задач	1. В модель множественной регрессии, объясняющей уровень продаж (Y), были последовательно добавлены два новых фактора. После добавления первого фактора обычный R^2 вырос с 0.70 до 0.72, а скорректированный R^2 (R^2adj) — с 0.695 до 0.715. После добавления второго фактора обычный R^2 вырос до 0.725, а R^2adj упал до 0.710. Какой вывод следует сделать о втором добавленном факторе? **Варианты ответов:** А) Фактор является статистически незначимым и его следует удалить из модели. Б) Фактор является высоко значимым и улучшает качество модели. В) Фактор, скорее всего, имеет очень слабую индивидуальную объясняющую способность, но не вредит модели, поэтому его можно оставить. Г) В модели появилась мультиколлинеарность из-за нового фактора. **Правильный ответ: А** **Объяснение выбора:** • **Анализ первого фактора:** Рост как обычного R^2, так и R^2adj указывает на то, что фактор содержит полезную для объяснения Y информацию, которая перевешивает «штраф» за сложность модели. • **Анализ второго фактора:** Обычный R^2 немного вырос (что происходит всегда при добавлении любого фактора), но R^2adj **уменьшился**. Это ключевой сигнал. R^2adj падает, когда добавленная переменная не вносит достаточного вклада в объяснение дисперсии Y, чтобы оправдать потерю степени свободы. Это прямое указание на то, что фактор, скорее всего, незначим или его вклад ничтожен. Классическое правило отбора модели — максимизировать R^2adj, поэтому фактор, снижающий этот показатель, является кандидатом на удаление. Вывод А логически следует из этого анализа. 2. В модели множественной регрессии, объясняющей уровень потребления цифрового контента (Y, в минутах/день), для факторов «возраст» (X_1) и «доход» (X_2) получены следующие результаты: • Обычный коэффициент для X_1 (b_1): -0.8 (мин/год) • Обычный коэффициент для X_2 (b_2): 0.002 (мин/руб.) • Стандартизованный коэффициент для X_1 (β_1): -0.40 • Стандартизованный коэффициент для X_2 (β_2): +0.15 Какой вывод о **сравнительной силе влияния** факторов на потребление контента является верным? **Варианты ответов:** А) Доход влияет сильнее, так как его коэффициент положителен. Б) Возраст влияет сильнее, так как абсолютное значение его обычного коэффициента (0.8) больше, чем у дохода (0.002).

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			В) Возраст влияет сильнее, так как абсолютное значение его стандартизованного коэффициента (0.40) больше, чем у дохода (0.15). Г) Невозможно сравнить, так как факторы измерены в разных единицах. **Правильный ответ: В** **Объяснение выбора:** *Владение* методикой означает автоматическое понимание, что для сравнения силы влияния факторов, измеренных в разных единицах (годы и рубли), **необходимо использовать стандартизованные коэффициенты (β)**. • Обычные коэффициенты (b) отражают влияние в натуральных единицах и **несравнимы** (отсюда ошибочность Б). • β-коэффициенты показывают, на сколько стандартных отклонений изменится Y при изменении фактора на одно его стандартное отклонение. Это устраняет шкалу измерения. • $\|\beta_1\| = 0.40 > \|\beta_2\| = 0.15$. Это означает, что вариация возраста объясняет бóльшую долю вариации времени потребления, чем вариация дохода. Ответ В демонстрирует точное знание этого правила интерпретации. 3. Проверить гипотезу, что «после контроля уровня дохода, образование не оказывает значимого влияния на размер сбережений». Он строит модель множественной регрессии, где Y — сбережения, X_1 — доход, X_2 — годы образования. В результатах оценки p-value для коэффициента при X_1 составляет 0.001, а для коэффициента при X_2 — 0.12. При этом F-тест для уравнения в целом значим ($p < 0.001$). Какой вывод должен сделать исследователь? **Варианты ответов:** А) Гипотеза подтвердилась: образование не влияет на сбережения. Б) Гипотеза не подтвердилась: и доход, и образование значимо влияют на сбережения. В) Гипотеза подтвердилась только отчасти: образование незначимо, но модель в целом адекватна, и основное влияние оказывает доход. Г) Нельзя сделать вывод, так как в модели, вероятно, присутствует мультиколлинеарность между доходом и образованием. **Правильный ответ: В** **Объяснение выбора:** Умение заключается в точном соотнесении статистических результатов с формулировкой гипотезы. 1. Гипотеза звучала: «*после контроля дохода*... образование не оказывает значимого влияния». Это прямо соответствует постановке множественной регрессии, где влияние X_2 (образование) оценивается *при учёте* X_1 (доход). 2. Результат: коэффициент при X_2 незначим ($p=0.12 > 0.05$). Это **прямое статистическое свидетельство в пользу гипотезы**. 3. Значимость X_1 и модели в целом (F-тест) не противоречит гипотезе, а лишь показывает,

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			что модель имеет объяснительную силу, и эта сила обеспечивается доходом. Исследователь должен уметь разделить эти выводы: гипотеза об образовании подтвердилась (В), при этом модель полезна для прогноза, так как значима в целом. Вариант А слишком категоричен и игнорирует контекст множественной регрессии («после контроля»). Вариант Б противоречит данным (p=0.12). Вариант Г — это предположение, не вытекающее напрямую из приведенных данных. 4. Сравните две множественные регрессионные модели для одного и того же набора данных. Модель 1 включает 3 фактора, её $R^2 = 0.75$, $R^2adj = 0.74$. Модель 2 включает те же 3 фактора плюс еще два дополнительных, её $R^2 = 0.76$, $R^2adj = 0.73$. Согласно стандартному правилу выбора спецификации модели, какую модель следует предпочесть? **Варианты ответов:** А) Модель 2, так как её обычный R^2 выше. Б) Модель 1, так как её скорректированный R^2 выше. В) Модель 2, так как она сложнее и, следовательно, более точная. Г) Невозможно выбрать без проверки значимости дополнительных факторов с помощью F-теста. **Правильный ответ: Б** **Объяснение выбора:** Специалист, *владеющий* основами построения регрессионных моделей, знает «золотое» эмпирическое правило: **из моделей с одинаковой зависимой переменной следует выбирать ту, которая имеет наибольший скорректированный коэффициент детерминации (R^2adj)**. • R^2adj вносит штраф за добавление новых переменных. Его снижение при увеличении числа факторов (с 0.74 до 0.73) указывает, что два новых фактора не вносят достаточного объяснения, чтобы оправдать усложнение модели. • Следование этому правилу (выбор модели с max R^2adj) — это базовый. Ответы А и В игнорируют этот принцип. Ответ Г предлагает дополнительную проверку, что верно, но не является *стандартным правилом первоочередного выбора*, которым нужно владеть.
Тема 4. Системы одновременных уравнений	УК- 1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.2. Умеет осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач ИУК-1.3. Владеет практическими навыками поиска,	1. Для оценивания параметров уравнений в системе одновременных уравнений используются различные методы. В каких из перечисленных ниже ситуаций предложенный метод оценивания является **КОРРЕКТНЫМ ВЫБОРОМ**? (Выберите ВСЕ верные варианты). **Варианты ответов:** А) Для оценивания **точно идентифицированного** уравнения используется **Косвенный метод наименьших квадратов (КМНК)**. Б) Для оценивания **сверхидентифицированного** уравнения используется **Двухшаговый метод наименьших квадратов (ДМНК)**. В) Если система представляет собой набор уравнений, связанных только через корреляцию ошибок, а объясняющие переменные в разных уравнениях различны, для повышения

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
		критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода для решения поставленных задач	эффективности оценок используется **Метод наименьших квадратов (МНК) для каждого уравнения отдельно**. Г) Если все уравнения системы являются **точно идентифицированными**, то после применения КМНК к каждому уравнению полученные оценки будут идентичны оценкам, полученным с помощью **Трехшагового МНК**. Д) Для быстрого, но неэффективного оценивания параметров любого уравнения системы можно использовать **Прямой МНК**, игнорируя проблему одновременности. **Правильные ответы: А, Б** **Объяснение выбора:** • **А — Верно.** Это прямое применение: КМНК работает только для точно идентифицированных уравнений. • **Б — Верно.** ДМНК (2SLS) — это стандартный и корректный метод для оценивания как точно, так и сверхидентифицированных уравнений. • **В — Неверно.** Описанная ситуация — это модель **кажущихся несвязанными регрессий (SUR, Seemingly Unrelated Regressions)**. Применение МНК к каждому уравнению по отдельности даст состоятельные, но **неэффективные** оценки, если ошибки коррелированы. Корректным выбором для повышения эффективности был бы **обобщенный метод наименьших квадратов (GLS) для всей системы**, т.е. собственно метод SUR. • **Г — Неверно.** Трехшаговый МНК (3SLS) учитывает корреляцию ошибок между уравнениями, поэтому даже при точной идентификации его оценки будут (асимптотически) более эффективными, чем оценки КМНК или ДМНК, полученные для каждого уравнения по отдельности. Они не будут идентичными. • **Д — Неверно.** Использование прямого МНК в условиях одновременности дает **смещенные и несостоятельные** оценки, что является грубой ошибкой. Это не метод «быстрого оценивания», а метод, приводящий к заведомо неверным результатам. 2. При каком из следующих условий применение обычного МНК (Ordinary Least Squares, OLS) для оценки параметров отдельного уравнения в системе гарантированно приведет к смещенным и несостоятельным оценкам? (Выберите ВСЕ верные варианты). Варианты ответов: А) Если среди регрессоров (объясняющих переменных) этого уравнения есть хотя бы одна текущая эндогенная переменная. Б) Если в уравнении присутствует гетероскедастичность ошибок. В) Если ошибки этого уравнения коррелируют с ошибками другого уравнения системы. Г) Если в уравнение не включена лагированная зависимая переменная. Д) Если матрица наблюдений регрессоров имеет неполный ранг (присутствует полная мультиколлинеарность). **Правильные ответы: А**

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			Объяснение выбора: Формальное правило: – Причина смещения в СОУ: Нарушение предпосылки МНК о некоррелированности регрессоров со случайной ошибкой. – Формальный признак нарушения: Наличие в правой части уравнения текущей эндогенной переменной, которая сама зависит от других переменных системы и, следовательно, коррелирует с общей ошибкой системы. • **А — Верно.** Это и есть точное и достаточное формальное условие, которое специалист должен уметь мгновенно идентифицировать. • **Б — Неверно.** Гетероскедастичность нарушает эффективность МНК-оценок (они перестают быть BLUE), но не их состоятельность и несмещенность (при прочих предпосылках). • **В — Неверно.** Корреляция ошибок между уравнениями характерна для моделей SUR и влияет на эффективность оценок, но не на состоятельность оценок каждого уравнения по МНК, если в правой части нет эндогенных переменных. • **Г — Неверно.** Отсутствие лаги — это вопрос спецификации, а не причина смещения оценок. • **Д — Неверно.** Полная мультиколлинеарность делает оценки невозможными к вычислению (матрица X'X вырождена), но не является специфической проблемой СОУ и не связана со смещением из-за одновременности. 3. Оценить эластичность спроса по цене, используя одно уравнение регрессии количества проданного товара (Q) на его цену (P) и доход потребителей (I): $Q=\beta_0+\beta_1 P+\beta_2 I+\epsilon$. Однако известно, что цена и количество определяются на рынке взаимодействием спроса и предложения (т.е. существует одновременность). Какие из следующих последствий этого упущения являются **ВЕРОЯТНЫМИ**? (Выберите ВСЕ верные варианты). **Варианты ответов:** А) Оценка коэффициента $\beta 1$ будет несмещенной оценкой эластичности спроса по цене. Б) Оценка коэффициента $\beta 1$ может отражать смесь параметров и кривой спроса, и кривой предложения, не имея четкой экономической интерпретации. В) Оценка коэффициента $\beta 2$ (при доходе) также будет смещенной из-за корреляции P с ошибкой ϵ. Г) Прогнозы количества по этому уравнению будут всегда неверными. Д) Проблему можно решить, добавив в уравнение больше контрольных переменных. **Правильные ответов: Б, В** **Объяснение выбора:** • **А — Неверно.** Это противоположность истине. При одновременности оценка $\beta 1$ будет **смещенной** и **несостоятельной**. • **Б — Верно.** Классический вывод из проблемы «смещения одновременности».

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			Оцененное уравнение представляет собой не кривую спроса, а некое гибридное «облако» равновесных точек, лежащих на пересечении смещающихся кривых спроса и предложения. $\beta 1$ теряет смысл параметра спроса. • **В — Верно.** Важное следствие. Если цена (P) эндогенна и коррелирует с ошибкой, то все коэффициенты уравнения, включая $\beta 2$, оказываются смещенными, так как нарушается основная предпосылка МНК о некоррелированности регрессоров с ошибкой. • **Г — Неверно.** Слишком категорично. Прогнозы могут быть случайно близки к истине, но их **точность (свойства ошибки прогноза)** не будет оптимальной, а доверительные интервалы окажутся некорректными. Они не будут *заведомо всегда* неверны, но будут ненадежны. • **Д — Неверно.** Добавление контрольных переменных не решает проблему эндогенности, вызванной одновременностью. Нужно менять **метод оценивания** (использовать ДМНК, КМНК) или спецификацию (строить полную систему уравнений). 4. Какие из следующих шагов являются **частью стандартного алгоритма Двухшагового метода наименьших квадратов (2SLS или ДМНК)** для оценки параметров уравнения структурной формы? (Выберите ВСЕ верные варианты). **Варианты ответов:** А) Оценить с помощью МНК параметры **приведенной формы** для всех эндогенных переменных, выступающих регрессорами в данном структурном уравнении. Б) Сформировать новые, "очищенные" переменные (fitted values) для эндогенных регрессоров, подставив в оцененные уравнения приведенной формы фактические значения всех **предопределенных переменных** системы. В) Оценить с помощью МНК исходное структурное уравнение, заменив фактические значения эндогенных регрессоров на "очищенные" значения, полученные на предыдущем шаге. Г) Проверить наличие автокорреляции в остатках от регрессии второго шага с помощью критерия Дарбина-Уотсона. Д) Использовать стандартные ошибки, полученные на втором шаге, для проверки значимости коэффициентов. **Правильные ответы: А, Б, В** **Объяснение выбора:** Владение методом означает знание его канонических шагов. • **А — Верно. Первый шаг:** Оценка приведенной формы для эндогенных регрессоров (не для всех эндогенных переменных системы, а именно для тех, что стоят в правой части оцениваемого уравнения). • **Б — Верно.** Формирование инструментальных переменных. Эти fitted values являются линейными комбинациями предопределенных переменных и некоррелированы с

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			ошибкой. • **В — Верно. Второй шаг:** Проведение регрессии зависимой переменной на экзогенные перемены уравнения и на сконструированные на шаге Б fitted values. • **Г — Неверно.** Хотя проверка остатков важна на практике, она **не является частью стандартного алгоритма оценивания 2SLS**. Это диагностическая процедура, следующая после оценивания. • **Д — Неверно. Критически важный нюанс.** Стандартные ошибки, полученные напрямую из регрессии второго шага, являются **смещенными**. Для корректных статистических выводов необходимо использовать **скорректированные формулы** для стандартных ошибок (например, формулу Хайлброна-Уайта). Специалист, *владеющий* методом, должен это знать.
Тема 5. Временные ряды. Основные типы трендов и выявление компонент ряда	УК- 1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.2. Умеет осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач ИУК-1.3. Владеет практическими навыками поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода для решения поставленных задач	1. Представлены два графика временных рядов месячных данных о продажах компании «Альфа» и компании «Бета» за 5 лет. • **График «Альфа»:** Ряд показывает устойчивый линейный рост. Сезонные пики (декабрь) и спады (февраль) имеют примерно постоянную высоту (в единицах измерения) на протяжении всего периода. • **График «Бета»:** Ряд демонстрирует экспоненциальный рост (ускорение). Амплитуда сезонных колебаний явно увеличивается с ростом уровня ряда: в первые годы сезонные всплески невелики, в последние — очень значительны. 1. Какой тип модели декомпозиции (аддитивную или мультипликативную) Вы бы рекомендовали для анализа каждого ряда? Дайте **развернутое обоснование** своего выбора, основанное на визуальных характеристиках данных. 2. Предложите, какое простое преобразование данных для ряда компании «Бета» позволит использовать более простые методы анализа, разработанные для аддитивной модели. **Ответ:** **1. Выбор модели и обоснование:** • **Для компании «Альфа»** рекомендую **аддитивную модель** (Y = T + S + E). **Обоснование:** Ключевой признак — постоянство амплитуды сезонных колебаний. Независимо от того, находился ли тренд на низком или высоком уровне, размах между декабрьским пиком и февральным спадом оставался примерно одинаковым в абсолютных единицах измерения (тыс. руб., штук). Это означает, что сезонная компонента **не зависит** от уровня тренда, что является строгим условием для аддитивной модели. Сезонность здесь *прибавляет* или *вычитает* примерно фиксированную величину. • **Для компании «Бета»** рекомендую **мультипликативную модель** (Y = T * S * E). **Обоснование:** Ключевой признак — изменение амплитуды сезонных колебаний пропорционально уровню тренда. По мере экспоненциального роста ряда сезонные пики и провалы становятся всё более выраженными в абсолютном выражении. Это указывает на то, что сезонность действует как **множитель (коэффициент)**. Например,

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			в декабре продажи могут быть в среднем *в 1.5 раза* выше трендового значения, а в феврале — *в 0.7 раза*. Мультипликативная модель лучше отражает эту относительную, пропорциональную зависимость. **2. Преобразование для ряда «Бета»:** Для применения более простых линейных методов (например, аддитивной декомпозиции или регрессии) к данным «Беты» можно выполнить логарифмическое преобразование исходного ряда: Z_t = ln(Y_t). Эффект: Мультипликативная модель Y = T * S * E после логарифмирования превращается в аддитивную: ln(Y) = ln(T) + ln(S) + ln(E). Экспоненциальный тренд становится близким к линейному на шкале логарифмов, а сезонные колебания с постоянной относительной амплитудой становятся колебаниями с постоянной абсолютной амплитудой в логарифмах. Это позволяет анализировать ряд Z_t стандартными методами для аддитивных структур. 2. Имеются поквартальные данные об объемах продаж (в тыс. у.е.) за 3 года: Год 1: I кв. - 120, II кв. - 140, III кв. - 160, IV кв. - 180. Год 2: I кв. - 130, II кв. - 150, III кв. - 170, IV кв. - 190. Год 3: I кв. - 140, II кв. - 160, III кв. - 180, IV кв. - 200. 1. Рассчитайте **центрированную скользящую среднюю с окном 4** (для устранения сезонности квартальных данных) для данного ряда. Опишите все шаги расчета. 2. Постройте на одном графике (схематично или описательно): а) исходный ряд; б) рассчитанный ряд скользящих средних. Какой компонент ряда представляет ряд скользящих средних? 3. Сделайте вывод о наличии и характере тренда на основе графика. **Ответ:** **1. Расчет центрированной скользящей средней с окном m=4:** • **Шаг 1:** Поскольку окно четное (4), мы не можем сразу отнести среднюю к конкретному моменту. Сначала вычисляются **первичные скользящие средние** для середины интервала между периодами. ○ MA_1 (между II и III кв. 1 года) = (120+140+160+180)/4 = 150.0 ○ MA_2 (между III и IV кв. 1 года) = (140+160+180+130)/4 = 152.5 ○ MA_3 (между IV кв. 1 г. и I кв. 2 г.) = (160+180+130+150)/4 = 155.0 ○ MA_4 = (180+130+150+170)/4 = 157.5 ○ MA_5 = (130+150+170+190)/4 = 160.0 ○ MA_6 = (150+170+190+140)/4 = 162.5 ○ MA_7 = (170+190+140+160)/4 = 165.0 ○ MA_8 = (190+140+160+180)/4 = 167.5 ○ MA_9 = (140+160+180+200)/4 = 170.0 • **Шаг 2:** Для получения **центрированных скользящих средних**, относящихся к конкретному кварталу, вычисляем среднее из каждой пары соседних первичных

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			средних. ○ CMA (III кв. 1 г.) = (150.0 + 152.5)/2 = **151.25** ○ CMA (IV кв. 1 г.) = (152.5 + 155.0)/2 = **153.75** ○ CMA (I кв. 2 г.) = (155.0 + 157.5)/2 = **156.25** ○ CMA (II кв. 2 г.) = (157.5 + 160.0)/2 = **158.75** ○ CMA (III кв. 2 г.) = (160.0 + 162.5)/2 = **161.25** ○ CMA (IV кв. 2 г.) = (162.5 + 165.0)/2 = **163.75** ○ CMA (I кв. 3 г.) = (165.0 + 167.5)/2 = **166.25** ○ CMA (II кв. 3 г.) = (167.5 + 170.0)/2 = **168.75** **2. Построение графика и идентификация компоненты:** • На графике синей ломаной линией будет изображен исходный ряд с явными квартальными колебаниями и общим ростом. • На том же графике красной более гладкой линией будет изображен ряд центрированных скользящих средних (CMA), проходящий через точки: (III-1:151.25), (IV-1:153.75), (I-2:156.25), ..., (II-3:168.75). • Ряд скользящих средних представляет собой оценку **трендово-циклической компоненты (T_t + C_t)**. В данном случае, так как ряд короткий, это в основном оценка **тренда**, так как циклические колебания выделить сложно. **3. Вывод о тренде:** На основе графика ряда скользящих средних четко прослеживается **восходящий линейный тренд**. Значения CMA последовательно увеличиваются от ~151 в III квартале первого года до ~169 во II квартале третьего года. Объем продаж имеет устойчивую тенденцию к росту. 3. При анализе недельного временного ряда количества посещений сайта (неделя к неделе) обнаружилось, что график ряда и его АКФ указывают на наличие сильного восходящего тренда. Однако, проведя опрос, Вы узнали, что за последний год не было запущено ни одной значимой маркетинговой кампании, контентная стратегия не менялась, а конкуренты не уходили с рынка. То есть, содержательных причин для устойчивого роста нет. 1. Какие **альтернативные статистические причины** (помимо содержательного тренда) могли привести к такому виду ряда и АКФ? Назовите не менее двух. 2. Опишите, какие **дополнительные диагностические процедуры** (помимо построения АКФ) Вы проведете, чтобы проверить гипотезу о наличии истинного тренда. Что должно подтвердить или опровергнуть эту гипотезу? **Ответ:** **1. Альтернативные статистические причины:** • **Сильная положительная автокорреляция первого порядка (эффект импульса):** Ряд может следовать процессу, подобному **AR(1)** с коэффициентом φ, близким к 1 (например, Y_t = 0.9*Y_{t-1} + ε_t). Такой процесс будет выглядеть как «тренд» на ограниченном участке наблюдений, так как каждое следующее значение сильно

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			зависит от предыдущего. Это создает иллюзию направленного движения, хотя процесс является стационарным (при $\|\varphi\|<1$) и в долгосрочной перспективе возвращается к своему среднему. Это классический пример **«ложного тренда»**. • **Наличие структурного сдвига (break) или выброса в середине ряда:** Единичное резкое увеличение уровня ряда (из-за технического сбоя в счетчике, однократной вирусной публикации) может исказить картину. После скачка АКФ будет медленно затухать, имитируя тренд, хотя реального устойчивого роста не было. • **Нестационарность по дисперсии (гетероскедастичность), сочетающаяся со случайными всплесками:** Если дисперсия ряда со временем увеличивается, а в последний период произошло несколько случайных положительных отклонений, это может визуально восприниматься как тренд. **2. Дополнительные диагностические процедуры:** • **Тест на единичный корень (тест Дики-Фуллера, ADF-тест):** Это **ключевой тест**. Нулевая гипотеза H0: «Ряд имеет единичный корень (нестационарен, содержит стохастический тренд)». Альтернативная H1: «Ряд стационарен (тренд детерминированный или отсутствует)». **Если тест не отвергает H0 (p-value > 0.05), это говорит в пользу того, что наблюдаемый «тренд» — скорее следствие случайного блуждания (сильной автокорреляции), а не детерминированного роста.** Для большей надежности стоит провести тест с включением в уравнение константы и тренда. • **Анализ частной автокорреляционной функции (ЧАКФ, PACF):** Для процесса AR(1) ЧАКФ будет иметь значимый скачок только на лаге 1, а далее обрываться. Для ряда с трендом ЧАКФ также будет медленно затухать. Совместный анализ АКФ и ЧАКФ поможет идентифицировать процесс. • **Визуальный анализ ряда первых разностей ($\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$):** Если ряд содержит истинный линейный тренд, его первые разности будут стационарны вокруг константы (этого трендового прироста). Если же рост был артефактом автокорреляции, ряд первых разностей будет выглядеть как стационарный процесс без постоянного среднего (колебаться вокруг нуля). • **Разбиение ряда на подпериоды:** Разделить ряд на две части и проверить, сохраняется ли «тренд» в каждой из них по отдельности. Если в каждой части тренд неочевиден, это усилит подозрения на артефакт. 4. Для временного ряда ежегодных данных (Y_t) за 5 лет известны следующие суммы: $\Sigma t = 15$, $\Sigma t^2 = 55$, $\Sigma Y_t = 180$, $\Sigma(t * Y_t) = 590$, $n = 5$. 1. Запишите уравнение линейного тренда. 2. Используя метод наименьших квадратов (МНК), рассчитайте оценки параметров (a и b) этого тренда. Покажите все этапы расчета. 3. Дайте интерпретацию полученному коэффициенту b. Спрогнозируйте значение ряда на

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			6-й год (t=6) по построенной модели. **Ответ:** **1. Уравнение линейного тренда:** $\hat{Y}_t = a + b*t$, где $\hat{Y}_t$ — выровненное (трендовое) значение, t — номер периода. **2. Расчет параметров по МНК:** Известны формулы для оценок МНК: $b = (n*\Sigma(tY) - \Sigma t*\Sigma Y) / (n*\Sigma t^2 - (\Sigma t)^2)$ $a = (\Sigma Y / n) - b*(\Sigma t / n)$ • **Расчет коэффициента b:** ○ Числитель: $n*\Sigma(tY) - \Sigma t*\Sigma Y = 5*590 - 15*180 = 2950 - 2700 = 250$ ○ Знаменатель: $n*\Sigma t^2 - (\Sigma t)^2 = 5*55 - (15)^2 = 275 - 225 = 50$ ○ $b = 250 / 50 = 5.0$ • **Расчет коэффициента a:** ○ $\bar{Y} = \Sigma Y / n = 180 / 5 = 36$ ○ $\bar{t} = \Sigma t / n = 15 / 5 = 3$ ○ $a = \bar{Y} - b * \bar{t} = 36 - 5.0 * 3 = 36 - 15 = 21.0$ **Итоговое уравнение тренда:** $\hat{Y}_t = 21.0 + 5.0*t$ **3. Интерпретация и прогноз:** • **Интерпретация b:** Коэффициент b = 5.0 показывает, что в среднем за один год (один период) значение ряда Y увеличивается на 5 единиц. Это средний абсолютный прирост ряда. • **Прогноз на 6-й год (t=6):** $\hat{Y}_6 = 21.0 + 5.0 * 6 = 21.0 + 30.0 = 51.0$
Тема 6. Автокорреляция временных рядов	УК- 1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.2. Умеет осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач ИУК-1.3. Владеет практическими навыками поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода для решения	1. В модели регрессии по временным рядам обнаружена значимая положительная автокорреляция остатков (по тесту Дарбина-Уотсона и коррелограмме). Аналитик подозревает, что это может быть следствием пропущенной переменной или нелинейности. Установите логическую последовательность его **диагностических действий** для проверки этой гипотезы. Расположите шаги от первого к последнему. **Шаги:** А. Оценить расширенную модель (с новой переменной или нелинейным членом) и получить новые остатки. Б. Построить график остатков исходной модели от времени и от пропущенных факторов (если есть гипотезы). В. Провести тест на автокорреляцию (например, Бройша-Годфри) для остатков новой модели. Г. Сравнить информационные критерии (Акаике, Шварца) и коэффициент детерминации исходной и расширенной модели. Д. Проанализировать коррелограмму остатков новой модели: исчез ли медленно затухающий паттерн? Е. Если автокорреляция исчезла, сделать вывод о ее причине. Если нет — рассмотреть другие

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
		поставленных задач	причины (например, включить лаги зависимой переменной). **Правильная последовательность: Б→А→В→Д→Г→Е** 2. Установите строгую последовательность шагов для расчета и интерпретации статистики Дарбина-Уотсона (DW) в рамках проверки на автокорреляцию первого порядка. Расположите шаги от первого к последнему. **Шаги:** А. По таблице критических значений Дарбина-Уотсона для заданного уровня значимости α, числа наблюдений n и числа регрессоров k (без константы) найти значения dL и dU. Б. Сформулировать нулевую и альтернативную гипотезы: H0: ρ=0 (нет автокорреляции 1-го порядка), H1: ρ≠0 (есть автокорреляция). В. Рассчитать сумму квадратов остатков модели: Σe_t². Г. Рассчитать сумму квадратов разностей последовательных остатков: Σ(e_t - e_{t-1})². Д. Рассчитать статистику Дарбина-Уотсона: DW = [Σ(e_t - e_{t-1})²] / [Σe_t²]. Е. Сравнить расчетное значение DW с критическими: если DW < dL → отвергнуть H0 в пользу положительной автокорреляции; если DW > (4 - dL) → отвергнуть H0 в пользу отрицательной автокорреляции; если dU < DW < (4 - dU) → нет оснований отвергать H0; в зонах неопределенности (dL ≤ DW ≤ dU и (4-dU) ≤ DW ≤ (4-dL)) тест не дает однозначного ответа. **Правильная последовательность: Б→В→Г→Д→А→Е** 3. В регрессионной модели, связывающей макроэкономические показатели, обнаружена автокорреляция остатков. Аналитику важно получить состоятельные оценки коэффициентов и корректные стандартные ошибки для проверки гипотез. Установите последовательность его рассуждений и действий по выбору метода. Расположите шаги от первого к последнему. **Шаги:** А. Определить, является ли автокорреляция следствием спецификации (пропущенный тренд, лаг) или свойством ошибок. Б. Если автокорреляция в ошибках, выбрать между: 1) Оценкой модели с помощью обобщенного метода наименьших квадратов (GLS/Фуллер-Аймса); 2) Использованием МНК с робастными стандартными ошибками (Ньюи-Уэст). В. Проанализировать вид коррелограммы остатков, чтобы понять структуру автокорреляции (AR(1), AR(p), сезонная). Г. Применить выбранный метод, оценить модель. Д. Принять решение: если цель — **точный прогноз**, предпочесть GLS для эффективности; если цель — **проверка значимости коэффициентов** и интерпретируемость МНК-оценок — предпочесть робастные стандартные ошибки. Е. Проверить остатки новой модели на отсутствие автокорреляции. **Правильная последовательность: А→В→Б→Д→Г→Е** 4. Установите правильную последовательность шагов для проведения теста Бройша-Годфри

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			(теста множителей Лагранжа) на автокорреляцию до p-го порядка. Расположите шаги по порядку. **Шаги:** А. Выбрать лаг p для теста (порядок автокорреляции). Б. Оценить исходную регрессионную модель Y на X и сохранить остатки e_t. В. Оценить вспомогательную регрессию: регрессию остатков e_t на все исходные регрессоры X и на лаги остатков e_{t-1}, e_{t-2}, ..., e_{t-p}. Г. Рассчитать тестовую статистику LM = n * R^2_aux, где n — число наблюдений во вспомогательной регрессии, R^2_aux — коэффициент детерминации вспомогательной регрессии. Д. Определить критическое значение χ^2-распределения с p степенями свободы для выбранного уровня значимости. Е. Сравнить LM-статистику с критическим значением: если LM > χ^2_крит, отвергнуть H0 об отсутствии автокорреляции до порядка p. Ж. Сформулировать гипотезы: H0: ρ1=ρ2=...=ρp=0; H1: хотя бы один ρi ≠ 0. **Правильная последовательность: Ж→А→Б→В→Г→Д→Е**
Тема 7. Динамические эконометрические модели	УК- 1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.2. Умеет осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач ИУК-1.3. Владеет практическими навыками поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода для решения поставленных задач	1. Экономическая теория предполагает, что инвестиции в НИОКР (X) оказывают положительное влияние на производительность труда (Y), но этот эффект проявляется не сразу, а распределен во времени: частично в текущем году, частично в следующем, и через два года полностью затухает. При этом не ожидается, что прошлая производительность напрямую влияет на текущую (инерции нет). Какую модель следует выбрать для эмпирической проверки этой гипотезы? **Варианты ответов:** А) Статическую модель: Y_t = α + β X_t + ε_t. Б) Модель с распределенным лагом (DL): Y_t = α + β_0 X_t + β_1 X_{t-1} + β_2 X_{t-2} + ε_t. В) Авторегрессионную модель (AR): Y_t = α + γ Y_{t-1} + ε_t. Г) Модель коррекции ошибок (ECM). **Правильный ответ: Б** **Объяснение выбора:** • **Анализ предпосылки:** Гипотеза четко описывает **распределенный во времени эффект** (текущий, с лагом 1 и 2 года) и **отсутствие инерции** (нет зависимости от Y_{t-1}). • **Сопоставление с вариантами:** ○ **А (Статическая):** Игнорирует лагированный эффект, противоречит гипотезе. ○ **Б (DL):** Идеально соответствует гипотезе. Позволяет оценить отдельно мгновенный эффект (β_0), эффект с лагом в год (β_1) и два года (β_2). Отсутствие Y_{t-1} соответствует предположению об отсутствии инерции. ○ **В (AR):** Моделирует инерцию, что противоречит условию. Не позволяет оценить структуру воздействия X. ○ **Г (ECM):** Предназначена для моделирования долгосрочного равновесия и

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			краткосрочной динамики корректировки, что не является главным вопросом в данной гипотезе. ECM обычно содержит лаг зависимой переменной, что нежелательно по условию. 2. Оценена модель авторегрессии с распределенным лагом (ADL(1,1)): $Y_t = \alpha + \beta_0 X_t + \beta_1 X_{t-1} + \gamma_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t$. Все оценки коэффициентов статистически значимы. По какой **формуле следует рассчитать долгосрочный мультипликатор** влияния X на Y? **Варианты ответов:** А) $LRM = \beta_0$ Б) $LRM = \beta_0 + \beta_1$ В) $LRM = (\beta_0 + \beta_1) / (1 - \gamma_1)$ Г) $LRM = \beta_0 / (1 - \gamma_1)$ **Правильный ответ: В** **Объяснение выбора:** Специалист, *владеющий* методологией динамических моделей, должен знать наизусть стандартную формулу для ADL(1,1). • **Логика вывода:** В долгосрочном равновесии предполагаем, что $Y_t = Y_{t-1} = Y^*$ и $X_t = X_{t-1} = X^*$. Подставляем в уравнение: $Y^* = \alpha + \beta_0 X^* + \beta_1 X^* + \gamma_1 Y^*$ $Y^* - \gamma_1 Y^* = \alpha + (\beta_0 + \beta_1) X^*$ $Y^* (1 - \gamma_1) = \alpha + (\beta_0 + \beta_1) X^*$ $Y^* = \alpha/(1-\gamma_1) + [(\beta_0 + \beta_1)/(1 - \gamma_1)] X^*$ • **Коэффициент при X*** в этом долгосрочном соотношении и есть долгосрочный мультипликатор: $LRM = (\beta_0 + \beta_1) / (1 - \gamma_1)$. • Ответы А и Б — это краткосрочные эффекты (мгновенный и суммарный за один лаг соответственно). Ответ Г — формула для случая, когда в модели только X_t (ADL(1,0)), что не соответствует условию задачи. 3. В модели, объясняющей ежемесячный объем продаж (S_t) компании, оценено уравнение: $S_t = 10 + 0.3*Adv_t + 0.65*S_{t-1} + \varepsilon_t$, где Adv_t — расходы на рекламу. При условии статистической значимости коэффициентов, какую **содержательную информацию** несет оценка коэффициента 0.65 при S_{t-1}? **Варианты ответов:** А) 65% клиентов, купивших в прошлом месяце, совершают покупку снова. Б) При увеличении расходов на рекламу на 1 у.е. в текущем месяце, продажи вырастут на 0.3 у.е. в этом месяце и еще на 0.65 у.е. в следующем. В) Он показывает скорость адаптации: около 35% разрыва между фактическими и

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			долгосрочными равновесными продажами ликвидируется за один месяц. Г) Он показывает, что прошлые продажи являются слабым предиктором текущих, так как коэффициент меньше 1. **Правильный ответ: В** **Объяснение выбора:** Коэффициент при лагированной зависимой переменной в моделях типа $Y_t = \alpha + \beta X_t + \gamma Y_{t-1} + \varepsilon_t$ имеет ключевую интерпретацию. • **А** — Неверно. Это буквальная и ошибочная интерпретация. Коэффициент 0.65 — это не доля клиентов, а параметр, определяющий динамику уровня продаж как процесса. • **Б** — Неверно. Это путаница с моделью распределенного лага. Коэффициент 0.65 относится к S_{t-1}, а не к лагированной рекламе. Эффект рекламы с лагом опосредован через влияние на S_{t-1}. • **В** — **Верно**. Это классическая интерпретация. Если представить модель в виде $(S_t - S_{t-1}) = \alpha + \beta Adv_t + (\gamma - 1)S_{t-1} + \varepsilon_t$, то $(1 - \gamma) = 1 - 0.65 = 0.35$ — это **коэффициент коррекции (коэффициент адаптации)**. Он показывает, какая доля дисбаланса (отклонения от равновесия) устраняется за один период. Именно так интерпретируются подобные модели в контексте частичной корректировки или адаптивных ожиданий. • **Г** — Неверно. Наоборот, коэффициент 0.65, будучи близким к 1, указывает на **сильную инерционность (персистентность)** процесса. Продажи сильно зависят от своего прошлого уровня. 4. В модели $Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + u_t$, где $u_t = \rho u_{t-1} + \varepsilon_t$, для получения эффективных оценок применяется метод Кохрейна-Оркатта. Какой шаг является **первым** в этом итеративном алгоритме? **Варианты ответов:** А) Оценить параметр автокорреляции ρ регрессией остатков e_t на e_{t-1}. Б) Преобразовать переменные: $Y_t^* = Y_t - \rho Y_{t-1}$, $X_t^* = X_t - \rho X_{t-1}$. В) Оценить исходную модель обычным МНК, получить остатки e_t. Г) Оценить преобразованную модель $Y_t^* = \beta_0(1-\rho) + \beta_1 X_t^* + \varepsilon_t$ с помощью МНК. **Правильный ответ: В** **Объяснение выбора:** Владение методом означает знание его стартовой точки и логики. • **Алгоритм Кохрейна-Оркатта начинается с получения начальных (стартовых) значений для параметров.** • **Шаг 1 (В):** Оценить исходную модель обычным МНК. Это дает нам **начальные приближения** для коэффициентов β_0 и β_1, а также ряд остатков e_t. • **Шаг 2 (А):** Используя остатки e_t, оценить ρ как коэффициент в регрессии e_t на e_{t-1}. • **Шаг 3 (Б):** Используя оценку ρ, преобразовать исходные переменные.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			• **Шаг 4 (Г):** Оценить преобразованную модель МНК, получить новые оценки β и новые остатки. • Затем шаги 2-4 повторяются (итерируются) до сходимости оценок ρ и β. Следовательно, отправной и обязательной точкой является **В**. Без начальных МНК-оценок нечего преобразовывать.

Критерии оценивания практических занятий:

Оценка	Критерии оценивания
отлично	Выставляется, если обучающийся умеет увязывать теорию с практикой (решает задачи, формулирует выводы, умеет пояснить полученные результаты), владеет понятийным аппаратом, полно и глубоко овладел материалом по заданной теме, обосновывает свои суждения и даёт правильные ответы на вопросы преподавателя
хорошо	Выставляется, если обучающийся умеет увязывать теорию с практикой (решает задачи и формулирует выводы, умеет пояснить полученные результаты), владеет понятийным аппаратом, полно и глубоко овладел материалом по заданной теме, но содержание ответов имеют некоторые неточности и требуют уточнения и комментария со стороны преподавателя
удовлетворительно	Выставляется, если обучающийся знает и понимает материал по заданной теме, но изложение неполное, непоследовательное, допускаются неточности в определении понятий, студент не может обосновать свои ответы на уточняющие вопросы преподавателя
неудовлетворительно	Выставляется, если обучающийся допускает ошибки в определении понятий, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Делает ошибки в ответах на уточняющие вопросы преподавателя

4.3. ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Контрольные работы содержат несколько практических заданий по индивидуальным вариантам, в полном объеме охватывающих изученный материал по указанной теме (индикаторы УМЕТЬ, ВЛАДЕТЬ). Выполнение контрольных работ позволяет определить результат

освоения компетенций по дисциплине в рамках рассматриваемой темы, оцениваемый с помощью соответствующих индикаторов достижения компетенций.

<table>
<tr><th>Тема</th><th>Код и формулировка компетенции</th><th>Индикаторы достижения компетенции</th><th>Типовой вариант контрольной работы</th></tr>
<tr><td>Тема 1. Предмет и задачи эконометрики в цифровой экономике</td><td>УК- 1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</td><td>ИУК-1.1. Знает, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
ИУК-1.2. Умеет осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
ИУК-1.3. Владеет практическими навыками поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода для решения поставленных задач</td><td>Задание 1. Теоретический вопрос
Вопрос: Дайте определение цифровой экономики. Сформулируйте три специфические задачи, которые встают перед эконометрикой в условиях цифровой экономики, и кратко поясните каждую из них.
Пример ожидаемого ответа: Цифровая экономика — это хозяйственная деятельность, где ключевым фактором производства, обработки, передачи и потребления являются данные в цифровой форме, а доминирующей моделью взаимодействия являются цифровые платформы. Задачи эконометрики:
1. Анализ больших и неструктурированных данных: Разработка и адаптация методов (машинное обучение, NLP) для работы с текстами, изображениями, логами, которые нельзя анализировать стандартными регрессиями.
2. Оценка причинно-следственных связей на неэкспериментальных данных: В цифровой среде сложно проводить чистые эксперименты. Задача — использовать квазиэкспериментальные методы (разностно-разностный анализ, регрессионный разрыв, инструментальные переменные) для оценки эффекта от внедрения новых функций, рекламы и т.д.
3. Прогнозирование в режиме реального времени и обнаружение аномалий: Построение моделей, способных обрабатывать потоковые данные для мгновенного прогноза (спроса, нагрузки) и выявления кибератак, мошенничества, технических сбоев.

Задание 2. Задача на установление соответствия
Инструкция: Установите соответствие между вызовом цифровой экономики (1-4) и адекватным эконометрическим методом или подходом для его преодоления (А-Д).
<table>
<tr><td>Вызов цифровой экономики</td><td>Эконометрический метод/подход</td></tr>
<tr><td>1. Высокая размерность данных (тысячи признаков)</td><td>А. Методы регуляризации (LASSO, ридж-регрессия).</td></tr>
<tr><td>2. Неустойчивость закономерностей во времени («концептуальный дрейф»)</td><td>Б. Постоянное переобучение моделей на свежих данных, использование скользящих окон.</td></tr>
<tr><td>3. Необходимость оценки причинного эффекта на неэкспериментальных</td><td>В. Методы анализа социальных сетей (SNA), пространственные модели</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовой вариант контрольной работы
			данных — авторегрессии. 4. Наличие сетевых эффектов и взаимозависимостей — Г. Квазиэкспериментальные методы (Diff-in-Diff, регрессионный разрыв). **Ответы:** 1 – А, 2 – Б, 3 – Г, 4 – В. **Задание 3. Анализ кейса** **Ситуация:** Крупный маркетплейс хочет оценить эффективность запуска новой персонализированной рекомендательной системы. Было решено не запускать ее для всех пользователей сразу, а разбить пользователей на две случайные группы: тестовую (получила новую систему) и контрольную (осталась со старой). Через месяц сравнивались средние показатели: средний чек, конверсия в покупку, время на сайте. **Вопросы:** 1. Как называется примененный компанией метод исследования? В чем его ключевое преимущество для оценки эффекта? 2. Предположим, разделение на группы было не случайным, а по принципу: «новая система — для пользователей из мобильного приложения, старая — для пользователей с веб-сайта». Какой серьезный методологический недостаток появится в таком дизайне? К какому классу методов следует в этом случае обратиться для оценки эффекта? Приведите один пример. **Задание 4. Задание с развернутым ответом** **Вопрос:** Цифровая платформа использует алгоритмы машинного обучения для скоринга (оценки кредитоспособности) на основе цифрового следа пользователей (история покупок, активность в соцсетях, геолокация). С какими основными **этическими и методическими проблемами** может столкнуться эконометрик при разработке и внедрении таких моделей? Раскройте не менее трех проблем, поясняя каждую. **Задание 5. Расчетно-аналитическое задание** **Исходные данные:** Аналитик оценил две модели прогнозирования еженедельного спроса на потоковом сервисе. • **Модель А:** Использует 5 традиционных факторов (сезонность, выходные, рекламный бюджет). $R^2 = 0.70$, $R^2_{скорр} = 0.68$. • **Модель В:** Использует те же 5 факторов + 100 дополнительных поведенческих метрик, извлеченных из логов просмотров. $R^2 = 0.73$, $R^2_{скорр} = 0.65$. **Вопросы:** 1. Какой моделью, исходя из приведенных данных, следует руководствоваться для **прогноза**? Дайте развернутое обоснование, используя показатели R^2 и

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовой вариант контрольной работы
			R^2скорр. 2. Предложите и обоснуйте **стратегию**, как можно улучшить Model B, не отказываясь от потенциально полезной информации в поведенческих данных.

Критерии оценивания контрольной работы:

Оценка	Критерии оценивания
отлично	Выставляется, если обучающийся умеет увязывать теорию с практикой (решает задачи, формулирует выводы, умеет пояснить полученные результаты), владеет понятийным аппаратом, полно и глубоко овладел материалом по заданной теме, обосновывает свои суждения и даёт правильные ответы на вопросы преподавателя
хорошо	Выставляется, если обучающийся умеет увязывать теорию с практикой (решает задачи и формулирует выводы, умеет пояснить полученные результаты), владеет понятийным аппаратом, полно и глубоко овладел материалом по заданной теме, но содержание ответов имеют некоторые неточности и требуют уточнения и комментария со стороны преподавателя.
удовлетворительно	Выставляется, если обучающийся знает и понимает материал по заданной теме, но изложение неполное, непоследовательное, допускаются неточности в определении понятий, студент не может обосновать свои ответы на уточняющие вопросы преподавателя
неудовлетворительно	Выставляется, если обучающийся допускает ошибки в определении понятий, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Делает ошибки в ответах на уточняющие вопросы преподавателя

4.4. ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа (индикаторы ЗНАТЬ, УМЕТЬ, ВЛАДЕТЬ – на выбор) включает в себя проработку теоретического материала, изучение рекомендуемой литературы, выполнение практико-ориентированных заданий (заполнение таблиц, проведение сравнительного анализа, составление схем и др.), решение практических задач, создание презентаций, написание рефератов, подборка нормативного и иного материала и выполнение других заданий.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовое задание для самостоятельной работы
Тема 1. Предмет и задачи эконометрики в цифровой экономике	УК- 1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный	ИУК-1.1. Знает, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный	**Задание 1. Исследовательско-аналитическое** **Тема:** «Цифровой след как новый источник данных для эконометрического моделирования: возможности и угрозы». **Задание:** ***Исследование:*** Найдите и изучите 1-2 реальных кейса (статьи, доклады, описания

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовое задание для самостоятельной работы
	подход для решения поставленных задач	подход для решения поставленных задач ИУК-1.2. Умеет осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач ИУК-1.3. Владеет практическими навыками поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода для решения поставленных задач	технологий), где данные цифрового следа (digital footprint) — например, история поисковых запросов, лайки в соцсетях, геолокационные данные, паттерны кликов — используются для построения экономических или поведенческих моделей. Примеры областей: кредитный скоринг, прогнозирование потребительского спроса, анализ эффективности рекламы, моделирование распространения информации. ***Анализ:*** На основе изученных материалов выполните анализ по следующему плану: а) Цель и метод: С какой целью использовался цифровой след? Какой эконометрический или аналитический метод был применен для его анализа (например, логистическая регрессия на отобранных признаках, градиентный бустинг для классификации, анализ тональности текстов)? б) Преимущества: В чем заключались ключевые преимущества использования цифрового следа по сравнению с традиционными источниками данных (опросы, официальная статистика)? в) Проблемы и ограничения: С какими методическими проблемами столкнулись исследователи или могут столкнуться на практике? (Например, проблема «черного ящика», смещение выборки, этические дилеммы). ***Выводы и рефлексия:*** Сформулируйте собственный обобщенный вывод о том, как цифровой след меняет ландшафт эконометрических исследований. Какие новые задачи это ставит перед специалистами по данным? (Объем вывода: 150-200 слов). ***Форма отчета:*** Краткий аналитический обзор (1-1,5 страницы) или презентация из 4-5 слайдов. **Задание 2. Проектно-ситуационное** **Ситуация:** Вы — консультант в стартапе по доставке здорового питания «FitFood». Стартап собирает данные: время и состав заказов, отзывы, время доставки, сбои в работе приложения. Маркетинговая активность ведется в соцсетях и через рассылку. Руководство ставит задачи: 1) Снизить отток клиентов; 2) Оптимизировать меню и логистику; 3) Повысить эффективность рекламного бюджета. **Задание:** Разработайте «Дорожную карту эконометрического анализа» для стартапа «FitFood». В дорожной карте для каждой из трех бизнес-задач (1, 2, 3) необходимо: – Сформулировать конкретную измеримую гипотезу, которую можно проверить с помощью данных (например, для задачи 1: «Клиенты, которые хотя бы раз столкнулись с задержкой доставки более 30 минут, имеют на X% более высокую вероятность отказаться от подписки в следующем месяце»). – Определить необходимые данные: Какие именно данные из имеющихся или какие новые данные нужно собрать/скоррелировать для проверки гипотезы? – Предложить эконометрический метод/подход для анализа и обосновать его выбор (например, для задачи 1: «Логит-модель бинарного выбора (отток: да/нет) с

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовое задание для самостоятельной работы
			включением фиктивной переменной «факт задержки» и контрольными переменными (частота заказов, средний чек)»). – Оценить потенциальные сложности и ограничения, связанные с цифровым характером данных (например, проблема причинности: отток и задержка могут быть вызваны третьим фактором – общим падением качества сервиса). **Форма отчета:** Таблица или структурированный текстовый документ с разделами для каждой бизнес-задачи.
Тема 2. Парная регрессия и корреляция	УК- 1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1. Знает, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач ИУК-1.2. Умеет осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач ИУК-1.3. Владеет практическими навыками поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода для решения поставленных задач	**Задание 1. Практико-ориентированное с анализом реальных данных** **Цель:** Закрепить навыки построения и анализа парной линейной регрессии, а также критической оценки результатов. **Исходные данные:** Студенту предлагается самостоятельно найти небольшой набор данных (15-20 наблюдений), между двумя количественными переменными, где можно предположить линейную зависимость. **Примеры на выбор:** • Данные по странам: ВВП на душу населения и средняя продолжительность жизни. • Данные по компаниям из одного сектора: выручка и чистая прибыль. • Данные по регионам: средний доход и уровень рождаемости. • Данные по товарам на маркетплейсе: цена и количество проданных единиц (за фиксированный период). • **Важно:** Данные должны быть реальными или правдоподобными, источник необходимо указать. **Задачи для выполнения:** **Часть А. Расчетная (выполняется в Excel, Google Sheets или специализированном ПО):** 1. Постройте поле корреляции. Опишите визуальную форму связи (линейная/нелинейная, направление, сила, выбросы). 2. Рассчитайте коэффициент парной линейной корреляции (r). Проверьте его значимость, сравнивая с критическим значением для n-2 степеней свободы. Сделайте вывод о наличии линейной связи. 3. Методом наименьших квадратов (МНК) найдите параметры уравнения линейной регрессии: $\hat{y} = a + bx$. Выпишите полученное уравнение. 4. Рассчитайте коэффициент детерминации (R^2). Дайте его содержательную интерпретацию в контексте ваших данных. **Часть Б. Аналитическая:** 1. Дайте экономическую (содержательную) интерпретацию коэффициенту регрессии b и свободному члену a. Является ли интерпретация a осмысленной в вашем случае? 2. Проведите анализ адекватности модели: o Проверьте значимость коэффициента регрессии b с помощью t-критерия. o Рассчитайте стандартную ошибку регрессии (S_e). Что она показывает? o Проверьте, выполняется ли предпосылка МНК о нормальности остатков (постройте гистограмму остатков, дайте качественную оценку).

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовое задание для самостоятельной работы
			3. **Критическое осмысление:** Предположите, какие важные факторы, влияющие на зависимую переменную, не учтены в вашей парной модели? К каким проблемам (например, смещенность оценок, ложная корреляция) это может привести? Как можно было бы улучшить модель? **Форма отчета:** Письменный отчет, содержащий: • Описание источника данных и переменных. • Ответы на все пункты Части А и Части Б. • Таблицы с исходными данными и основными расчетами. • Графики: поле корреляции, линия регрессии, гистограмма остатков. **Задание 2. Исследовательско-расчетное «Ложная корреляция» Цель:** Понять ограничения парного корреляционно-регрессионного анализа и опасность принятия решений на основе лишь силы связи между двумя переменными. **Сценарий:** Вы — аналитик в сети кофеен. Владелец обратил внимание на сильную положительную корреляцию (r = 0.92) между еженедельными продажами кофе (Y) и количеством проданных в тех же кофейнях круассанов (X) за последний год. Он предлагает стратегию: «Чтобы увеличить продажи кофе, будем агрессивно продвигать и скидывать круассаны!». **Задачи для выполнения:** **Часть А. Гипотетические расчеты:** Предположим, по условным данным было построено уравнение регрессии: Продажи_кофе (в шт.) = 50 + 1.5 * Продажи_круассанов (в шт.), $R^2 = 0.85$. 1. Дайте интерпретацию коэффициенту 1.5 в контексте предложения владельца. 2. Рассчитайте прогноз продаж кофе, если в результате акции продажи круассанов вырастут на 20 единиц. **Часть Б. Анализ причинности и дизайн исследования:** 1. Выдвиньте **не менее двух альтернативных гипотез**, которые могли бы объяснить наблюдаемую сильную корреляцию, **не предполагая**, что круассаны являются причиной продаж кофе. (Пример: оба показателя зависят от третьего фактора — общей проходимости/посещаемости кофейни). 2. Для проверки **именно причинной гипотезы владельца** («продажа круассанов → увеличение продаж кофе») спланируйте идеальное исследование. Опишите его дизайн: o Какую переменную будете изменять (независимую)? o Какую переменную будете измерять (зависимую)? o Как обеспечите чистоту эксперимента (контроль других факторов)? Предложите метод (например, A/B-тест). 3. Объясните, почему наблюдения за обычными данными (как в исходном сценарии) недостаточно для доказательства причинно-следственной связи, даже при высокой корреляции и R^2.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовое задание для самостоятельной работы
			Часть В. Работа с реальными данными (по желанию, для углубления): Найдите в открытых источниках (например, на сайтах статистических бюро, в дата-сетах Kaggle) пример **заведомо ложной (непричинной) корреляции** между двумя макроэкономическими, социальными или иными показателями. Приведите данные, рассчитайте коэффициент корреляции, постройте график. Объясните, почему связь является ложной, и какой общий фактор (или случайность) может ее обуславливать. **Форма отчета:** Письменный отчет с четким разделением на части А, Б, В.
Тема 3. Множественная регрессия и корреляция	УК- 1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1. Знает, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач ИУК-1.2. Умеет осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач ИУК-1.3. Владеет практическими навыками поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода для решения поставленных задач	**Задание 1. Построение и всесторонний анализ модели** **Цель:** Сформировать навыки построения множественной линейной регрессии, содержательной интерпретации результатов и диагностики основных проблем модели. **Исходные данные:** Студенту предлагается самостоятельно подобрать небольшой набор данных (20-30 наблюдений) для построения модели, в которой одна количественная переменная (Y) зависит от нескольких (2-3) факторов (X1, X2, X3). Данные должны быть реальными или правдоподобными. **Примеры тем на выбор:** • **Экономика:** Зависимость цены квартиры (Y) от её площади (X1), удаленности от центра (X2) и года постройки (X3). • **Образование:** Зависимость среднего балла студента (Y) от времени самостоятельной подготовки в неделю (X1), дохода семьи (X2) и наличия высшего образования у родителей (X3 — фиктивная переменная: 1/0). • **Бизнес:** Зависимость выручки магазина (Y) от торговой площади (X1), среднего чека (X2) и трафика пешеходов у входа (X3). • **Социальная сфера:** Зависимость уровня счастья в регионе (Y, индекс) от ВРП на душу (X1), уровня безработицы (X2) и продолжительности жизни (X3). **Задачи для выполнения:** **Часть А. Предварительный анализ и спецификация модели:** 1. Сформулируйте содержательную гипотезу о предполагаемом влиянии каждого фактора на Y (направление связи). 2. Постройте матрицу парных коэффициентов корреляции между всеми переменными. Проанализируйте её: есть ли сильная связь между факторами (признаки мультиколлинеарности)? **Часть Б. Построение и оценка модели (рекомендуется использовать ПО: Excel, R, Python, SPSS):** 1. Оцените параметры множественной линейной регрессии: $\hat{Y} = b0 + b1X1 + b2X2 + b3X3$. 2. Рассчитайте и запишите: коэффициент множественной детерминации (R^2), скорректированный R^2 (R^2adj), стандартную ошибку регрессии (Se). 3. Проверьте значимость уравнения регрессии в целом с помощью F-статистики. Сделайте вывод.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовое задание для самостоятельной работы
			4. Проверьте статистическую значимость каждого коэффициента регрессии (с помощью t-статистики или p-value). **Часть В. Интерпретация и диагностика:** 1. Дайте **содержательную интерпретацию** каждого значимого коэффициента регрессии, используя фразу *«при прочих равных условиях (ceteris paribus)»*. 2. Сравните R^2 и R^2adj. О чем говорит их разница в вашей модели? 3. **Диагностика мультиколлинеарности:** Рассчитайте показатели VIF (Фактор инфляции дисперсии) для каждого регрессора. Сделайте вывод о наличии/отсутствии проблемы мультиколлинеарности на основе полученных значений (VIF > 5-10 — тревожный сигнал). 4. **Анализ остатков:** Постройте график зависимости остатков модели от предсказанных значений. Попытайтесь визуально оценить выполнение предпосылок МНК о гомоскедастичности и отсутствии автокорреляции. Есть ли явные паттерны? **Часть Г. Выводы и рефлексия:** 1. Подтвердились ли ваши исходные гипотезы о знаках коэффициентов? 2. Считаете ли вы модель адекватной? Какие её сильные и слабые стороны вы выявили? 3. Какие шаги по улучшению модели вы могли бы предложить (например, преобразование переменных, удаление незначимого фактора, добавление нового)? **Форма отчета:** Письменный отчет, содержащий описание данных, ответы на все вопросы, таблицы с результатами расчетов (коэффициенты, статистики, матрица корреляций, VIF) и графики. **Задание 2. Сравнительный анализ моделей и проблема спецификации** **Цель:** Осознать важность правильной спецификации модели, научиться сравнивать альтернативные модели и понимать последствия включения/исключения переменных. **Сценарий (гипотетические данные):** Исследователь изучает факторы, влияющие на заработную плату (Y, в тыс. руб.). В его распоряжении данные по сотрудникам: стаж (X1, лет), возраст (X2, лет), уровень образования (X3, категориальная: 1-среднее, 2-высшее, 3-ученая степень). Он оценивает три альтернативные модели. **Результаты оценки:** • **Модель А:** $Y = 20 + 2.5*X1$; $R^2=0.40$, $R^2adj=0.38$ • **Модель В:** $Y = 5 + 1.8*X1 + 1.0*X2$; $R^2=0.55$, $R^2adj=0.52$ • **Модель С:** $Y = 10 + 2.0*X1 + 0.5*X2 + 15*D2 + 30*D3$ o Где D2=1, если высшее образование (0 – иначе), D3=1, если ученая степень (0 – иначе). Базовой категорией является «среднее образование». o Для Модели С: $R^2=0.75$, $R^2adj=0.72$. Коэффициент при X2 стал статистически незначим (p-value > 0.1). **Задачи для выполнения:** **Часть А. Анализ и интерпретация:** 1. Дайте интерпретацию коэффициентов в каждой из моделей. Особое внимание уделите

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовое задание для самостоятельной работы
			интерпретации коэффициентов при фиктивных переменных D2 и D3 в Модели С. 2. Почему коэффициент при стаже (X1) меняется от модели к модели? Дайте содержательное объяснение. 3. Объясните, почему в Модели С коэффициент при возрасте (X2) мог стать незначимым после включения переменной «образование». **Часть Б. Сравнение моделей и выбор наилучшей:** 1. На основе каких статистик (R^2, R^2adj, значимость коэффициентов, экономический смысл) вы будете выбирать наилучшую модель? Аргументируйте. 2. Какую из трех модель вы бы выбрали как окончательную? Приведите развернутое обоснование своего выбора. **Часть В. Проектирование улучшенной модели:** 1. Предложите **одну содержательную переменную**, которую, на ваш взгляд, важно было бы добавить в модель для более точного объяснения заработной платы. Обоснуйте свой выбор. 2. Как включение этой новой переменной могло бы повлиять на оценку коэффициента при стаже (X1) в Модели С? Увеличилось бы или уменьшилось его значение? Почему? (Используйте логику проблемы **пропущенной переменной**). **Форма отчета:** Письменный отчет с четким разделением на части А, Б, В, содержащий ответы в виде связного текста с пояснениями.
Тема 4. Системы одновременных уравнений	УК- 1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1. Знает, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач ИУК-1.2. Умеет осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач ИУК-1.3. Владеет практическими навыками поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода для решения поставленных	**Задание 1. Идентификация и спецификация модели** **Цель:** Научиться переводить содержательную экономическую модель в формальную систему уравнений, определять статус переменных и проверять условия идентификации. **Сценарий:** Рассмотрим простую модель рынка труда в отдельном регионе. • **Уравнение предложения труда:** Количество рабочих часов, которые готовы предложить работники (L_s), зависит от реальной заработной платы (W) и уровня безработицы в регионе (U). Чем выше безработица, тем больше люди готовы работать при той же зарплате. • **Уравнение спроса на труд:** Количество рабочих часов, которые требуются фирмам (L_d), зависит от реальной заработной платы (W) и объема произведенной продукции (Q). • **Равновесие:** На рынке устанавливается такая заработная плата W, при которой предложение труда равно спросу: L_s = L_d = L. • **Дополнительно:** Объем производства (Q) считается экзогенной для данной модели переменной (зависит от внешнего спроса). Уровень безработицы (U) также считается экзогенным (определяется общей экономической конъюнктурой). **Задачи для выполнения:** **Часть А. Формализация модели:** 1. Запишите данную модель в виде **структурной формы** системы одновременных уравнений. Для каждого уравнения укажите ожидаемый знак («+» или «-») перед коэффициентами при переменных, исходя из экономического смысла.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовое задание для самостоятельной работы
		задач	*Подсказка: Система должна содержать два поведенческих уравнения (спроса и предложения) и одно тождество равновесия.* **Часть Б. Классификация переменных:** 1. Составьте список всех переменных модели. Для каждой определите, является ли она: o **Эндогенной** (определяется внутри системы), o **Экзогенной** (задается вне системы), o **Предопределенной** (экзогенная или лаговая эндогенная). 2. Укажите количество эндогенных (M) и предопределенных (K) переменных в системе. **Часть В. Проверка идентифицируемости:** 1. Для уравнения **спроса на труд** и уравнения **предложения труда** по отдельности проверьте **порядковое условие** идентификации. o Для этого в каждом уравнении определите: ▪ m – количество эндогенных переменных в данном уравнении. ▪ k – количество предопределенных переменных в данном уравнении. o Рассчитайте (K - k) и (m - 1). o Сделайте вывод для каждого уравнения: неидентифицируемо, точно идентифицируемо или сверхидентифицируемо. 2. *На уровне индикатора «ВЛАДЕТЬ» можно добавить: «Проверьте выполнение рангового условия для одного из уравнений».* **Часть Г. Интерпретация и проблема МНК:** 1. Объясните, почему было бы **некорректно** оценивать уравнение предложения (или спроса) с помощью обычного МНК (Ordinary Least Squares, OLS), если просто собрать данные по L, W, U и Q? 2. Какой метод оценивания был бы корректен для точно идентифицированного уравнения в этой системе? Назовите один метод. **Форма отчета:** Структурированный отчет с ответами на каждый пункт. Рекомендуется использовать таблицы для классификации переменных и проверки порядкового условия. **Задание 2: Исследовательский проект - Моделирование макроэкономической системы** **Цель:** Разработать и проанализировать простую макроэкономическую модель в рамках методологии систем одновременных уравнений. **Задание:** Разработайте простую макроэкономическую модель для экономики, включающую следующие уравнения: **Часть А. Разработка модели** 1. **Функция потребления:** $C_t = a_0 + a_1 Y_t + a_2 C_{t-1} + u_{1t}$ где C_t - потребление, Y_t - доход, C_{t-1} - потребление в предыдущем периоде 2. **Функция инвестиций:** $I_t = b_0 + b_1 Y_t + b_2 r_t + u_{2t}$ где I_t - инвестиции, r_t - процентная ставка 3. **Тождество дохода:** $Y_t = C_t + I_t + G_t$ где Gt- государственные расходы (экзогенная переменная) **Вопросы для анализа:** 1. Определите эндогенные и экзогенные переменные системы.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовое задание для самостоятельной работы
			2. Обоснуйте экономический смысл каждого уравнения и входящих в него переменных. 3. Почему данная система является системой одновременных уравнений? **Часть Б. Анализ идентифицируемости** 1. Представьте модель в структурной форме. 2. Проверьте каждое уравнение на выполнение порядкового условия идентификации. 3. Определите, какие уравнения точно идентифицированы, а какие - сверхидентифицированы. **Часть В. Эмпирическое исследование (использование реальных или модельных данных)** 1. Подберите или сгенерируйте данные для вашей модели (не менее 20 наблюдений). Можно использовать: o Данные с сайта Росстата o Данные МВФ или Всемирного банка o Сгенерированные данные с заданными параметрами 2. Оцените параметры модели с помощью подходящего метода (2SLS, 3SLS или LIML). 3. Проведите анализ полученных результатов: o Оцените статистическую значимость коэффициентов o Проверьте выполнение предпосылок моделей o Проанализируйте экономический смысл полученных оценок **Часть Г. Прогнозирование и анализ политик** 1. Используя полученную модель, спрогнозируйте значения эндогенных переменных на 2 периода вперед при различных сценариях изменения государственных расходов. 2. Проведите анализ мультипликативного эффекта от изменения государственных расходов на доход и потребление. 3. Сформулируйте практические рекомендации для экономической политики на основе вашей модели. **Форма отчета:** Исследовательский отчет (5-7 страниц) или презентация (10-12 слайдов), включающая: • Теоретическое обоснование модели • Результаты проверки идентифицируемости • Эмпирические результаты оценивания • Прогнозы и выводы для экономической политики
Тема 5. Временные ряды. Основные типы трендов и выявление компонент ряда	УК- 1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1. Знает, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач ИУК-1.2. Умеет осуществлять поиск,	**Задание 1. Практический анализ реального временного ряда (уровень: ПРИМЕНЕНИЕ/АНАЛИЗ)** **Цель:** Освоить полный цикл анализа временного ряда: от визуализации и описания до выделения компонент и построения простейшего прогноза. **Этап 1. Подготовка данных** 1. **Выберите временной ряд.** Самостоятельно найдите реальный ежемесячный или квартальный ряд данных за период не менее 3-5 лет (15-60 наблюдений). **Примеры:** o Индекс потребительских цен (ИПЦ) РФ (Росстат). o Курс доллара/евро к рублю (ЦБ РФ).

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовое задание для самостоятельной работы
		критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач ИУК-1.3. Владеет практическими навыками поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода для решения поставленных задач	○ Количество пассажиров аэропортов (Росавиация). ○ Объем продаж конкретной категории товаров (данные с маркетплейсов, открытые отчеты). ○ Средняя температура в вашем городе (метеосайты). 2. Укажите источник данных, период и единицы измерения. **Этап 2. Предварительный анализ и визуализация** 1. Постройте график исходного ряда (Y_t). Опишите визуально: есть ли тренд? Какого типа (линейный, нелинейный)? Есть ли сезонность? Есть ли видимые выбросы или структурные сдвиги? 2. Рассчитайте и постройте график **скорректированной автокорреляционной функции (АКФ)** для ряда. Сделайте выводы на основе коррелограммы: ○ О стационарности/нестационарности (скорость затухания). ○ О наличии сезонности (пики на определенных лагах). ○ О возможном порядке процесса AR (по характеру затухания). **Этап 3. Выделение компонент ряда** 1. **Тренд.** Выделите трендовую компоненту (T_t) двумя методами: ○ **А) Метод скользящей средней.** Для ряда с месячными данными используйте центрированную скользящую среднюю с окном 12. Для квартальных — с окном 4. Постройте график исходного ряда и сглаженного. ○ **Б) Аналитическое выравнивание.** Подберите уравнение тренда (линейное, полином 2-й степени, экспоненциальное — на ваш выбор, исходя из вида графика). Оцените параметры методом наименьших квадратов (МНК). Рассчитайте теоретические (трендовые) значения. Укажите, какое уравнение и почему вы выбрали. 2. **Остаток/Сезонность.** На основе одного из выделенных трендов (например, скользящей средней) рассчитайте ряд, очищенный от тренда. ○ Если выбрана **аддитивная модель**: (S+E)_t = Y_t - T_t. ○ Если выбрана **мультипликативная модель**: (S*E)_t = Y_t / T_t. ○ Обоснуйте выбор модели (аддитивная или мультипликативная) для ваших данных. 3. **Оценка сезонности.** Рассчитайте средние значения для каждого сезона (месяца/квартала) из ряда (S+E)_t или (S*E)_t. Полученные значения (индексы сезонности) нанесите на отдельный график. Дайте интерпретацию: какой самый "сильный" и самый "слабый" сезон? **Этап 4. Построение прогноза и выводы** 1. Используя подобранное аналитическое уравнение тренда, спрогнозируйте трендовое значение на 2-3 периода вперед. 2. Добавьте к прогнозу тренда соответствующий сезонный индекс (или компоненту). Получите итоговый точечный прогноз. 3. **Итоговый отчет:** Сформулируйте содержательные выводы об анализируемом процессе. Какие компоненты являются определяющими? Насколько надежным, на

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовое задание для самостоятельной работы
			ваш взгляд, является полученный прогноз и почему? **Форма отчета:** Письменный отчет (5-7 стр.) с графиками, таблицами расчетов, формулами и выводами. **Задание 2. Исследовательский проект: Сравнение методов и диагностика проблем** **Цель:** Сравнить эффективность различных методов выявления тренда и сезонности, научиться диагностировать проблемы в анализе временных рядов. **Сценарий:** Вам предоставлены **два искусственно сгенерированных ряда** (данные прилагаются в табличном виде), которые моделируют разные реальные ситуации. **Ряд А:** "Успешный стартап". Имитирует продажи цифрового продукта: сильный экспоненциальный рост + ярко выраженная квартальная сезонность (4-й квартал — пик) + возрастающая амплитуда сезонных колебаний. **Ряд Б:** "Зрелый рынок с шоком". Имитирует продажи товара массового спроса: слабый линейный тренд + сезонность + наличие одного мощного положительного выброса (например, эффект от вирусной рекламы) в середине ряда. **Задачи для выполнения:** **Часть А. Сравнительный анализ методов выделения тренда** 1. Для **Ряда А** выделите трендовую компоненту тремя способами: o Линейная скользящая средняя (с окном, соответствующим периоду сезонности). o Экспоненциальное сглаживание (подберите параметр сглаживания α). o Аналитическое выравнивание (подберите тип уравнения: линейное, квадратичное, экспоненциальное). 2. Сравните результаты графически (постройте на одном графике исходный ряд и три оценки тренда). Какой метод, на ваш взгляд, лучше всего улавливает характер роста в Ряде А? Аргументируйте, используя понятия "гибкость метода" и "запаздывание". **Часть Б. Диагностика и обработка аномалий (на примере Ряда Б)** 1. Визуально и с помощью расчета стандартизированных остатков или статистики Кука идентифицируйте выброс в Ряде Б. 2. Проведите анализ ряда **двумя способами**: o **Способ 1:** Исключите выброс из данных (замените его на интерполированное значение), затем выделите тренд и сезонность. o **Способ 2:** Проанализируйте полный ряд (с выбросом). 3. Сравните полученные оценки тренда и сезонных индексов в двух случаях. Как сильно выброс искажает картину? В каких бизнес-ситуациях правильнее использовать Способ 1, а в каких — Способ 2? **Часть В. Выбор модели декомпозиции и прогноз** 1. Для **Ряда А** обоснуйте выбор между **аддитивной** и **мультипликативной** моделью декомпозиции. Выполните декомпозицию по выбранной модели (например, с

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовое задание для самостоятельной работы
			помощью функции decompose() в R/Python или вручную). 2. На основе результатов декомпозиции постройте простой прогноз на 4 периода вперед, предполагая, что: o Тренд продолжится по выявленному закону. o Сезонная волна будет повторяться. 3. Оцените потенциальные риски такого прогноза. Что может его нарушить? (Укажите 2-3 фактора). **Форма отчета:** Исследовательский отчет (5-8 стр.) с разделами, соответствующими частям А, Б, В. Обязательно включите графики, таблицы сравнения и аргументированные выводы.
Тема 6. Автокорреляция временных рядов	УК- 1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1. Знает, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач ИУК-1.2. Умеет осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач ИУК-1.3. Владеет практическими навыками поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода для решения поставленных задач	**Задание 1. Практический анализ: Диагностика и коррекция автокорреляции в регрессионной модели временных рядов** **Цель:** Научиться выявлять автокорреляцию остатков, понимать ее последствия для выводов и применять методы корректировки. **Исходные данные:** Вам предоставлены гипотетические данные (20 наблюдений) по квартальным показателям небольшой компании: • Y_t — объем продаж (тыс. руб.) • X1_t — расходы на рекламу (тыс. руб.) • X2_t — индекс сезонной активности (1-4) **Задачи для выполнения:** **Часть А. Построение модели и первичная диагностика** 1. Постройте линейную регрессионную модель: $Y_t = \beta_0 + \beta_1 X1_t + \beta_2 D2_t + \beta_3 D3_t + \beta_4 D4_t + \varepsilon_t$, где D2_t, D3_t, D4_t — фиктивные переменные для 2-го, 3-го и 4-го кварталов (база — 1-й квартал). Оцените модель обычным МНК. 2. Проведите **визуальную диагностику** автокорреляции: o Постройте график остатков модели (e_t) от времени (t). Опишите паттерн: видны ли кластеры однонаправленных отклонений, циклические колебания? o Постройте график остатков от лагированных остатков (e_t от e_{t-1}). Есть ли видимая линейная зависимость? 3. Проведите **формальные тесты**: o Рассчитайте статистику **Дарбина-Уотсона (DW)**. По таблицам определите критические значения для вашего числа наблюдений (n=20) и регрессоров (k=4). Сделайте вывод о наличии положительной/отрицательной автокорреляции. o Проведите **LM-тест Бройша-Годфри** на автокорреляцию 1-го и 2-го порядка. Сравните p-value с уровнем значимости 0.05. Сделайте вывод. **Часть Б. Анализ последствий и коррекция** 1. Объясните, к каким **последствиям** приводит наличие автокорреляции в остатках, если мы оставим модель как есть? (Укажите не менее трех последствий для точечных оценок, их дисперсий и проверки гипотез).

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовое задание для самостоятельной работы
			2. **Метод коррекции 1 (коррекция стандартных ошибок):** o Переоцените модель обычным МНК, но рассчитайте **робастные стандартные ошибки Ньюи-Уэста (HAC)**. Сравните их с обычными стандартными ошибками из п.А.1. Как изменились t-статистики и выводы о значимости коэффициентов? 3. **Метод коррекции 2 (преобразование данных):** o Оцените параметр автокорреляции первого порядка ρ (например, как коэффициент в регрессии e_t на e_{t-1}). o Преобразуйте переменные модели по методу **Кохрейна-Оркатта**: Y_t* = Y_t - ρY_{t-1}, X_t* = X_t - ρX_{t-1}. Оцените преобразованную модель с помощью МНК. o Проведите тест Дарбина-Уотсона для остатков новой модели. Удалось ли устранить автокорреляцию? 4. **Сравнительный вывод:** Какой из двух методов коррекции вы считаете более предпочтительным в данном случае и почему? Какой метод сохраняет исходные МНК-оценки коэффициентов, а какой их меняет? **Форма отчета:** Письменный отчет с разделами, соответствующими частям А и Б. Обязательно включите таблицы с результатами оценивания, значениями статистик, графики и пояснения к каждому шагу. **Задание 2. Исследовательский проект: «Автокорреляция как свойство данных vs. автокорреляция как следствие ошибки спецификации»** **Цель:** Научиться различать принципиально разные причины автокорреляции и выбирать принципиально разные стратегии моделирования. **Исходная ситуация:** Вы аналитик в инвестиционном фонде. Вам нужно смоделировать недельную доходность акций технологической компании (R_t). Вы строите две модели: 1. **Модель 1:** $R_t = \beta_0 + \beta_1 R_{t-1} + \varepsilon_t$ (модель авторегрессии AR(1)). 2. **Модель 2:** $R_t = \beta_0 + \beta_1 VIX_t + \varepsilon_t$ (где VIX_t — индекс волатильности, «индекс страха»). **Задачи для выполнения:** **Часть А. Теоретический анализ природы автокорреляции** 1. Для **Модели 1 (AR(1))**: Объясните, почему в этой модели автокорреляция в ε_t является **нежелательным нарушением предпосылки**, а автокорреляция в R_t — это **цель моделирования**? Что проверяет тест Дарбина-Уотсона применительно к этой модели, и почему его применение здесь проблематично? 2. Для **Модели 2**: Предположим, вы обнаруживаете автокорреляцию в остатках ε_t. Каковы **две основные содержательные причины** этого? (Одна — свойство ряда, другая — ошибка спецификации). Поясните каждую. 3. Сформулируйте правило: как по коррелограмме остатков и коррелограмме исходного ряда R_t можно сделать предположение о том, что автокорреляция в остатках — это следствие **пропущенной динамики (например, лага)**?

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовое задание для самостоятельной работы
			Часть Б. Практическое исследование на реальных/смоделированных данных 1. **Смоделируйте или найдите данные**, иллюстрирующие два случая: o **Случай А:** Стационарный временной ряд (например, доходность), хорошо описываемый моделью AR(1) с **независимыми** ошибками. o **Случай Б:** Временной ряд, где зависимость от VIX неполна, и в остатках сохраняется автокорреляция из-за пропущенной динамики. 2. Для каждого случая: o Постройте коррелограмму (АКФ и ЧАКФ) **исходного ряда** R_t. o Оцените указанную модель. o Постройте коррелограмму **остатков** модели. o Проведите тест Бройша-Годфри для остатков. 3. Сравните результаты. В каком случае коррелограмма остатков похожа на «белый шум», а в каком — повторяет паттерн коррелограммы исходного ряда? Сделайте выводы. **Часть В. Выбор стратегии моделирования и прогнозирования** 1. На основе анализа в Части Б, предложите **стратегию действий** для **Случая Б** (модель с VIX и автокоррелированными остатками). Ваши шаги должны включать: o Спекуляцию улучшенной модели (какую переменную добавить/как изменить спецификацию?). o Выбор между: а) оценкой модели с лагированной зависимой переменной; б) оценкой исходной модели с исправленными стандартными ошибками (Ньюи-Уэст); в) использованием модели ARMA для ошибок. o Обоснуйте ваш выбор с точки зрения конечной цели — **точного прогнозирования** доходности. 2. Объясните, почему в финансовой эконометрике для рядов доходности **коррекция стандартных ошибок Ньюи-Уэста часто является предпочтительным решением**, чем построение сложных динамических моделей, даже если автокорреляция остатков есть. **Форма отчета:** Исследовательское эссе или отчет (5-8 стр.), состоящее из трех разделов, соответствующих частям А, Б, В. Включает графики коррелограмм, результаты тестов, таблицы с оценками моделей и развернутые аргументированные выводы.
Тема 7. Динамические эконометрические модели	УК- 1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1. Знает, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач ИУК-1.2. Умеет	**Задание 1. Практикум: От статической модели к динамической. Анализ и интерпретация.** **Цель:** Освоить процесс построения, оценки и интерпретации моделей с распределенными лагами (DL) и авторегрессионных моделей (ADL), научиться рассчитывать краткосрочные и долгосрочные мультипликаторы. **Исходные данные:** Вам предоставлены **ежеквартальные данные** за 6 лет (24 наблюдения) по гипотетической компании: • S_t — объем продаж, млн руб. (зависимая переменная).

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовое задание для самостоятельной работы
		осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач ИУК-1.3. Владеет практическими навыками поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода для решения поставленных задач	• A_t — расходы на рекламу, млн руб. • M_t — индекс макроэкономической активности (например, индекс PMI). **Задачи для выполнения:** **Часть А. От статики к динамике: диагностика и спецификация** 1. Оцените **статическую модель**: $S_t = \beta_0 + \beta_1 A_t + \beta_2 M_t + u_t$. 2. Проведите диагностику остатков этой модели: o Постройте график остатков от времени. Есть ли признаки автокорреляции? o Проведите тест Дарбина-Уотсона и LM-тест Бройша-Годфри на автокорреляцию 1-го и 2-го порядков. Сделайте вывод. 3. На основе результатов диагностики сформулируйте **гипотезу**: что может быть причиной автокорреляции в данной модели? (Например, инерционность спроса, пропущенная динамическая спецификация). Какое простое изменение в спецификации модели может это исправить? **Часть Б. Построение и оценка динамических моделей** 1. **Модель с распределенным лагом (DL(2)):** Оцените модель, включающую лаги рекламы: $S_t = \alpha_0 + \delta_0 A_t + \delta_1 A_\{t-1\} + \delta_2 A_\{t-2\} + \gamma M_t + \varepsilon_t$. o Проверьте значимость коэффициентов. Является ли структура лагов правдоподобной (например, убывание эффекта со временем)? o **Рассчитайте:** а) Краткосрочный (мгновенный) мультипликатор. б) Промежуточные мультипликаторы. в) **Долгосрочный мультипликатор** влияния рекламы на продажи. 2. **Авторегрессионная модель (ADL(1,1)):** Оцените модель: $S_t = \varphi_0 + \varphi_1 S_\{t-1\} + \theta_0 A_t + \theta_1 M_t + \nu_t$. o Дайте интерпретацию коэффициенту φ_1. Что он означает в экономическом смысле? o Рассчитайте **долгосрочный мультипликатор** для рекламы (A_t) в этой модели. o Рассчитайте **средний лаг** в реакции продаж на рекламу, если модель интерпретируется как модель частичной корректировки. **Часть В. Сравнение, выбор модели и прогноз** 1. Сравните три модели (статическую, DL(2) и ADL(1,1)) по следующим критериям: $R^2_$скорр, информационные критерии (Акаике, Шварца), наличие автокорреляции в остатках, экономическая интерпретируемость. 2. Какую модель вы бы выбрали для **объяснения** влияния рекламы? А для **краткосрочного прогнозирования**? Обоснуйте свой выбор для каждой цели. 3. Используя выбранную вами для прогноза модель, постройте **точечный прогноз** продаж на 1 и 2 шага вперед (периоды t+1 и t+2). Для этого вам потребуется сделать предположения о будущих значениях A_{t+1}, A_{t+2} и M_{t+1}, M_{t+2} (предложите разумные сценарии).

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовое задание для самостоятельной работы
			Форма отчета: Развернутый отчет с расчетными таблицами, графиками, формулами и содержательными выводами по каждому пункту. **Задание 2. Исследовательский проект: Динамические модели в макроэкономике и финансах.** **Цель:** Исследовать применение динамических моделей для анализа макроэкономических и финансовых зависимостей, понять проблему нестационарности и познакомиться с моделью коррекции ошибок (ECM). **Сценарий:** Вы — экономист в аналитическом центре. Вам поручено исследовать долгосрочную связь между **потребительскими расходами (**C_t**)** и **личным располагаемым доходом (**Y_t**)** в экономике (гипотеза о функции потребления). Также нужно изучить краткосрочную динамику. **Этап 1. Подготовка данных и предварительный анализ** 1. Самостоятельно найдите реальные квартальные или годовые данные по потребительским расходам и личному доходу для выбранной страны (например, РФ, США, Германия) за период 15-20 лет. Укажите источник. 2. Проведите предварительный анализ рядов: o Постройте графики C_t и Y_t. Есть ли тренд? o Постройте график отношения C_t / Y_t (средняя склонность к потреблению). Стабильно ли оно? o Проведите **тест на стационарность** (ADF-тест) для уровней рядов (C_t, Y_t) и для их первых разностей (ΔC_t, ΔY_t). Сделайте вывод о порядке интегрированности рядов. **Этап 2. Поиск долгосрочной связи (коинтеграция)** 1. Оцените **статическую регрессию** (Уравнение долгосрочного равновесия): C_t = α + βY_t + e_t. Сохраните остатки этой регрессии как e_t. 2. Проведите тест на стационарность (ADF-тест) для остатков e_t. Если остатки стационарны (I(0)), это свидетельствует о **коинтеграции** между C_t и Y_t. 3. Интерпретируйте коэффициент β в коинтегрирующей регрессии. Что он показывает с точки зрения экономической теории? **Этап 3. Построение динамической модели: Модель коррекции ошибок (ECM)** 1. Если коинтеграция обнаружена, оцените **модель коррекции ошибок** (Уравнение краткосрочной динамики): ΔC_t = γ_0 + γ_1ΔY_t + λ * e_{t-1} + u_t где Δ — оператор взятия первых разностей, e_{t-1} — лагированные остатки из долгосрочной регрессии (рассчитываются как C_{t-1} - α - βY_{t-1}). 2. **Интерпретация параметров ECM:** o Что показывает коэффициент γ_1? (Краткосрочная склонность к потреблению). o Что показывает коэффициент λ? (Коэффициент коррекции). Проинтерпретируйте его знак и величину. Насколько быстро экономика возвращается к долгосрочному равновесию после шока?

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовое задание для самостоятельной работы
			○ Почему λ должен быть отрицательным и по модулю меньше 1? **Этап 4. Альтернатива: Модель ADL и сравнение** 1. В качестве альтернативы оцените **модель ADL(1,1)** в уровнях: C_t = φ₀ + φ₁C_{t-1} + θ₀Y_t + θ₁Y_{t-1} + ν_t. 2. Покажите, что эту модель можно переписать в эквивалентной форме ECM. Рассчитайте по оценкам ADL-модели параметры λ и долгосрочный мультипликатор β. Сравните с результатами из Этапа 2 и 3. 3. **Сравнительный вывод:** В чем преимущество представления в форме ECM перед ADL в уровнях для интерпретации результатов? **Форма отчета:** Научно-исследовательский отчет (7-10 стр.), включающий: описание данных и их источников, результаты всех тестов и оценок (в виде таблиц и графиков), экономическую интерпретацию на каждом этапе, сравнительные выводы.

Критерии оценивания самостоятельной работы:

Оценка	Критерии оценивания
отлично	выставляется если работа носит научно-исследовательский характер, проанализирован и сделан сравнительный анализ нескольких литературных источников, приведены примеры
хорошо	выставляется если проанализирован и сделан сравнительный анализ нескольких литературных источников, приведены примеры
удовлетворительно	выставляется если проведен сравнительный анализ научно-методической литературы, приведены примеры
неудовлетворительно	выставляется если работа прошла проверку на антиплагиат и соответствует требованиям оформления

4.5. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ КУРСОВЫХ РАБОТ

Курсовая работа позволяет выявить степень владения базовыми знаниями, умениями и навыками, необходимыми для обучения, и определить уровень владения новым материалом.

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом

Критерии оценивания курсовой работы:

Оценка	Критерии оценивания
отлично	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию, содержащемуся в методических указаниях, и плану. Представлены результаты структурированного и логически последовательного обзора литературных и иных источников по теме исследования. Структура курсовой работы логически и методически выдержана. Верно определены исходные данные для расчетов. Все аналитические расчеты выполнены верно, корректно применены методы экономического анализа, не нарушена методика анализа предмета исследования. Все выводы и предложения убедительно аргументированы. При защите курсовой работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на вопросы преподавателя, демонстрирует глубокое знание теоретического материала, способен аргументировать собственные утверждения и выводы
хорошо	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию, содержащемуся в методических указаниях, и плану. Представлены результаты структурированного и логически последовательного обзора литературных и иных источников по теме исследования. Структура курсовой работы логически и методически выдержана. Верно определены исходные данные для расчетов. В расчетах допускаются незначительные (не искажающие общего итога оценки) погрешности/ошибки. Большинство выводов и предложений аргументировано, корректно применены методы экономического анализа, не нарушена методика анализа предмета исследования. Оформление курсовой работы и полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две несущественные ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах, в оформлении таблиц. Наличествует незначительное количество грамматических и/или стилистических ошибок. При защите курсовой работы обучающийся

	правильно и уверенно отвечает на большинство вопросов преподавателя, демонстрирует хорошее знание теоретического материала, но не всегда способен аргументировать собственные утверждения и выводы. При наводящих вопросах преподавателя исправляет ошибки в ответе
удовлетворительно	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию, содержащемуся в методических указаниях, и плану. Результаты обзора литературных и иных источников представлены недостаточно полно, недостаточно логично и последовательно. Верно определены исходные данные для расчетов, но имеются грубые ошибки в расчетах. Аргументация выводов и предложений слабая или отсутствует. Экономические выводы носят констатирующий (описательный) характер. Имеются одно-два существенных отклонений от требований в оформлении курсовой работы. Полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две существенных ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Много грамматических и/или стилистических ошибок. При защите курсовой работы обучающийся допускает грубые ошибки при ответах на вопросы преподавателя, демонстрирует слабое знание теоретического материала, в большинстве случаев не способен уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы
неудовлетворительно	Содержание курсовой работы не соответствует заданию, содержащемуся в методических указаниях, и плану. Неверно определены исходные данные для расчетов, неверно и не корректно применены методы экономического анализа. Экономические выводы содержат неверную экономическую оценку. Имеются более двух существенных отклонений от требований в оформлении курсовой работы. Большое количество существенных ошибок по сути работы, много грамматических и стилистических ошибок и др. Полученные результаты не отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. При защите курсовой работы обучающийся демонстрирует слабое понимание программного материала, студент не может защитить свои решения, допускает грубые фактические ошибки при ответах на поставленные вопросы или вовсе не отвечает на них. Курсовая работа не представлена преподавателю. Обучающийся не явился на защиту курсовой работы

5. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета/зачета с оценкой/экзамена.

5.1. Вопросы к экзамену:

1. Эконометрика как наука. История развития эконометрики.
2. Предмет и задачи эконометрики в цифровой экономике.
3. Эконометрическая модель – основа механизма эконометрического моделирования. Классы моделей.
4. Типы данных и виды переменных в эконометрических исследованиях экономических явлений.
5. Этапы эконометрического моделирования.
6. Понятие о детерминированных и стохастических процессах.
7. Статистическая зависимость (независимость) случайных переменных.

8. Понятие функциональной и статистической зависимостей.
9. Методы прогнозирования.
10. Спецификация эконометрических моделей.
11. Этапы проведения комплексного корреляционно-регрессионного анализа.
12. Регрессионная модель с одним уравнением и требования к её построению.
13. Спецификация моделей парной регрессии.
14. Понятие о стандартной ошибке и оценке существенности коэффициентов регрессии.
15. Оценка параметров парной регрессии и их экономическая интерпретация.
16. Расчёт и интерпретация коэффициента корреляции для парной линейной регрессии.
17. Коэффициент детерминации и его характеристика.
18. Дисперсионный анализ. Сущность и методика проведения.
19. Интервалы прогноза по линейному уравнению регрессии.
20. Средняя ошибка аппроксимации.
21. Нелинейные регрессии и их характеристика.
22. Статистическое изучение парной нелинейной регрессионной эконометрической модели.
23. Расчёт индекса корреляции для парной нелинейной регрессии.
24. Отбор факторных признаков при построении множественной регрессии.
25. Оценка параметров множественной регрессии.
26. Множественная и частная корреляция.
27. Задачи множественного корреляционно-регрессионного анализа.
28. Понятие мультиколлинеарности и способы её устранения.
29. Частный коэффициент корреляции.
30. *t*-критерий Стьюдента в оценке значимости коэффициента корреляции.
31. Понятие о коэффициенте эластичности и его характеристика.
32. B-коэффициент линейной регрессии и его применение.
33. Индексы множественной корреляции и детерминации и их характеристика.
34. Прогнозирование по уравнению регрессии.
35. Предпосылки метода наименьших квадратов.
36. Общие понятия о системе одновременных уравнений и её составляющие.
37. Формы представления системы одновременных уравнений.
38. Задачи идентификации уравнений системы. Необходимое и достаточное условие идентифицируемости.
39. Косвенный метод наименьших квадратов: алгоритм и условия его применения.
40. Двухшаговый метод наименьших квадратов: алгоритм и условия его применения.
41. Классы динамических эконометрических моделей и их характеристика.
42. Характеристика моделей с распределённым лагом и оценка их параметров.

43. Выбор формы модели с распределённым лагом.
44. Лаговые модели Алмон.
45. Гомоскедастичность и гетероскедастичность остатков.
46. Тесты проверки на гетероскедастичность и их характеристика.
47. Сущность обобщённого метода наименьших квадратов.
48. Временной ряд и его составляющие.
49. Моделирование временных рядов.
50. Аддитивная и мультипликативная модель временного ряда.
51. Моделирование тенденции временного ряда.
52. Основные типы трендов и их распознавание.
53. Выявление сезонной компоненты по временному ряду.
54. Выявление случайной компоненты по временному ряду.
55. Понятие автокорреляции и авторегрессии временного ряда. Виды автокорреляции.
56. Выявление автокорреляции остатков по критерию Дарбина-Уотсона.
57. Тестирование гипотезы о коинтеграции временных рядов. Критерий Энгеля-Грангера.
58. Методы коррелирования и проверка гипотезы о коинтеграции.
59. Ряд Фурье и его применение в оценке тренда.
60. Характеристика авторегрессионных моделей. Метод Койка.
61. Оценка параметров моделей авторегрессии методом инструментальной переменной.
62. Модели адаптивных ожиданий.
63. Модели частичной корректировки.

Краткая характеристика ответов (ключи):

1. Эконометрика как наука. История развития эконометрики.
Эконометрика — это наука, которая объединяет экономическую теорию, статистику и математику для количественного измерения и анализа экономических взаимосвязей. Её история начинается в первой половине XX века: термин «эконометрика» ввёл Р. Фриш, а основателем считается также Я. Тинберген. Важным этапом стало создание Эконометрического общества и журнала «Econometrica» в 1930-х годах. В дальнейшем развитие шло за счёт совершенствования методов (МНК, системы уравнений) и появления вычислительной техники, позволившей обрабатывать большие массивы данных.

2. Предмет и задачи эконометрики в цифровой экономике.
Предмет эконометрики — количественное выражение взаимосвязей между экономическими явлениями и процессами. В цифровой экономике задачи эконометрики расширяются: анализ больших данных, прогнозирование поведения потребителей на онлайн-платформах,

оценка эффектов цифровых сервисов, моделирование поведения рынков с учётом цифровых факторов, оценка эффективности цифровых инструментов маркетинга и логистики.

3. Эконометрическая модель – основа механизма эконометрического моделирования. Классы моделей.
Эконометрическая модель — это формализованное описание экономического процесса или явления с помощью математических соотношений. Она служит основой для анализа, прогнозирования и принятия решений. Классы моделей включают регрессионные модели (парные и множественные), системы одновременных уравнений, модели временных рядов, панельные модели, нелинейные модели и модели с распределённым лагом.

4. Типы данных и виды переменных в эконометрических исследованиях экономических явлений.
В эконометрических исследованиях используют три типа данных: пространственные (данные по разным объектам в один момент времени), временные ряды (данные по одному объекту за разные периоды) и панельные (комбинация первых двух). Переменные бывают экзогенными (внешними, независимыми), эндогенными (внутренними, зависимыми), лаговыми (значения переменных в прошлые периоды), фиктивными (для учёта качественных факторов), а также могут быть непрерывными, дискретными, порядковыми и номинальными.

5. Этапы эконометрического моделирования.
Этапы эконометрического моделирования: постановка задачи и определение цели; сбор и предварительная обработка данных; спецификация модели (выбор вида уравнения); оценка параметров модели; проверка качества модели (тесты на значимость, адекватность); интерпретация результатов; прогнозирование или выработка рекомендаций на основе модели.

6. Понятие о детерминированных и стохастических процессах.
Детерминированные процессы — это процессы, где каждому значению входной переменной соответствует строго определённое значение выходной переменной (функциональная зависимость). Стохастические процессы содержат элемент случайности: при одинаковых входных значениях результат может варьироваться из-за влияния случайных факторов (вероятностная зависимость).

7. Статистическая зависимость (независимость) случайных переменных.
Статистическая зависимость означает, что изменение одной случайной переменной влияет на распределение другой. Независимость означает отсутствие такого влияния: знание значения одной переменной не даёт информации о значении другой. Формально независимость проверяется через равенство совместной вероятности произведению маргинальных вероятностей или отсутствие корреляции (для линейных связей).

8. Понятие функциональной и статистической зависимостей.
Функциональная зависимость — это строгая связь, при которой каждому значению независимой переменной соответствует одно и только одно значение зависимой переменной (например, формула площади круга). Статистическая (вероятностная) зависимость — это связь, где

при изменении одной переменной меняется распределение другой, но не её точное значение (например, зависимость спроса от цены с учётом случайных факторов).

9. Методы прогнозирования.
Методы прогнозирования включают качественные (экспертные оценки, сценарии) и количественные. Среди количественных выделяют методы временных рядов (скользящее среднее, экспоненциальное сглаживание, ARIMA), регрессионные модели, эконометрические модели (системы уравнений), методы машинного обучения (деревья решений, нейронные сети), а также комбинированные подходы.

10. Спецификация эконометрических моделей.
Спецификация эконометрической модели — это выбор вида уравнения, набора переменных и формы их взаимосвязи. Включает определение зависимой и независимых переменных, выбор функциональной формы (линейная, логарифмическая и т. п.), учёт лагов и фиктивных переменных, а также проверку на соответствие теоретическим ожиданиям и эмпирическим данным.

11. Этапы проведения комплексного корреляционно-регрессионного анализа
Этапы корреляционно-регрессионного анализа: сбор и очистка данных; визуальный анализ (графики рассеяния); расчёт коэффициентов корреляции; спецификация регрессионной модели; оценка параметров (например, МНК); проверка значимости коэффициентов и модели в целом; анализ остатков (на гомоскедастичность, автокорреляцию); интерпретация коэффициентов и прогнозирование.

12. Регрессионная модель с одним уравнением и требования к её построению.
Регрессионная модель с одним уравнением описывает зависимость одной зависимой переменной от одной или нескольких независимых. Требования к построению: линейность (или линеаризуемость) по параметрам; отсутствие мультиколлинеарности между факторами; гомоскедастичность остатков; отсутствие автокорреляции остатков; нормальность распределения ошибок; корректная спецификация (отсутствие пропущенных существенных переменных).

13. Спецификация моделей парной регрессии.
Спецификация модели парной регрессии — это выбор функциональной формы связи между двумя переменными (чаще всего линейной: $y=a+bx+\varepsilon$) и определение, какая переменная является зависимой, а какая — независимой. При этом важно учитывать экономическую логику и предварительный анализ данных (например, графики рассеяния).

14. Понятие о стандартной ошибке и оценке существенности коэффициентов регрессии.
Стандартная ошибка коэффициента регрессии показывает, насколько его выборочное значение может отклоняться от истинного. Оценка существенности проводится через t-критерий Стьюдента: если отношение коэффициента к его стандартной ошибке превышает критическое значение, коэффициент считается статистически значимым (влияющим на зависимую переменную).

15. Оценка параметров парной регрессии и их экономическая интерпретация.

Параметры парной регрессии (коэффициенты a и b) оцениваются, как правило, методом наименьших квадратов. Свободный член a интерпретируется как значение y при x=0 (с учётом области применимости модели). Коэффициент b показывает, на сколько единиц в среднем изменится y при увеличении x на одну единицу (при прочих равных условиях).

16. Расчёт и интерпретация коэффициента корреляции для парной линейной регрессии.
Коэффициент корреляции r для парной линейной регрессии рассчитывается по формуле, учитывающей ковариацию x и y и стандартные отклонения. Он показывает силу и направление линейной связи: значения от −1 до +1. Интерпретация: близкое к 1 или −1 значение говорит о сильной линейной связи, близкое к 0 — об отсутствии линейной связи. Знак указывает на направление связи (прямая или обратная).

17. Коэффициент детерминации и его характеристика.
Коэффициент детерминации R^2 показывает долю дисперсии зависимой переменной, объяснённую моделью. Он рассчитывается как квадрат коэффициента корреляции для парной регрессии или как отношение объяснённой дисперсии к общей. Значение от 0 до 1: чем ближе к 1, тем лучше модель объясняет данные.

18. Дисперсионный анализ. Сущность и методика проведения.
Дисперсионный анализ (ANOVA) — это метод, позволяющий разделить общую дисперсию зависимой переменной на объяснённую моделью и остаточную. Методика: расчёт сумм квадратов отклонений (общей, объяснённой, остаточной), построение таблицы ANOVA, вычисление F-статистики (отношение средних квадратов) и проверка гипотезы о значимости модели в целом.

19. Интервалы прогноза по линейному уравнению регрессии.
Интервалы прогноза по линейному уравнению регрессии строятся для предсказания значения зависимой переменной при заданном значении фактора. Они учитывают стандартную ошибку прогноза и уровень доверия (например, 95%). Ширина интервала зависит от разброса данных, объёма выборки и расстояния прогнозируемого значения от среднего по выборке.

20. Средняя ошибка аппроксимации.
Средняя ошибка аппроксимации — это среднее относительное отклонение расчётных значений от фактических. Рассчитывается как среднее модулей относительных ошибок (в процентах). Чем меньше значение, тем лучше модель описывает данные; часто ориентируются на порог в 10–15% для приемлемого качества.

21. Нелинейные регрессии и их характеристика.
Нелинейные регрессии описывают нелинейные зависимости между переменными. Их делят на нелинейные по переменным (но линейные по параметрам, например, полиномы, логарифмические) и нелинейные по параметрам (экспоненциальные, степенные). Они полезны, когда линейная модель плохо объясняет данные, но требуют более сложных методов оценки и интерпретации.

22. Статистическое изучение парной нелинейной регрессионной эконометрической модели.

Статистическое изучение парной нелинейной модели включает подбор функциональной формы (визуально или по экономическим соображениям), линеаризацию (если возможно), оценку параметров, проверку качества модели (коэффициент детерминации, ошибки аппроксимации), анализ остатков и интерпретацию результатов. Для оценки параметров часто применяют МНК к линеаризованной форме или нелинейные методы оптимизации.

23. Расчёт индекса корреляции для парной нелинейной регрессии.

Индекс корреляции для парной нелинейной регрессии характеризует тесноту связи между переменными вне зависимости от её формы.

Рассчитывается через отношение объяснённой и общей дисперсии: $R = \sqrt{\frac{\sum(y_i - \bar{y})_2}{\sum(\hat{y}_i - \bar{y})_2}}$

Чем ближе R к 1, тем сильнее связь.

24. Отбор факторных признаков при построении множественной регрессии.

Отбор факторных признаков при множественной регрессии проводят на основе экономической теории, предварительного корреляционного анализа, пошаговых методов (прямой и обратный отбор), а также с учётом мультиколлинеарности. Важно включать только те факторы, которые имеют теоретическое обоснование и статистическую значимость, избегая избыточности.

25. Оценка параметров множественной регрессии.

Параметры множественной регрессии оценивают, чаще всего, методом наименьших квадратов — минимизируют сумму квадратов отклонений фактических значений от расчётных. Для нелинейных моделей применяют нелинейный МНК или линеаризацию. Полученные коэффициенты показывают вклад каждого фактора в изменение зависимой переменной при прочих равных.

26. Множественная и частная корреляция.

Множественная корреляция измеряет тесноту связи зависимой переменной со всем набором факторов (коэффициент R). Частная корреляция показывает связь между зависимой переменной и отдельным фактором при фиксированных значениях остальных факторов. Оба показателя помогают оценить вклад отдельных переменных и общую силу связи.

27. Задачи множественного корреляционно-регрессионного анализа.

Задачи множественного корреляционно-регрессионного анализа включают: выявление значимых факторов, влияющих на зависимую переменную; оценку силы и направления влияния каждого фактора; построение модели, адекватно описывающей взаимосвязь между переменными; проверку статистической значимости модели и её параметров; прогнозирование значений зависимой переменной при заданных значениях факторов; анализ вклада отдельных переменных в объяснение вариации зависимой переменной.

28. Понятие мультиколлинеарности и способы её устранения.

Мультиколлинеарность — это наличие сильной линейной зависимости между двумя или более независимыми переменными в регрессионной модели. Она приводит к неустойчивости оценок коэффициентов, увеличению их стандартных ошибок и затрудняет интерпретацию результатов. Способы устранения: исключение одного из коллинеарных факторов, преобразование переменных (например, переход к относительным показателям или главным компонентам), увеличение объёма выборки, использование регуляризированных методов (например, гребневой регрессии).

29. Частный коэффициент корреляции.

Частный коэффициент корреляции измеряет тесноту линейной связи между двумя переменными при фиксированных значениях остальных переменных модели. Он позволяет оценить «чистое» влияние одной независимой переменной на зависимую, исключая влияние других факторов. Значения лежат в интервале от −1 до +1, интерпретация аналогична обычному коэффициенту корреляции.

30. *t*-критерий Стьюдента в оценке значимости коэффициента корреляции.

t-критерий Стьюдента используется для проверки гипотезы о значимости коэффициента корреляции: нулевая гипотеза предполагает, что истинный коэффициент корреляции равен нулю (связь отсутствует). Рассчитывается отношение выборочного коэффициента корреляции к его стандартной ошибке; полученное значение сравнивается с критическим значением t-распределения при заданном уровне значимости и числе степеней свободы. Если расчётное значение превышает критическое, коэффициент считается значимым.

31. Понятие о коэффициенте эластичности и его характеристика.

Коэффициент эластичности показывает, на сколько процентов изменится зависимая переменная при изменении независимой переменной на 1% при прочих равных условиях. Он рассчитывается как произведение коэффициента регрессии на отношение среднего значения независимой переменной к среднему значению зависимой. Особенно полезен для анализа экономических зависимостей (например, эластичности спроса по цене), так как позволяет сравнивать силу влияния разных факторов вне зависимости от единиц измерения.

32. B-коэффициент линейной регрессии и его применение.

β-коэффициент (бета-коэффициент) линейной регрессии — это стандартизированный коэффициент, показывающий, на сколько стандартных отклонений изменится зависимая переменная при изменении независимой переменной на одно стандартное отклонение (при прочих равных). Применяется для сравнения силы влияния различных факторов в модели, поскольку устраняет влияние масштаба измерения переменных.

33. Индексы множественной корреляции и детерминации и их характеристика.

Индекс множественной корреляции ® характеризует тесноту связи зависимой переменной со всем набором независимых переменных и принимает значения от 0 до 1. Индекс (коэффициент) множественной детерминации (R^2) показывает долю дисперсии зависимой переменной, объяснённую моделью, и рассчитывается как квадрат индекса множественной корреляции. Чем ближе R^2 к 1, тем лучше модель объясняет данные; часто используется для оценки качества модели.

34. Прогнозирование по уравнению регрессии.
Прогнозирование по уравнению регрессии заключается в подстановке значений независимых переменных в оценённое уравнение для получения прогнозного значения зависимой переменной. При этом важно учитывать доверительные интервалы прогноза, которые учитывают неопределённость оценок параметров и случайную ошибку модели. Прогноз надёжен только в пределах области значений факторов, использованных при построении модели.

35. Предпосылки метода наименьших квадратов.
Предпосылки метода наименьших квадратов (МНК): линейность модели по параметрам; отсутствие систематической ошибки (математическое ожидание остатков равно нулю); гомоскедастичность (постоянство дисперсии остатков); отсутствие автокорреляции остатков; независимость объясняющих переменных от ошибок; отсутствие строгой мультиколлинеарности; нормальность распределения ошибок (для проверки гипотез и построения доверительных интервалов).

36. Общие понятия о системе одновременных уравнений и её составляющие.
Система одновременных уравнений — это набор взаимосвязанных уравнений, описывающих совместное поведение нескольких зависимых переменных. Составляющие: эндогенные переменные (определяются внутри системы), экзогенные переменные (задаются извне), структурные уравнения (описывают экономические взаимосвязи), приведённые уравнения (выражают эндогенные переменные через экзогенные). Такая система используется, когда переменные одновременно влияют друг на друга (например, спрос и предложение).

37. Формы представления системы одновременных уравнений.
Формы представления системы одновременных уравнений: структурная форма (содержит исходные уравнения с взаимосвязями между эндогенными переменными) и приведённая форма (каждая эндогенная переменная выражена только через экзогенные и случайные ошибки). Структурная форма отражает экономическую теорию, приведённая — удобна для оценки параметров и прогнозирования.

38. Задачи идентификации уравнений системы. Необходимое и достаточное условие идентифицируемости.
Задача идентификации заключается в определении возможности однозначного выражения структурных коэффициентов через коэффициенты приведённой формы. Необходимое условие идентифицируемости (порядок): число экзогенных переменных, отсутствующих в данном уравнении, должно быть не меньше числа эндогенных переменных в нём минус один. Достаточное условие (ранг): матрица коэффициентов при переменных, отсутствующих в уравнении, но присутствующих в других, должна иметь ранг, равный числу эндогенных переменных в уравнении минус один.

39. Косвенный метод наименьших квадратов: алгоритм и условия его применения.
Косвенный метод наименьших квадратов (КМНК) применяется для оценки идентифицируемых уравнений структурной формы. Алгоритм: оценка коэффициентов приведённой формы обычным МНК; выражение структурных коэффициентов через оценённые коэффициенты приведённой формы; подстановка оценок для получения структурных коэффициентов. Условия применения: уравнение должно быть идентифицируемо, а остатки приведённой формы — удовлетворять стандартным предпосылкам МНК.

40. Двухшаговый метод наименьших квадратов: алгоритм и условия его применения.
Двухшаговый метод наименьших квадратов (ДМНК) используется для оценки сверхидентифицируемых уравнений. Алгоритм: на первом шаге обычным МНК оценивается приведённая форма для эндогенных переменных, входящих в правую часть уравнения; на втором шаге эндогенные переменные в структурном уравнении заменяются их прогнозами из первого шага и применяется обычный МНК. Условия применения: наличие достаточного числа экзогенных переменных-инструментов и выполнение предпосылок МНК на втором шаге.

41. Классы динамических эконометрических моделей и их характеристика.
Классы динамических эконометрических моделей: модели с распределённым лагом (учитывают влияние прошлых значений объясняющих переменных), авторегрессионные модели (включают прошлые значения зависимой переменной), модели с адаптивными ожиданиями и частичной корректировкой, модели коинтеграции и коррекции ошибок (VECM), модели временных рядов (ARIMA, GARCH). Они применяются для анализа процессов, развивающихся во времени, и учитывают запаздывающие эффекты и долгосрочные равновесия.

42. Характеристика моделей с распределённым лагом и оценка их параметров.
Модели с распределённым лагом описывают зависимость текущей величины зависимой переменной от текущих и прошлых значений объясняющих переменных. Параметры оценивают, например, с помощью МНК после преобразования модели (например, линеаризации), либо с использованием специальных методов (метод Алмон). Основная сложность — мультиколлинеарность между лаговыми значениями; для её снижения применяют ограничения на структуру лага.

43. Выбор формы модели с распределённым лагом.
Выбор формы модели с распределённым лагом основывается на предварительном анализе данных (графики, автокорреляция), экономических соображениях о характере запаздывания, а также статистических критериях (например, сравнение значений R^2, ошибок аппроксимации, тестов на автокорреляцию). Часто используют полиномиальные лаги (модель Алмон), геометрические лаги (Койка) или ступенчатые формы, подбирая порядок лага по информативным критериям (AIC, BIC).

44. Лаговые модели Алмон.
Лаговые модели Алмон предполагают, что коэффициенты при лаговых значениях объясняющей переменной изменяются по полиномиальному закону. Это позволяет сократить число оцениваемых параметров и снизить мультиколлинеарность. Для оценки модели исходные лаговые переменные преобразуют в новые переменные — линейные комбинации с весами, зависящими от порядка полинома, после чего применяют обычный МНК.

45. Гомоскедастичность и гетероскедастичность остатков.
Гомоскедастичность означает постоянство дисперсии случайных ошибок модели для всех наблюдений. Гетероскедастичность — это непостоянство дисперсии ошибок, зависящее от значений объясняющих переменных или времени. Гетероскедастичность приводит к неэффективности оценок МНК и неверным выводам при проверке гипотез, поэтому её важно выявлять и корректировать.

46. Тесты проверки на гетероскедастичность и их характеристика.
Тесты проверки на гетероскедастичность: тест Уайта (основан на регрессии квадратов остатков на объясняющие переменные и их квадраты), тест Голдфелда—Квандта (сравнение дисперсий остатков в подвыборках), тест Бройша—Пагана (регрессия квадратов остатков на линейные комбинации факторов). Каждый тест имеет свои предпосылки и мощность против определённых типов гетероскедастичности; выбор теста зависит от структуры данных и предполагаемой формы зависимости дисперсии.

47. Сущность обобщённого метода наименьших квадратов.
Обобщённый метод наименьших квадратов (ОМНК) позволяет получать эффективные оценки параметров модели при нарушении предпосылки гомоскедастичности или наличии автокорреляции. Суть: преобразование исходных данных так, чтобы для преобразованной модели выполнялись предпосылки МНК, после чего применяется обычный МНК. На практике часто используют взвешенный МНК (при гетероскедастичности) или коррекцию на автокорреляцию (например, Кохрейна—Оркатта).

48. Временной ряд и его составляющие.
Временной ряд — это последовательность наблюдений за переменной в последовательные моменты времени. Его составляющие: тренд (долгосрочная тенденция), сезонная компонента (периодические колебания с фиксированным периодом), циклическая компонента (колебания с переменным периодом, связанные с экономическими циклами) и случайная компонента (необъяснимая часть, остатки).

49. Моделирование временных рядов.
Моделирование временных рядов включает: анализ структуры ряда (визуальный, автокорреляционная функция), выделение и удаление тренда и сезонности, построение модели для остатков (например, ARIMA), диагностику модели (проверка остатков на случайность, автокорреляцию), прогнозирование. Применяют как декомпозиционные подходы (разделение на компоненты), так и модели авторегрессии, скользящего среднего, экспоненциального сглаживания.

50. Аддитивная и мультипликативная модель временного ряда.
Аддитивная модель временного ряда предполагает, что итоговый уровень ряда складывается из тренда, сезонной, циклической и случайной компонент: $yt=Tt+St+Ct+\varepsilon t$. Мультипликативная модель предполагает, что компоненты перемножаются: $yt=Tt\cdot St\cdot Ct\cdot \varepsilon t$
Выбор модели зависит от характера колебаний: если амплитуда сезонных колебаний примерно постоянна —
чаще подходит аддитивная модель, если амплитуда растёт или уменьшается со временем — мультипликативная.

51. Моделирование тенденции временного ряда.
Моделирование тенденции временного ряда начинается с визуального анализа графика ряда и расчёта скользящего среднего для сглаживания краткосрочных колебаний. Далее подбирают функциональную форму тренда (линейную, квадратичную, экспоненциальную и др.) и оценивают её параметры, чаще всего методом наименьших квадратов. После оценки проверяют адекватность модели по остаткам и при необходимости уточняют форму тренда или переходят к нелинейным моделям.

52. Основные типы трендов и их распознавание.

Основные типы трендов: линейный (равномерное изменение во времени), параболический (ускоренное или замедленное изменение), экспоненциальный (рост или спад с постоянным темпом в процентах), логарифмический (быстрое начальное изменение с последующим замедлением), S-образный (логистический, характерен для процессов насыщения). Распознают тип тренда визуально по графику, а также по поведению автокорреляционной функции и с помощью сравнения качества подгонки разных моделей (например, по R^2 , ошибкам аппроксимации).

53. Выявление сезонной компоненты по временному ряду.

Выявление сезонной компоненты начинают с анализа графика временного ряда на предмет повторяющихся колебаний с фиксированным периодом. Далее применяют методы сезонного сглаживания (скользящее среднее с шагом, равным периоду сезонности), затем вычисляют средние сезонные отклонения или индексы сезонности. При аддитивной модели сезонные эффекты — это разности фактических значений и сглаженного ряда; при мультипликативной — отношения. Затем сезонные индексы корректируют так, чтобы их сумма (для аддитивной) или среднее (для мультипликативной) соответствовало базовым условиям.

54. Выявление случайной компоненты по временному ряду.

Случайную компоненту выявляют как остаток после выделения тренда и сезонной компоненты. Для аддитивной модели: $\varepsilon t = yt - Tt - St$; для мультипликативной: $\varepsilon t = yt/(Tt \cdot St.)$

Далее проверяют остатки на случайность (визуально, с помощью тестов на автокорреляцию, нормальность и гомоскедастичность). Если в остатках остаётся систематическая структура, модель уточняют — меняют форму тренда, уточняют период сезонности или добавляют дополнительные факторы.

55. Понятие автокорреляции и авторегрессии временного ряда. Виды автокорреляции.

Автокорреляция — это корреляция уровней временного ряда с его собственными значениями, сдвинутыми на некоторый лаг (задержку).

Авторегрессия — модель, в которой текущее значение ряда зависит от его прошлых значений; простейший пример — модель

AR(1): $yt = a + byt - 1 + \varepsilon t$

Виды автокорреляции: положительная (соседние значения схожи), отрицательная (соседние значения чередуются), автокорреляция на разных лагах (например, сезонная автокорреляция с лагом, равным длине сезона).

56. Выявление автокорреляции остатков по критерию Дарбина-Уотсона.

Критерий Дарбина–Уотсона используют для проверки автокорреляции первого порядка в остатках регрессионной модели. Статистика DW рассчитывается как отношение суммы квадратов разностей последовательных остатков к сумме квадратов самих остатков. Значение около 2 говорит об отсутствии автокорреляции; значения существенно меньше 2 указывают на положительную автокорреляцию, существенно больше 2 — на отрицательную. Для вывода сравнивают DW с критическими границами, зависящими от объёма выборки и числа регрессоров.

57. Тестирование гипотезы о коинтеграции временных рядов. Критерий Энгеля-Грангера.
Тестирование коинтеграции по критерию Энгеля–Грангера включает два шага. Сначала оценивают долгосрочную регрессию между временными рядами (например, $y_t = a + bx_t + u_t$) и извлекают остатки u_t . Затем проверяют стационарность остатков с помощью расширенного теста Дики–Фуллера (ADF): если остатки стационарны, ряды коинтегрированы, т. е. имеют долгосрочное равновесие. Нулевая гипотеза — отсутствие коинтеграции; её отвергают при достаточно низком p-значении теста ADF.

58. Методы коррелирования и проверка гипотезы о коинтеграции.
Для проверки коинтеграции, помимо теста Энгеля–Грангера, применяют тест Йохансена (для многомерного случая), а также визуальные и корреляционные методы: анализ графиков совместно движущихся рядов, расчёт корреляции уровней и первых разностей, проверку на единичный корень в разностях. Коррелирование уровней нестационарных рядов может давать ложную корреляцию, поэтому важно дополнительно проверять стационарность остатков долгосрочной регрессии или использовать тесты на коинтеграцию.

59. Ряд Фурье и его применение в оценке тренда.
Ряд Фурье — это представление функции в виде суммы синусов и косинусов с разными частотами. В оценке тренда его применяют для аппроксимации периодических и квазипериодических компонент временного ряда, особенно когда сезонность имеет сложную форму. Коэффициенты ряда подбирают так, чтобы минимизировать сумму квадратов отклонений от фактических данных (по сути, методом наименьших квадратов). Это позволяет выделить тренд и сезонность одновременно, особенно в случаях, когда стандартные сезонные модели плохо справляются с нерегулярной периодичностью.

60. Характеристика авторегрессионных моделей. Метод Койка.
Авторегрессионные модели (AR) описывают текущее значение временного ряда как линейную комбинацию его прошлых значений и случайного шока. Модель AR(p) включает p лагов зависимой переменной. Метод Койка — способ оценки моделей с распределённым лагом, при котором коэффициенты при лаговых значениях убывают по геометрическому закону. Это позволяет перейти от большого числа лаговых переменных к компактной форме с одним лагом зависимой переменной и текущим значением фактора, что упрощает оценку и снижает риск мультиколлинеарности.

61. Оценка параметров моделей авторегрессии методом инструментальной переменной.
Метод инструментальных переменных применяют, когда регрессоры коррелированы с ошибкой (например, при наличии лаговой зависимой переменной среди регрессоров). Инструментами выбирают переменные, коррелированные с проблемным регрессором, но не коррелированные с ошибкой. Алгоритм: на первом шаге регрессируют проблемный регрессор на инструменты и получают его прогнозные значения; на втором шаге исходную модель оценивают обычным МНК, заменив проблемный регрессор его прогнозом. Это даёт состоятельные оценки параметров.

62. Модели адаптивных ожиданий.

Модели адаптивных ожиданий предполагают, что фактическое значение объясняющей переменной формируется постепенно, как взвешенное среднее её прошлого фактического и ожидаемого значений. В эконометрической модели ожидаемое значение заменяют на его адаптивную версию, что приводит к авторегрессионной структуре. Такие модели часто применяют в макроэкономике и финансах, когда агенты корректируют ожидания медленно, реагируя на ошибки прошлых прогнозов.

63. Модели частичной корректировки.

Модели частичной корректировки описывают ситуацию, когда фактическое изменение зависимой переменной происходит не сразу до желаемого (долгосрочного) уровня, а лишь частично в каждом периоде. Формально это выражается через включение лаговой зависимой переменной и текущего значения фактора. Такие модели удобны для описания процессов с инерцией (например, инвестиции, потребление), где система движется к равновесию постепенно, а не мгновенно.

Критерии оценивания зачета с оценкой/экзамена:

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Обучающийся должен: уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; продемонстрировать прочное, достаточно полное усвоение знаний программного материала; продемонстрировать знание основных теоретических понятий; правильно формулировать определения; последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
не зачтено	Обучающийся демонстрирует: незнание значительной части программного материала; не владение понятийным аппаратом дисциплины; существенные ошибки при изложении учебного материала; неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; неумение делать выводы по излагаемому материалу.

Критерии оценивания зачета с оценкой/экзамена:

Оценка	Критерии оценивания
отлично	Выставляется, если обучающимся правильно и полностью раскрыто содержание материала в пределах программы, чётко и правильно даны определения и раскрыто содержание понятий, точно использованы научные и технические термины, в ответе использованы ранее приобретённые теоретические знания, сделаны необходимые выводы и обобщения
хорошо	Выставляется, если обучающимся раскрыто основное содержание материала в пределах программы, даны определения и раскрыто содержание понятий, в ответе использованы ранее приобретённые теоретические знания, сделаны необходимые выводы и обобщения, но присутствуют незначительные нарушения в последовательности изложения, имеются одна-две неточности в содержании ответа
удовлетворительно	Выставляется, если обучающимся содержание учебного материала изложено фрагментарно, не всегда

	последовательно, не даны определения, не раскрыто содержание понятий, или они изложены с ошибками, допускаются ошибки и неточности в использовании научной терминологии, отсутствуют выводы и обобщения из предыдущего материала, или возможны ошибки в их изложении
неудовлетворительно	Выставляется, если обучающимся основное содержание учебного материала не раскрыто, не даются ответы на основные вопросы, допускаются грубые ошибки в определении понятий, в использовании терминологии, отсутствуют выводы и обобщения

6. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Задания для диагностической работы должны обеспечивать оценку полностью или частично сформированных компетенций. Каждое задание должно быть привязано к тому или иному индикатору сформированности компетенций.

При формировании заданий для диагностической работы необходимо использовать тестовые задания следующих типов:

Тип задания 1. Задания закрытого типа на установление соответствия.

Тип задания 2. Задания закрытого типа на установление последовательности.

Тип задания 3. Задания комбинированного типа, предполагающие выбор одного правильного ответа из предложенных с последующим объяснением своего выбора.

Тип задания 4. Задания комбинированного типа, предполагающие выбор нескольких ответов из предложенных с последующим объяснением своего выбора.

Тип задания 5. Задания открытого типа с развернутым ответом.

Все типы заданий должны быть представлены не менее одного раза.

<table>
<tr><th rowspan="2">№ п/п</th><th rowspan="2">Тема занятия</th><th rowspan="2">Код компетенции</th><th rowspan="2">Индикатор</th><th rowspan="2">Тип задания</th><th colspan="2">Задание</th><th rowspan="2">Уровень освоения компетенции</th></tr>
<tr><th>Вариант 1</th><th>Вариант 2</th></tr>
<tr><td>1.</td><td>Предмет и задачи эконометрики в цифровой экономике</td><td>УК- 1</td><td>ИУК-1.1
ИУК-1.2
ИУК-1.3</td><td>1</td><td>1. Установите соответствие между элементом предметной области и его примером в цифровой экономике.<table><tr><th>Что изучается?</th><th>Пример в цифровой экономике</th></tr><tr><td>1. Поведение экономических агентов</td><td>А. Конверсия рекламных кампаний, уровень удержания</td></tr></table></td><td>1. Установите соответствие между общей задачей эконометрики и ее уточнением для цифровой экономики.<table><tr><th>Общая задача</th><th>Специфика в цифровой экономике</th></tr></table></td><td>Базовый (1-3 минуты)</td></tr>
</table>

						(churn rate), динамика цены на маркетплейсе.		1. Проверка гипотез	А. Прогноз спроса с учетом сетевых эффектов и виральности контента.	
					2. Эффективность рынков и платформ	Б. Паттерны кликов в интернет-магазине, реакция на персонализированные предложения, активность в социальных сетях.		2. Построение моделей	Б. Оценка влияния новой функции приложения (A/B-тест) на время сессии пользователя.	
					3. Цифровые продукты и услуги	В. Алгоритмы рекомендательных систем, облачные сервисы, мобильные приложения.		3. Прогнозирование	В. Анализ корреляции между активностью в соцсетях и кредитоспособность ю.	
					4. Производственные процессы	Г. Оптимизация логистических цепочек с помощью IoT-датчиков, автоматизация закупок на основе прогнозных моделей.		4. Измерение связей	Г. Создание моделей на основе методов машинного обучения для работы с неструктурированными данными (тексты, изображения).	
					Правильные ответы: 1 – Б, 2 – А, 3 – В, 4 – Г			**Правильные ответы:** 1 – Б, 2 – Г, 3 – А, 4 – В		
					2. Установите соответствие между задачей и наиболее подходящим для ее решения классом методов/подходов.					Базовый (1-3 минуты)

Практическая задача аналитика	Релевантный класс методов/подходов
1. Оценить истинный эффект от запуска новой рекомендательной системы на средний чек, исключив влияние сезонности.	А. Методы сокращения размерности и отбора признаков (LASSO, Elastic Net).
2. Прогнозировать ежедневный спрос на складские мощности облачного сервиса на основе сотен параметров использования.	Б. Методы оценки причинно-следственных эффектов на неэкспериментальных данных (разностно-разностный анализ, регрессионный разрыв, инструментальные переменные).
3. Выявить скрытые группы (сегменты) пользователей мобильного приложения на основе паттернов их поведения (клики, время сессии).	В. Методы кластеризации (k-means, иерархическая кластеризация).
4. Определить, какие из 1000 поведенческих	Г. Методы прогнозного моделирования

2. Установите соответствие между этапом эконометрического моделирования и конкретным действием/вопросом, характерным для этого этапа в условиях цифровой экономики.

Этап исследования	Конкретное действие/вопрос этапа
1. Формулировка гипотезы и спецификация модели	А. «Какова экономическая интерпретация коэффициента при переменной «число лайков» в модели монетизации? Не является ли связь ложной?»
2. Сбор и подготовка данных	Б. «Включить ли в модель фиктивные переменные для типа устройства (iOS/Android) и сетевые эффекты (количество друзей пользователя на платформе)?»
3. Верификация модели	В. «Проверить остатки модели на автокорреляцию и гетероскедастичность. Провести тест на переобучение, разбив данные на обучающую и тестовую выборки.»

из цифрового следа действительно значимо влияют на вероятность оттока клиента.	рядов (ARIMA, модели с рекуррентными нейросетями).

Правильные ответы: 1 – Б, 2 – Г, 3 – В, 4 – А

3. Установите соответствие между этапом жизненного цикла продукта и его ключевым вопросом и комбинацией методов, наиболее релевантной для работы на этом этапе.

Этап и ключевой вопрос	**Комбинация методов (что нужно уметь делать последовательно)**
1. Ранний запуск: «На какой сегмент ранних пользователей стоит делать ставку в маркетинге?»	А. Причинный анализ + анализ воронки. Оценить чистый эффект виральности (инструментальные переменные, Diff-in-Diff) и проанализировать конверсию привлеченных пользователей.

4. Интерпретация результатов и выводы	Г. «Склеить данные из CRM (структурированные) и логов сайта (полуструктурированные). Обработать пропуски в данных о времени просмотра страниц. Нормализовать признаки.»

Правильные ответы: 1 – Б, 2 – Г, 3 – В, 4 – А

3. Установите соответствие между описанием подхода и критическим замечанием/рекомендацией по улучшению, указывающим на методологическую слабость.

Подход	**Критическое замечание / Рекомендация**
1. Чтобы доказать, что рекомендации увеличивают продажи, он сравнил средний чек пользователей, кликнувших на рекомендацию, и не кликнувших.	А. Наличие сильной проблемы самоотбора: пользователи, кликнувшие на рекомендацию, изначально более активны и лояльны. Нужен метод, корректирующий selection bias (например, инструментальные переменные или

Базовый (1-3 минуты)

наша виральная механика привлекает новых качественных пользователей, а не просто создает инфляцию метрик?»	профилирование. Выделить кластеры по поведению и демографии, описать их портреты, чтобы понять "early adopters".
3. Масштабирование: «Как оптимизировать бюджет на рекламу в разных каналах, учитывая их синергию и эффект насыщения?»	В. Построение прогнозной модели LTV + uplift-моделирование. Спрогнозировать потенциальный LTV и оценить, на каких пользователях и какие действия (рассылка, скидка) дадут максимальный прирост этого LTV.
4. Зрелость: «Как увеличить пожизненную ценность (LTV) пользователей, персонализируя их опыт?»	Г. Моделирование отклика с нелинейными эффектами + оптимизация. Построить модель конверсии/стоимости с нелинейными функциями от затрат (логарифмическими, с насыщением) и найти точку оптимума бюджета.

Правильные ответы: 1 – Б, 2 – А, 3 – Г, 4 – В

	разрыв).
2. Для прогноза нагрузки на сервер он обучил сложную нейросеть на всех доступных данных за год и получил R^2=0.98 на обучающей выборке.	Б. Высокий риск переобучения. Необходимо оценить модель на тестовой выборке или с помощью кросс-валидации. R^2 на обучающих данных почти всегда завышен.
3. Для выявления причин оттока он построил множественную регрессию, включив все 200 доступных поведенческих метрик как предикторы.	В. Проблема ложной корреляции и мультиколлинеарности. Необходим предварительный отбор признаков (LASSO, анализ важности) или сокращение размерности.
4. Чтобы оценить эффект новой иконки на конверсию, он показал её всем пользователям в понедельник и сравнил конверсию с прошлым понедельником.	Г. Смешивание эффектов: разница может быть вызвана сезонностью, другими кампаниями или просто случайностью. Необходим рандомизированный A/B-тест с одновременным запуском контрольной и тестовой групп.

2.	Парная регрессия и корреляция	УК- 1	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3	2	4. Установите логическую последовательность работы с показателями тесноты связи. Расположите шаги от начального (1) к конечному (4). **Шаги:** А. Расчет линейного коэффициента корреляции (r) для оценки силы и направления линейной связи. Б. Построение регрессионной модели и расчет коэффициента детерминации (R^2). В. Вывод о доле вариации результативного признака, объясненной моделью (интерпретация R^2). Г. Проверка значимости коэффициента корреляции. **Правильная последовательность: А→Г→Б→В**	4. Установите правильную последовательность этапов построения модели парной линейной регрессии. Расположите этапы от первого (1) к последнему (4). **Этапы:** А. Графический анализ данных (построение поля корреляции). Б. Проверка статистической значимости коэффициентов регрессии (t-тест) и уравнения в целом (F-тест). В. Интерпретация полученных коэффициентов регрессии. Г. Расчет параметров уравнения регрессии (оценка коэффициентов b0 и b1 методом наименьших квадратов, МНК). **Правильная последовательность: А→Г→Б→В**	Базовый (1-3 минуты)
					5. После построения парной линейной регрессии остатки имеют неслучайный вид (график остатков vs. X показывает криволинейную форму). Установите правильную последовательность его дальнейших действий для устранения проблемы. Расположите шаги по порядку. **Шаги:** А. Провести формальный тест на гетероскедастичность (например, тест Уайта). Б. Проанализировать график остатков от фактора (e_i от x_i) и график зависимости Y от X. В. Оценить новую модель и проверить, исчез ли паттерн в остатках. Г. Выдвинуть гипотезу о нелинейности связи и преобразовать данные (например, добавить x^2, ln(x) или перейти к логарифмической модели). Д. Сравнить коэффициент детерминации (R^2) и стандартную ошибку новой и старой модели. **Правильная последовательность: Б→Г→В→Д** *(А – лишний шаг, так как проблема не в гетероскедастичности, а в нелинейности. Гетероскедастичность проявляется в виде*	5. При анализе связи между бюджетом на цифровую рекламу (X) и продажами (Y) аналитик подозревает наличие выбросов. Установите правильную последовательность его действий. **Шаги:** А. Принять обоснованное решение: удалить наблюдение, оставить или преобразовать данные, обосновав это содержательно. Б. Построить модель с выбросом и без него, сравнить коэффициенты регрессии (b_1), R^2 и стандартные ошибки. В. Рассчитать стандартизированные остатки или статистику Кука (Cook's distance) для количественной оценки влияния наблюдений. Г. Построить график рассеяния (поле корреляции) для визуального выявления аномальных точек. Д. Проверить, не является ли выброс ошибкой ввода данных или уникальным событием (например, крупная разовая акция). **Правильная последовательность: Г→В→Д→Б→А**	Базовый (1-3 минуты)

					"воронки" или "веера" на графике, а не криволинейного тренда) 6. Установите строгую практическую последовательность шагов, которую выполняет эконометрист при построении и первичной оценке модели парной линейной регрессии $y = b_0 + b_1x + \varepsilon$. Расположите шаги от первого к последнему. **Шаги:** А. Рассчитать коэффициент корреляции (r) и проверить его значимость. Б. Построить уравнение регрессии методом наименьших квадратов (МНК), найти оценки b_0 и b_1. В. Сформулировать содержательную гипотезу о связи переменных. Г. Проверить статистическую значимость коэффициентов регрессии (t-тесты) и уравнения в целом (F-тест). Д. Рассчитать коэффициент детерминации (R^2) и дать его предварительную интерпретацию. Е. Построить поле корреляции (scatter plot) для визуальной оценки формы связи. **Правильная последовательность: В→Е→А→Б→Г→Д**	6. После получения оценок уравнения парной регрессии необходимо проверить выполнимость предпосылок Гаусса-Маркова. Установите общепринятую последовательность этих проверок. **Шаги:** А. Проверка нормальности распределения случайных остатков (с помощью гистограммы, QQ-plot или теста Жарке-Бера). Б. Проверка на отсутствие автокорреляции остатков (с помощью критерия Дарбина-Уотсона для данных, упорядоченных по времени или фактору). В. Проверка случайности остатков (например, по критерию серий или по поворотным точкам). Г. Проверка на отсутствие гетероскедастичности (построение графика остатков от прогнозных значений или фактора, проведение теста Уайта/Голдфелда-Квандта). Д. Проверка того, что математическое ожидание остатков равно нулю (анализ графика и тест на равенство среднего нулю). **Правильная последовательность: Б→Г→А→В**	Базовый (1-3 минуты)
3.	Множественная регрессия и корреляция	УК- 1	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3	3	7. Какая из перечисленных целей является **основной** для построения модели множественной линейной регрессии? **Варианты ответов:** А) Графически изобразить взаимосвязь между двумя переменными. Б) Оценить изолированное влияние одного фактора на результативный признак при фиксированных (контролируемых) значениях других факторов. В) Просто описать корреляцию между множеством переменных. Г) Доказать наличие причинно-следственной связи между переменными.	7. В модель множественной регрессии был добавлен новый фактор, явно не влияющий на зависимую переменную (случайный шум). Как, скорее всего, изменится коэффициент множественной детерминации (R^2)? **Варианты ответов:** А) R^2 гарантированно уменьшится. Б) R^2 гарантированно увеличится. В) R^2 не изменится. Г) R^2 может незначительно увеличиться, но скорректированный R^2 (R^2adj) уменьшится. **Правильный ответ: Г** **Объяснение выбора:**	Базовый (1-3 минуты)

					Правильный ответ: Б **Объяснение выбора:** Множественная регрессия предназначена именно для оценки *чистого* (парциального) влияния каждого фактора. В отличие от парной регрессии, которая показывает общее влияние, множественная модель «очищает» связь y и x_1 от воздействия x_2, x_3 и т.д., что позволяет имитировать ситуацию *ceteris paribus* (при прочих равных условиях). Вариант А описывает задачу парной регрессии/корреляции. Вариант В — задача корреляционного анализа. Вариант Г — регрессия сама по себе не доказывает причинность, она лишь оценивает количественную форму связи, которая может быть и не причинной.	Обычный R^2 — это нестрого возрастающая функция от числа регрессоров. Добавление *любой*, даже случайной, переменной никогда не уменьшит R^2, так как МНК может «подогнать» под неё нулевой или минимальный коэффициент. Поэтому R^2, скорее всего, немного вырастет (хотя бы на сотые доли процента). Однако скорректированный R^2 (R^2adj) штрафует модель за добавление неинформативных факторов. Поскольку новый фактор не объясняет истинную дисперсию y, увеличение числа степеней свободы в формуле R^2adj приведет к его снижению. Это ключевое знание для понимания разницы между R^2 и R^2adj.	Базовый (1-3 минуты)
					8. В модель множественной регрессии, объясняющей уровень продаж (Y), были последовательно добавлены два новых фактора. После добавления первого фактора обычный R^2 вырос с 0.70 до 0.72, а скорректированный R^2 (R^2adj) — с 0.695 до 0.715. После добавления второго фактора обычный R^2 вырос до 0.725, а R^2adj упал до 0.710. Какой вывод следует сделать о втором добавленном факторе? **Варианты ответов:** А) Фактор является статистически незначимым и его следует удалить из модели. Б) Фактор является высоко значимым и улучшает качество модели. В) Фактор, скорее всего, имеет очень слабую индивидуальную объясняющую способность, но не вредит модели, поэтому его можно оставить. Г) В модели появилась мультиколлинеарность из-за нового фактора. **Правильный ответ: А** **Объяснение выбора:** • **Анализ первого фактора:** Рост как обычного R^2, так и R^2adj указывает на то,	8. Проверить гипотезу, что «после контроля уровня дохода, образование не оказывает значимого влияния на размер сбережений». Он строит модель множественной регрессии, где Y — сбережения, X_1 — доход, X_2 — годы образования. В результатах оценки p-value для коэффициента при X_1 составляет 0.001, а для коэффициента при X_2 — 0.12. При этом F-тест для уравнения в целом значим ($p < 0.001$). Какой вывод должен сделать исследователь? **Варианты ответов:** А) Гипотеза подтвердилась: образование не влияет на сбережения. Б) Гипотеза не подтвердилась: и доход, и образование значимо влияют на сбережения. В) Гипотеза подтвердилась только отчасти: образование незначимо, но модель в целом адекватна, и основное влияние оказывает доход. Г) Нельзя сделать вывод, так как в модели, вероятно, присутствует мультиколлинеарность между доходом и образованием. **Правильный ответ: В** **Объяснение выбора:** Умение заключается в точном соотнесении	

					что фактор содержит полезную для объяснения Y информацию, которая перевешивает «штраф» за сложность модели. • **Анализ второго фактора:** Обычный R^2 немного вырос (что происходит всегда при добавлении любого фактора), но R^2adj **уменьшился**. Это ключевой сигнал. R^2adj падает, когда добавленная переменная не вносит достаточного вклада в объяснение дисперсии Y, чтобы оправдать потерю степени свободы. Это прямое указание на то, что фактор, скорее всего, незначим или его вклад ничтожен. Классическое правило отбора модели — максимизировать R^2adj, поэтому фактор, снижающий этот показатель, является кандидатом на удаление. Вывод А логически следует из этого анализа.	статистических результатов с формулировкой гипотезы. 4. Гипотеза звучала: «*после контроля дохода*... образование не оказывает значимого влияния». Это прямо соответствует постановке множественной регрессии, где влияние X_2 (образование) оценивается *при учёте* X_1 (доход). 5. Результат: коэффициент при X_2 незначим ($p=0.12 > 0.05$). Это **прямое статистическое свидетельство в пользу гипотезы**. 6. Значимость X_1 и модели в целом (F-тест) не противоречит гипотезе, а лишь показывает, что модель имеет объяснительную силу, и эта сила обеспечивается доходом. Исследователь должен уметь разделить эти выводы: гипотеза об образовании подтвердилась (В), при этом модель полезна для прогноза, так как значима в целом. Вариант А слишком категоричен и игнорирует контекст множественной регрессии («после контроля»). Вариант Б противоречит данным ($p=0.12$). Вариант Г — это предположение, не вытекающее напрямую из приведенных данных.	Базовый (1-3 минуты)
					9. В модели множественной регрессии, объясняющей уровень потребления цифрового контента (Y, в минутах/день), для факторов «возраст» (X_1) и «доход» (X_2) получены следующие результаты: • Обычный коэффициент для X_1 (b_1): -0.8 (мин/год) • Обычный коэффициент для X_2 (b_2): 0.002 (мин/руб.) • Стандартизованный коэффициент для X_1 (β_1): -0.40 • Стандартизованный коэффициент для X_2 (β_2): +0.15	9. Сравните две множественные регрессионные модели для одного и того же набора данных. Модель 1 включает 3 фактора, её $R^2 = 0.75$, R^2adj = 0.74. Модель 2 включает те же 3 фактора плюс еще два дополнительных, её $R^2 = 0.76$, R^2adj = 0.73. Согласно стандартному правилу выбора спецификации модели, какую модель следует предпочесть? **Варианты ответов:** А) Модель 2, так как её обычный R^2 выше. Б) Модель 1, так как её скорректированный R^2 выше. В) Модель 2, так как она сложнее и, следовательно, более точная.	

					Какой вывод о **сравнительной силе влияния** факторов на потребление контента является верным? **Варианты ответов:** А) Доход влияет сильнее, так как его коэффициент положителен. Б) Возраст влияет сильнее, так как абсолютное значение его обычного коэффициента (0.8) больше, чем у дохода (0.002). В) Возраст влияет сильнее, так как абсолютное значение его стандартизованного коэффициента (0.40) больше, чем у дохода (0.15). Г) Невозможно сравнить, так как факторы измерены в разных единицах. **Правильный ответ: В** **Объяснение выбора:** *Владение* методикой означает автоматическое понимание, что для сравнения силы влияния факторов, измеренных в разных единицах (годы и рубли), **необходимо использовать стандартизованные коэффициенты (β)**. • Обычные коэффициенты (b) отражают влияние в натуральных единицах и **несравнимы** (отсюда ошибочность Б). • β-коэффициенты показывают, на сколько стандартных отклонений изменится Y при изменении фактора на одно его стандартное отклонение. Это устраняет шкалу измерения. $\|\beta_1\| = 0.40 > \|\beta_2\| = 0.15$. Это означает, что вариация возраста объясняет бóльшую долю вариации времени потребления, чем вариация дохода. Ответ В демонстрирует точное знание этого правила интерпретации.	Г) Невозможно выбрать без проверки значимости дополнительных факторов с помощью F-теста. **Правильный ответ: Б** **Объяснение выбора:** Специалист, *владеющий* основами построения регрессионных моделей, знает «золотое» эмпирическое правило: **из моделей с одинаковой зависимой переменной следует выбирать ту, которая имеет наибольший скорректированный коэффициент детерминации (R^2adj)**. • R^2adj вносит штраф за добавление новых переменных. Его снижение при увеличении числа факторов (с 0.74 до 0.73) указывает, что два новых фактора не вносят достаточного объяснения, чтобы оправдать усложнение модели. • Следование этому правилу (выбор модели с max R^2adj) — это базовый. Ответы А и В игнорируют этот принцип. Ответ Г предлагает дополнительную проверку, что верно, но не является *стандартным правилом первоочередного выбора*, которым нужно владеть.	
4.	Системы одновременных уравнений	УК- 1	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3	4	10. В каких из перечисленных ниже ситуаций для корректного эконометрического анализа необходимо использовать систему одновременных уравнений, а не одиночное уравнение регрессии? (Выберите ВСЕ верные варианты). **Варианты ответов:**	10. Какие из следующих утверждений относительно системы одновременных уравнений являются ВЕРНЫМИ? (Выберите ВСЕ верные варианты). **Варианты ответов:** А) Эндогенные переменные определяются внутри системы модели.	Повышенный (3-5 минут)

					А) Когда две переменные оказывают взаимное влияние друг на друга (например, цена и количество товара на рынке). Б) Когда зависимая переменная определяется несколькими независимыми факторами. В) Когда в модели существует пропущенная переменная, коррелированная с включенными регрессорами. Г) Когда одна и та же переменная в разных условиях может выступать и как причина, и как следствие, создавая «совместную зависимость». Д) Когда ошибки в разных уравнениях модели могут быть коррелированы между собой. **Правильные ответы: А, Г** **Объяснение выбора:** • **А** — Классический пример одновременности: цена влияет на спрос, спрос влияет на цену. Это требует моделирования двух уравнений (предложения и спроса) совместно. • **Г** — Это общая формулировка понятия «совместная зависимость» (interdependency), которое является сутью СОУ. Переменные определяются одновременно внутри системы. • **Б** — Описывает стандартную множественную регрессию, для которой СОУ не требуется. • **В** — Описывает проблему эндогенности в одиночном уравнении, которая *может* быть следствием одновременности, но также может иметь другие причины (ошибки измерения, самоотбор). Не является прямым и достаточным признаком необходимости СОУ. • **Д** — Описывает особенности, характерные для **систем seemingly unrelated regression (SUR)**, которые являются частным случаем СОУ, но не исчерпывают все причины их использования. Это слишком узкий	Б) Экзогенные переменные и лаговые эндогенные переменные вместе называются предопределенными переменными. В) Структурная форма модели всегда содержит случайные ошибки в правой части уравнений. Г) Оценивать параметры системы напрямую по структурной форме с помощью МНК всегда корректно. Д) Приведенная форма модели выражает каждую эндогенную переменную только через предопределенные переменные и случайные ошибки. **Правильные ответы: А, Б, Д** **Объяснение выбора:** • **А** — Верно. Это базовое определение эндогенной переменной. • **Б** — Верно. Это стандартная терминология: предопределенные переменные (predetermined) — это экзогенные + лаговые эндогенные. Они некоррелированы с текущими ошибками. • **В** — Неверно. В структурной форме в правой части могут находиться и другие *текущие* эндогенные переменные, что и создает проблему. Ошибки присутствуют, но не только они. • **Г** — Неверно. Это центральная проблема СОУ. Присутствие текущих эндогенных переменных в правой части уравнения приводит к корреляции регрессора с ошибкой, что нарушает предпосылки МНК и делает оценки смещенными и несостоятельными (проблема одновременности). **Д** — Верно. Это точное определение приведенной формы. Она получается путем алгебраического разрешения структурной системы относительно каждой эндогенной переменной.	

					признак. 11. Для оценивания параметров уравнений в системе одновременных уравнений используются различные методы. В каких из перечисленных ниже ситуаций предложенный метод оценивания является **КОРРЕКТНЫМ ВЫБОРОМ**? (Выберите ВСЕ верные варианты). **Варианты ответов:** А) Для оценивания **точно идентифицированного** уравнения используется **Косвенный метод наименьших квадратов (КМНК)**. Б) Для оценивания **сверхидентитированного** уравнения используется **Двухшаговый метод наименьших квадратов (ДМНК)**. В) Если система представляет собой набор уравнений, связанных только через корреляцию ошибок, а объясняющие переменные в разных уравнениях различны, для повышения эффективности оценок используется **Метод наименьших квадратов (МНК) для каждого уравнения отдельно**. Г) Если все уравнения системы являются **точно идентифицированными**, то после применения КМНК к каждому уравнению полученные оценки будут идентичны оценкам, полученным с помощью **Трехшагового МНК**. Д) Для быстрого, но неэффективного оценивания параметров любого уравнения системы можно использовать **Прямой МНК**, игнорируя проблему одновременности. **Правильные ответы: А, Б** **Объяснение выбора:** • **А — Верно.** Это прямое применение: КМНК работает только для точно идентифицированных уравнений. • **Б — Верно.** ДМНК (2SLS) — это стандартный и корректный метод для оценивания как точно, так и	11. Оценить эластичность спроса по цене, используя одно уравнение регрессии количества проданного товара (Q) на его цену (P) и доход потребителей (I): $Q=\beta_0+\beta_1 P+\beta_2 I+\epsilon$. Однако известно, что цена и количество определяются на рынке взаимодействием спроса и предложения (т.е. существует одновременность). Какие из следующих последствий этого упущения являются **ВЕРОЯТНЫМИ**? (Выберите ВСЕ верные варианты). **Варианты ответов:** А) Оценка коэффициента $\beta 1$ будет несмещенной оценкой эластичности спроса по цене. Б) Оценка коэффициента $\beta 1$ может отражать смесь параметров и кривой спроса, и кривой предложения, не имея четкой экономической интерпретации. В) Оценка коэффициента $\beta 2$ (при доходе) также будет смещенной из-за корреляции P с ошибкой ϵ. Г) Прогнозы количества по этому уравнению будут всегда неверными. Д) Проблему можно решить, добавив в уравнение больше контрольных переменных. **Правильные ответов: Б, В** **Объяснение выбора:** • **А — Неверно.** Это противоположность истине. При одновременности оценка $\beta 1$ будет **смещенной** и **несостоятельной**. • **Б — Верно.** Классический вывод из проблемы «смещения одновременности». Оцененное уравнение представляет собой не кривую спроса, а некое гибридное «облако» равновесных точек, лежащих на пересечении смещающихся кривых спроса и предложения. $\beta 1$ теряет смысл параметра спроса. • **В — Верно.** Важное следствие. Если цена (P) эндогенна и коррелирует с ошибкой, то все коэффициенты уравнения,	Повышенный (3-5 минут)

					сверхидентифицированных уравнений. • **В — Неверно.** Описанная ситуация — это модель **кажущихся несвязанными регрессий (SUR, Seemingly Unrelated Regressions)**. Применение МНК к каждому уравнению по отдельности даст состоятельные, но **неэффективные** оценки, если ошибки коррелированы. Корректным выбором для повышения эффективности был бы **обобщенный метод наименьших квадратов (GLS) для всей системы**, т.е. собственно метод SUR. • **Г — Неверно.** Трехшаговый МНК (3SLS) учитывает корреляцию ошибок между уравнениями, поэтому даже при точной идентификации его оценки будут (асимптотически) более эффективными, чем оценки КМНК или ДМНК, полученные для каждого уравнения по отдельности. Они не будут идентичными. • **Д — Неверно.** Использование прямого МНК в условиях одновременности дает **смещенные и несостоятельные** оценки, что является грубой ошибкой. Это не метод «быстрого оценивания», а метод, приводящий к заведомо неверным результатам.	включая $\beta 2$, оказываются смещенными, так как нарушается основная предпосылка МНК о некоррелированности регрессоров с ошибкой. • **Г — Неверно.** Слишком категорично. Прогнозы могут быть случайно близки к истине, но их **точность (свойства ошибки прогноза)** не будет оптимальной, а доверительные интервалы окажутся некорректными. Они не будут *заведомо всегда* неверны, но будут ненадежны. • **Д — Неверно.** Добавление контрольных переменных не решает проблему эндогенности, вызванной одновременностью. Нужно менять **метод оценивания** (использовать ДМНК, КМНК) или спецификацию (строить полную систему уравнений).	
					12. При каком из следующих условий применение обычного МНК (Ordinary Least Squares, OLS) для оценки параметров отдельного уравнения в системе гарантированно приведет к смещенным и несостоятельным оценкам? (Выберите ВСЕ верные варианты). Варианты ответов: А) Если среди регрессоров (объясняющих	12. Какие из следующих шагов являются **частью стандартного алгоритма Двухшагового метода наименьших квадратов (2SLS или ДМНК)** для оценки параметров уравнения структурной формы? (Выберите ВСЕ верные варианты). **Варианты ответов:** А) Оценить с помощью МНК параметры **приведенной формы** для всех	Повышенный (3-5 минут)

					переменных) этого уравнения есть хотя бы одна текущая эндогенная переменная. Б) Если в уравнении присутствует гетероскедастичность ошибок. В) Если ошибки этого уравнения коррелируют с ошибками другого уравнения системы. Г) Если в уравнение не включена лагированная зависимая переменная. Д) Если матрица наблюдений регрессоров имеет неполный ранг (присутствует полная мультиколлинеарность). **Правильные ответы: А** **Объяснение выбора**: Формальное правило: – Причина смещения в СОУ: Нарушение предпосылки МНК о некоррелированности регрессоров со случайной ошибкой. – Формальный признак нарушения: Наличие в правой части уравнения текущей эндогенной переменной, которая сама зависит от других переменных системы и, следовательно, коррелирует с общей ошибкой системы. • **А — Верно.** Это и есть точное и достаточное формальное условие, которое специалист должен уметь мгновенно идентифицировать. • **Б — Неверно.** Гетероскедастичность нарушает эффективность МНК-оценок (они перестают быть BLUE), но не их состоятельность и несмещенность (при прочих предпосылках). • **В — Неверно.** Корреляция ошибок между уравнениями характерна для моделей SUR и влияет на эффективность оценок, но не на состоятельность оценок каждого уравнения по МНК, если в правой части нет эндогенных переменных. • **Г — Неверно.** Отсутствие лаги — это вопрос спецификации, а не причина	эндогенных переменных, выступающих регрессорами в данном структурном уравнении. Б) Сформировать новые, "очищенные" переменные (fitted values) для эндогенных регрессоров, подставив в оцененные уравнения приведенной формы фактические значения всех **предопределенных переменных** системы. В) Оценить с помощью МНК исходное структурное уравнение, заменив фактические значения эндогенных регрессоров на "очищенные" значения, полученные на предыдущем шаге. Г) Проверить наличие автокорреляции в остатках от регрессии второго шага с помощью критерия Дарбина-Уотсона. Д) Использовать стандартные ошибки, полученные на втором шаге, для проверки значимости коэффициентов. **Правильные ответы: А, Б, В** **Объяснение выбора:** Владение методом означает знание его канонических шагов. • **А — Верно. Первый шаг:** Оценка приведенной формы для эндогенных регрессоров (не для всех эндогенных переменных системы, а именно для тех, что стоят в правой части оцениваемого уравнения). • **Б — Верно.** Формирование инструментальных переменных. Эти fitted values являются линейными комбинациями предопределенных переменных и некоррелированы с ошибкой. • **В — Верно. Второй шаг:** Проведение регрессии зависимой переменной на экзогенные перемены уравнения и на сконструированные на шаге Б fitted values. • **Г — Неверно.** Хотя проверка остатков важна на практике, она **не является частью стандартного алгоритма**	

					смещения оценок. • **Д — Неверно.** Полная мультиколлинеарность делает оценки невозможными к вычислению (матрица X'X вырождена), но не является специфической проблемой СОУ и не связана со смещением из-за одновременности.	**оценивания 2SLS**. Это диагностическая процедура, следующая после оценивания. **Д — Неверно. Критически важный нюанс.** Стандартные ошибки, полученные напрямую из регрессии второго шага, являются **смещенными**. Для корректных статистических выводов необходимо использовать **скорректированные формулы** для стандартных ошибок (например, формулу Хайлброна-Уайта). Специалист, *владеющий* методом, должен это знать.	
5.	Временные ряды. Основные типы трендов и выявление компонент ряда	УК- 1	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3	5	13. Опишите классическую модель декомпозиции временного ряда. Назовите и дайте определения четырем её основным компонентам. Приведите общий вид аддитивной и мультипликативной модели, пояснив, в каких случаях каждая из них применяется. **Эталонный ответ:** Классическая модель декомпозиции временного ряда предполагает, что наблюдаемый ряд (Y_t) является функцией от нескольких компонент. **Основные компоненты:** 5. **Тренд (T_t, Trend)** — долговременная, систематическая составляющая, отражающая общее направление развития процесса (рост, падение, стагнация) на длительном интервале времени. Это гладкая, медленно меняющаяся функция времени. 6. **Сезонная компонента (S_t, Seasonal)** — периодические колебания, повторяющиеся с фиксированной и известной периодичностью (год, квартал, месяц, неделя, день). Связаны с календарными или климатическими факторами. 7. **Циклическая компонента (C_t, Cyclical)** — долгосрочные колебания вокруг тренда, не имеющие строго фиксированной периодичности (например, экономические циклы:	13. Дайте определение автокорреляции уровней временного ряда. Что такое автокорреляционная функция (АКФ) и коррелограмма? Какой вид коррелограммы характерен для: а) стационарного ряда; б) ряда, содержащего тренд; в) ряда, содержащего сезонность? **Эталонный ответ:** **Автокорреляция уровней временного ряда** — это корреляционная зависимость между уровнями одного и того же ряда, взятыми со сдвигом во времени (лагом τ). Она измеряет линейную связь между текущим значением ряда Y_t и его прошлыми значениями Y_{t-τ}. **Автокорреляционная функция (АКФ, ACF)** — это функция, показывающая зависимость коэффициента автокорреляции от величины лага τ. Коэффициент автокорреляции r(τ) рассчитывается аналогично обычному коэффициенту корреляции, но для пар (Y_t, Y_{t-τ}). **Коррелограмма** — это графическое представление автокорреляционной функции в виде столбчатой диаграммы, где по оси X откладывается лаг τ, а по оси Y — значение r(τ). **Вид коррелограммы для различных рядов:** • **а) Для стационарного ряда:** Значения АКФ быстро убывают (экспоненциально или обрывочно) до нуля с ростом лага τ, оставаясь в пределах статистически	Высокий (5-10 минут)

					подъемы и спады длительностью несколько лет). Часто на практике сложно отделяется от тренда, и тогда говорят об общей тенденции (Trend-Cycle). 8. **Случайная компонента (E_t, Irregular/Random)** — нерегулярные, случайные колебания, не объясняемые предыдущими компонентами. Представляет собой «шум» — остаток после выделения всех систематических эффектов. **Модели декомпозиции:** 3. **Аддитивная модель:** Y_t = T_t + S_t + C_t + E_t o **Применяется**, когда амплитуда сезонных колебаний не зависит от уровня ряда (сезонные колебания примерно постоянны по величине в течение всего ряда). 4. **Мультипликативная модель:** Y_t = T_t * S_t * C_t * E_t (часто циклическая компонента объединяется с трендом: Y_t = (T_t * C_t) * S_t * E_t) o **Применяется**, когда амплитуда сезонных колебаний пропорциональна уровню тренда (сезонные колебания растут или уменьшаются вместе с общим ростом/падением ряда). Для анализа эту модель часто логарифмируют, приводя к аддитивному виду: ln(Y_t) = ln(T_t) + ln(S_t) + ln(E_t).	незначимой области (доверительной полосы). Нет долгосрочных зависимостей. • **б) Для ряда, содержащего тренд:** АКФ убывает очень медленно (линейно или гиперболически). Значимые положительные автокорреляции наблюдаются для многих первых лагов. Это характерный признак нестационарности по уровню. **в) Для ряда, содержащего сезонность (период L):** На коррелограмме наблюдаются четкие **пики** (значимые положительные автокорреляции) на лагах, кратных периоду сезонности (τ = L, 2L, 3L, ...). Например, для месячных данных с годовой сезонностью пики будут на лагах 12, 24, 36 и т.д. АКФ также затухает, но с периодическими всплесками.	Высокий (5-10 минут)
					14. Представлены два графика временных рядов месячных данных о продажах компании «Альфа» и компании «Бета» за 5 лет. • **График «Альфа»:** Ряд показывает	14. При анализе недельного временного ряда количества посещений сайта (неделя к неделе) обнаружилось, что график ряда и его АКФ указывают на наличие сильного восходящего	

					устойчивый линейный рост. Сезонные пики (декабрь) и спады (февраль) имеют примерно постоянную высоту (в единицах измерения) на протяжении всего периода. • **График «Бета»:** Ряд демонстрирует экспоненциальный рост (ускорение). Амплитуда сезонных колебаний явно увеличивается с ростом уровня ряда: в первые годы сезонные всплески невелики, в последние — очень значительны. 3. Какой тип модели декомпозиции (аддитивную или мультипликативную) Вы бы рекомендовали для анализа каждого ряда? Дайте **развернутое обоснование** своего выбора, основанное на визуальных характеристиках данных. 4. Предложите, какое простое преобразование данных для ряда компании «Бета» позволит использовать более простые методы анализа, разработанные для аддитивной модели. **Ответ:** **1. Выбор модели и обоснование:** • **Для компании «Альфа»** рекомендую **аддитивную модель** (Y = T + S + E). **Обоснование:** Ключевой признак — постоянство амплитуды сезонных колебаний. Независимо от того, находился ли тренд на низком или высоком уровне, размах между декабрьским пиком и февральским спадом оставался примерно одинаковым в абсолютных единицах измерения (тыс. руб., штук). Это означает, что сезонная компонента **не зависит** от уровня тренда, что является строгим условием для аддитивной модели. Сезонность здесь *прибавляет* или *вычитает* пример но фиксированную величину.	тренда. Однако, проведя опрос, Вы узнали, что за последний год не было запущено ни одной значимой маркетинговой кампании, контентная стратегия не менялась, а конкуренты не уходили с рынка. То есть, содержательных причин для устойчивого роста нет. 3. Какие **альтернативные статистические причины** (помимо содержательного тренда) могли привести к такому виду ряда и АКФ? Назовите не менее двух. 4. Опишите, какие **дополнительные диагностические процедуры** (помимо построения АКФ) Вы проведете, чтобы проверить гипотезу о наличии истинного тренда. Что должно подтвердить или опровергнуть эту гипотезу? **Ответ:** **1. Альтернативные статистические причины:** • **Сильная положительная автокорреляция первого порядка (эффект импульса):** Ряд может следовать процессу, подобному **AR(1)** с коэффициентом φ, близким к 1 (например, Y_t = 0.9*Y_{t-1} + ε_t). Такой процесс будет выглядеть как «тренд» на ограниченном участке наблюдений, так как каждое следующее значение сильно зависит от предыдущего. Это создает иллюзию направленного движения, хотя процесс является стационарным (при |φ|<1) и в долгосрочной перспективе возвращается к своему среднему. Это классический пример «**ложного тренда**». • **Наличие структурного сдвига (break) или выброса в середине ряда:** Единичное резкое увеличение уровня ряда (из-за технического сбоя в счетчике, однократной вирусной публикации) может исказить картину. После скачка АКФ будет медленно затухать, имитируя тренд, хотя реального	

					• **Для компании «Бета»** рекомендую **мультипликативную модель** (Y = T * S * E). **Обоснование:** Ключевой признак — изменение амплитуды сезонных колебаний пропорционально уровню тренда. По мере экспоненциального роста ряда сезонные пики и провалы становятся всё более выраженными в абсолютном выражении. Это указывает на то, что сезонность действует как **множитель (коэффициент)**. Например, в декабре продажи могут быть в среднем *в 1.5 раза* выше трендового значения, а в феврале — *в 0.7 раза*. Мультипликативная модель лучше отражает эту относительную, пропорциональную зависимость. **2. Преобразование для ряда «Бета»:** Для применения более простых линейных методов (например, аддитивной декомпозиции или регрессии) к данным «Беты» можно выполнить логарифмическое преобразование исходного ряда: Z_t = ln(Y_t). Эффект: Мультипликативная модель Y = T * S * E после логарифмирования превращается в аддитивную: ln(Y) = ln(T) + ln(S) + ln(E). Экспоненциальный тренд становится близким к линейному на шкале логарифмов, а сезонные колебания с постоянной относительной амплитудой становятся колебаниями с постоянной абсолютной амплитудой в логарифмах. Это позволяет анализировать ряд Z_t стандартными методами для аддитивных структур.	устойчивого роста не было. • **Нестационарность по дисперсии (гетероскедастичность), сочетающаяся со случайными всплесками:** Если дисперсия ряда со временем увеличивается, а в последний период произошло несколько случайных положительных отклонений, это может визуально восприниматься как тренд. **2. Дополнительные диагностические процедуры:** • **Тест на единичный корень (тест Дики-Фуллера, ADF-тест):** Это **ключевой тест**. Нулевая гипотеза H0: «Ряд имеет единичный корень (нестационарен, содержит стохастический тренд)». Альтернативная H1: «Ряд стационарен (тренд детерминированный или отсутствует)». **Если тест не отвергает H0 (p-value > 0.05), это говорит в пользу того, что наблюдаемый «тренд» — скорее следствие случайного блуждания (сильной автокорреляции), а не детерминированного роста.** Для большей надежности стоит провести тест с включением в уравнение константы и тренда. • **Анализ частной автокорреляционной функции (ЧАКФ, PACF):** Для процесса AR(1) ЧАКФ будет иметь значимый скачок только на лаге 1, а далее обрываться. Для ряда с трендом ЧАКФ также будет медленно затухать. Совместный анализ АКФ и ЧАКФ поможет идентифицировать процесс. • **Визуальный анализ ряда первых разностей (ΔY_t = Y_t - Y_{t-1}):** Если ряд содержит истинный линейный тренд, его первые разности будут стационарны вокруг константы (этого трендового прироста). Если же рост был артефактом автокорреляции, ряд первых разностей	Высокий (5-10 минут)

					15. Имеются поквартальные данные об объемах продаж (в тыс. у.е.) за 3 года: Год 1: I кв. - 120, II кв. - 140, III кв. - 160, IV кв. - 180. Год 2: I кв. - 130, II кв. - 150, III кв. - 170, IV кв. - 190. Год 3: I кв. - 140, II кв. - 160, III кв. - 180, IV кв. - 200. 4. Рассчитайте **центрированную скользящую среднюю с окном 4** (для устранения сезонности квартальных данных) для данного ряда. Опишите все шаги расчета. 5. Постройте на одном графике (схематично или описательно): а) исходный ряд; б) рассчитанный ряд скользящих средних. Какой компонент ряда представляет ряд скользящих средних? 6. Сделайте вывод о наличии и характере тренда на основе графика. **Ответ:** **1. Расчет центрированной скользящей средней с окном m=4:** • **Шаг 1:** Поскольку окно четное (4), мы не можем сразу отнести среднюю к конкретному моменту. Сначала вычисляются **первичные скользящие средние** для середины интервала между периодами. ○ MA_1 (между II и III кв. 1 года) =	будет выглядеть как стационарный процесс без постоянного среднего (колебаться вокруг нуля). • **Разбиение ряда на подпериоды:** Разделить ряд на две части и проверить, сохраняется ли «тренд» в каждой из них по отдельности. Если в каждой части тренд неочевиден, это усилит подозрения на артефакт. 15. Для временного ряда ежегодных данных (Y_t) за 5 лет известны следующие суммы: $\Sigma t = 15$, $\Sigma t^2 = 55$, $\Sigma Y_t = 180$, $\Sigma(t * Y_t) = 590$, $n = 5$. 4. Запишите уравнение линейного тренда. 5. Используя метод наименьших квадратов (МНК), рассчитайте оценки параметров (a и b) этого тренда. Покажите все этапы расчета. 6. Дайте интерпретацию полученному коэффициенту b. Спрогнозируйте значение ряда на 6-й год (t=6) по построенной модели. **Ответ:** **1. Уравнение линейного тренда:** $\hat{Y}_t = a + b*t$, где $\hat{Y}_t$ — выровненное (трендовое) значение, t — номер периода. **2. Расчет параметров по МНК:** Известны формулы для оценок МНК: $b = (n*\Sigma(tY) - \Sigma t*\Sigma Y) / (n*\Sigma t^2 - (\Sigma t)^2)$ $a = (\Sigma Y / n) - b*(\Sigma t / n)$ • **Расчет коэффициента b:** ○ Числитель: $n*\Sigma(tY) - \Sigma t*\Sigma Y = 5*590 - 15*180 = 2950 - 2700 = 250$ ○ Знаменатель: $n*\Sigma t^2 - (\Sigma t)^2 = 5*55 - (15)^2 = 275 - 225 = 50$ ○ $b = 250 / 50 = 5.0$ • **Расчет коэффициента a:** ○ $\bar{Y} = \Sigma Y / n = 180 / 5 = 36$	

					(120+140+160+180)/4 = 150.0 ○ MA_2 (между III и IV кв. 1 года) = (140+160+180+130)/4 = 152.5 ○ MA_3 (между IV кв. 1 г. и I кв. 2 г.) = (160+180+130+150)/4 = 155.0 ○ MA_4 = (180+130+150+170)/4 = 157.5 ○ MA_5 = (130+150+170+190)/4 = 160.0 ○ MA_6 = (150+170+190+140)/4 = 162.5 ○ MA_7 = (170+190+140+160)/4 = 165.0 ○ MA_8 = (190+140+160+180)/4 = 167.5 ○ MA_9 = (140+160+180+200)/4 = 170.0 • **Шаг 2:** Для получения **центрированных скользящих средних**, относящихся к конкретному кварталу, вычисляем среднее из каждой пары соседних первичных средних. ○ CMA (III кв. 1 г.) = (150.0 + 152.5)/2 = **151.25** ○ CMA (IV кв. 1 г.) = (152.5 + 155.0)/2 = **153.75** ○ CMA (I кв. 2 г.) = (155.0 + 157.5)/2 = **156.25** ○ CMA (II кв. 2 г.) = (157.5 + 160.0)/2 = **158.75** ○ CMA (III кв. 2 г.) = (160.0 + 162.5)/2 = **161.25** ○ CMA (IV кв. 2 г.) = (162.5 + 165.0)/2 = **163.75** ○ CMA (I кв. 3 г.) = (165.0 + 167.5)/2 = **166.25** ○ CMA (II кв. 3 г.) = (167.5 + 170.0)/2 = **168.75** **2. Построение графика и идентификация компоненты:**	○ $\bar{t} = \Sigma t / n = 15 / 5 = 3$ ○ $a = \bar{Y} - b * \bar{t} = 36 - 5.0 * 3 = 36 - 15 = 21.0$ **Итоговое уравнение тренда:** $\hat{Y}_t = 21.0 + 5.0*t$ **3. Интерпретация и прогноз:** • **Интерпретация b:** Коэффициент b = 5.0 показывает, что в среднем за один год (один период) значение ряда Y увеличивается на 5 единиц. Это средний абсолютный прирост ряда. **Прогноз на 6-й год (t=6):** $\hat{Y}_6 = 21.0 + 5.0 * 6 = 21.0 + 30.0 = 51.0$	

					• На графике синей ломаной линией будет изображен исходный ряд с явными квартальными колебаниями и общим ростом. • На том же графике красной более гладкой линией будет изображен ряд центрированных скользящих средних (CMA), проходящий через точки: (III-1:151.25), (IV-1:153.75), (I-2:156.25), ..., (II-3:168.75). • Ряд скользящих средних представляет собой оценку **трендово-циклической компоненты (T_t + C_t)**. В данном случае, так как ряд короткий, это в основном оценка **тренда**, так как циклические колебания выделить сложно. **3. Вывод о тренде:** На основе графика ряда скользящих средних четко прослеживается **восходящий линейный тренд**. Значения CMA последовательно увеличиваются от ~151 в III квартале первого года до ~169 во II квартале третьего года. Объем продаж имеет устойчивую тенденцию к росту.		
6.	Автокорреляция временных рядов	УК- 1	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3	2	16. Установите правильную последовательность шагов для первоначальной визуальной проверки наличия автокорреляции в остатках эконометрической модели, построенной на временных рядах. Расположите шаги от первого к последнему. **Шаги:** А. Построить график остатков модели от времени. Б. Рассчитать выборочную автокорреляционную функцию (АКФ) для остатков. В. Провести формальный тест (например, Дарбина-Уотсона или Бройша-Годфри). Г. Визуально оценить график: наличие тренда, периодичности или кластеризации остатков. Д. Построить коррелограмму (график АКФ) с доверительными интервалами.	16. Установите правильную последовательность действий при использовании теста Дарбина-Уотсона для проверки остатков регрессионной модели на автокорреляцию первого порядка. Расположите шаги по порядку. **Шаги:** А. Выбрать уровень значимости α (обычно 0.05). Б. Рассчитать статистику Дарбина-Уотсона по формуле: DW = Σ(e_t - e_{t-1})² / Σe_t², где e_t — остатки модели. В. Сформулировать гипотезы: H0: нет автокорреляции первого порядка (ρ=0); H1: есть положительная автокорреляция (ρ>0) или есть отрицательная автокорреляция (ρ<0). Г. Сравнить рассчитанное значение DW с табличными критическими значениями (dL и dU) для данного числа наблюдений и числа	Базовый (1-3 минуты)

					Правильная последовательность: А →Г→Б→Д→В	регрессоров. Д. Сделать вывод: если DW < dL — отвергаем H0 в пользу положительной автокорреляции; если DW > 4 - dL — отвергаем H0 в пользу отрицательной автокорреляции; в остальных случаях — нет оснований отвергать H0. **Правильная последовательность: В→Б→А→Г→Д**	
					17. В модели регрессии по временным рядам обнаружена значимая положительная автокорреляция остатков (по тесту Дарбина-Уотсона и коррелограмме). Аналитик подозревает, что это может быть следствием пропущенной переменной или нелинейности. Установите логическую последовательность его **диагностических действий** для проверки этой гипотезы. Расположите шаги от первого к последнему. **Шаги:** А. Оценить расширенную модель (с новой переменной или нелинейным членом) и получить новые остатки. Б. Построить график остатков исходной модели от времени и от пропущенных факторов (если есть гипотезы). В. Провести тест на автокорреляцию (например, Бройша-Годфри) для остатков новой модели. Г. Сравнить информационные критерии (Акаике, Шварца) и коэффициент детерминации исходной и расширенной модели. Д. Проанализировать коррелограмму остатков новой модели: исчез ли медленно затухающий паттерн? Е. Если автокорреляция исчезла, сделать вывод о ее причине. Если нет — рассмотреть другие причины (например, включить лаги зависимой переменной). **Правильная последовательность: Б→А→В→Д→Г→Е**	17. В регрессионной модели, связывающей макроэкономические показатели, обнаружена автокорреляция остатков. Аналитику важно получить состоятельные оценки коэффициентов и корректные стандартные ошибки для проверки гипотез. Установите последовательность его рассуждений и действий по выбору метода. Расположите шаги от первого к последнему. **Шаги:** А. Определить, является ли автокорреляция следствием спецификации (пропущенный тренд, лаг) или свойством ошибок. Б. Если автокорреляция в ошибках, выбрать между: 1) Оценкой модели с помощью обобщенного метода наименьших квадратов (GLS/Фуллер-Аймса); 2) Использованием МНК с робастными стандартными ошибками (Ньюи-Уэст). В. Проанализировать вид коррелограммы остатков, чтобы понять структуру автокорреляции (AR(1), AR(p), сезонная). Г. Применить выбранный метод, оценить модель. Д. Принять решение: если цель — **точный прогноз**, предпочесть GLS для эффективности; если цель — **проверка значимости коэффициентов** и интерпретируемость МНК-оценок — предпочесть робастные стандартные ошибки. Е. Проверить остатки новой модели на отсутствие автокорреляции. **Правильная последовательность: А→В→Б→Д→Г→Е**	Базовый (1-3 минуты) Базовый (1-3 минуты)

					18. Установите строгую последовательность шагов для расчета и интерпретации статистики Дарбина-Уотсона (DW) в рамках проверки на автокорреляцию первого порядка. Расположите шаги от первого к последнему. **Шаги:** А. По таблице критических значений Дарбина-Уотсона для заданного уровня значимости α, числа наблюдений n и числа регрессоров k (без константы) найти значения dL и dU. Б. Сформулировать нулевую и альтернативную гипотезы: H0: ρ=0 (нет автокорреляции 1-го порядка), H1: ρ≠0 (есть автокорреляция). В. Рассчитать сумму квадратов остатков модели: Σe_t^2. Г. Рассчитать сумму квадратов разностей последовательных остатков: $\Sigma(e_t - e_\{t-1\})^2$. Д. Рассчитать статистику Дарбина-Уотсона: $DW = [\Sigma(e_t - e_\{t-1\})^2] / [\Sigma e_t^2]$. Е. Сравнить расчетное значение DW с критическими: если DW < dL → отвергнуть H0 в пользу положительной автокорреляции; если DW > (4 - dL) → отвергнуть H0 в пользу отрицательной автокорреляции; если dU < DW < (4 - dU) → нет оснований отвергать H0; в зонах неопределенности (dL ≤ DW ≤ dU и (4-dU) ≤ DW ≤ (4-dL)) тест не дает однозначного ответа. **Правильная последовательность: Б→В→Г→Д→А→Е**	18. Установите правильную последовательность шагов для проведения теста Бройша-Годфри (теста множителей Лагранжа) на автокорреляцию до p-го порядка. Расположите шаги по порядку. **Шаги:** А. Выбрать лаг p для теста (порядок автокорреляции). Б. Оценить исходную регрессионную модель Y на X и сохранить остатки e_t. В. Оценить вспомогательную регрессию: регрессию остатков e_t на все исходные регрессоры X и на лаги остатков e_{t-1}, e_{t-2}, ..., e_{t-p}. Г. Рассчитать тестовую статистику LM = n * R^2_aux, где n — число наблюдений во вспомогательной регрессии, R^2_aux — коэффициент детерминации вспомогательной регрессии. Д. Определить критическое значение χ^2-распределения с p степенями свободы для выбранного уровня значимости. Е. Сравнить LM-статистику с критическим значением: если LM > $\chi^2_крит$, отвергнуть H0 об отсутствии автокорреляции до порядка p. Ж. Сформулировать гипотезы: H0: ρ1=ρ2=...=ρp=0; H1: хотя бы один ρi ≠ 0. **Правильная последовательность: Ж→А→Б→В→Г→Д→Е**	
7.	Динамические эконометрические модели	УК- 1	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3	3	19. Что является **ключевым отличительным признаком** динамической эконометрической модели от статической? **Варианты ответов:** А) Наличие в модели более одной объясняющей переменной. Б) Использование логарифмической функциональной формы. В) Включение в модель лагированных значений зависимой и/или независимых переменных. Г) Оценка модели на данных временных рядов. **Правильный ответ: В**	19. Какая из перечисленных причин является **основным содержательным обоснованием** для включения лага зависимой переменной (Y_{t-1}) в правую часть уравнения регрессии? **Варианты ответов:** А) Устранение проблемы гетероскедастичности остатков модели. Б) Учет инерционности (привычек, эффекта сохранения состояния) в поведении экономического агента или системы. В) Сокращение числа оцениваемых параметров в	Базовый (1-3 минуты)

					Объяснение выбора: Динамическая модель принципиально предназначена для учета **временных лагов** в воздействии факторов. Её определяющая черта — включение в правую часть уравнения значений переменных, относящихся к прошлым моментам времени (лагов). Это позволяет моделировать инерцию, ожидания, адаптационные процессы. Вариант А описывает множественную регрессию, которая может быть статической. Вариант Б — вопрос функциональной формы, а не динамики. Вариант Г — данные временных рядов могут использоваться и в статических моделях (например, регрессия текущего потребления на текущий доход).	модели. Г) Гарантия того, что все коэффициенты модели будут статистически значимыми. **Правильный ответ: Б** **Объяснение выбора:** Лаг зависимой переменной Y_{t-1} напрямую моделирует **инерцию**. Например, текущее потребление зависит от прошлого уровня потребления (привычка), текущие инвестиции — от прошлого объема капитала, текущая инфляция — от инфляционных ожиданий, сформированных в прошлом периоде. Это главная содержательная причина. Вариант А: включение лага может повлиять на автокорреляцию, но не является методом борьбы с гетероскедастичностью. Варианты В и Г — технические следствия, которые не всегда выполняются и не являются целью.	Базовый (1-3 минуты)
					20. Экономическая теория предполагает, что инвестиции в НИОКР (X) оказывают положительное влияние на производительность труда (Y), но этот эффект проявляется не сразу, а распределен во времени: частично в текущем году, частично в следующем, и через два года полностью затухает. При этом не ожидается, что прошлая производительность напрямую влияет на текущую (инерции нет). Какую модель следует выбрать для эмпирической проверки этой гипотезы? **Варианты ответов:** А) Статическую модель: Y_t = α + β X_t + ε_t. Б) Модель с распределенным лагом (DL): Y_t = α + β_0 X_t + β_1 X_{t-1} + β_2 X_{t-2} + ε_t. В) Авторегрессионную модель (AR): Y_t = α + γ Y_{t-1} + ε_t. Г) Модель коррекции ошибок (ECM). **Правильный ответ: Б** **Объяснение выбора:** • **Анализ предпосылки:** Гипотеза четко описывает **распределенный во времени эффект** (текущий, с лагом 1 и 2 года)	20. В модели, объясняющей ежемесячный объем продаж (S_t) компании, оценено уравнение: S_t = 10 + 0.3*Adv_t + 0.65*S_{t-1} + ε_t, где Adv_t — расходы на рекламу. При условии статистической значимости коэффициентов, какую **содержательную информацию** несет оценка коэффициента 0.65 при S_{t-1}? **Варианты ответов:** А) 65% клиентов, купивших в прошлом месяце, совершают покупку снова. Б) При увеличении расходов на рекламу на 1 у.е. в текущем месяце, продажи вырастут на 0.3 у.е. в этом месяце и еще на 0.65 у.е. в следующем. В) Он показывает скорость адаптации: около 35% разрыва между фактическими и долгосрочными равновесными продажами ликвидируется за один месяц. Г) Он показывает, что прошлые продажи являются слабым предиктором текущих, так как коэффициент меньше 1. **Правильный ответ: В** **Объяснение выбора:** Коэффициент при лагированной зависимой переменной в моделях типа Y_t = α + βX_t +	

					и **отсутствие инерции** (нет зависимости от Y_{t-1}). • **Сопоставление с вариантами:** ○ **А (Статическая):** Игнорирует лагированный эффект, противоречит гипотезе. ○ **Б (DL):** Идеально соответствует гипотезе. Позволяет оценить отдельно мгновенный эффект (β_0), эффект с лагом в год (β_1) и два года (β_2). Отсутствие Y_{t-1} соответствует предположению об отсутствии инерции. ○ **В (AR):** Моделирует инерцию, что противоречит условию. Не позволяет оценить структуру воздействия X. ○ **Г (ECM):** Предназначена для моделирования долгосрочного равновесия и краткосрочной динамики корректировки, что не является главным вопросом в данной гипотезе. ECM обычно содержит лаг зависимой переменной, что нежелательно по условию.	γY_{t-1} + ε_t имеет ключевую интерпретацию. • **А** — Неверно. Это буквальная и ошибочная интерпретация. Коэффициент 0.65 — это не доля клиентов, а параметр, определяющий динамику уровня продаж как процесса. • **Б** — Неверно. Это путаница с моделью распределенного лага. Коэффициент 0.65 относится к S_{t-1}, а не к лагированной рекламе. Эффект рекламы с лагом опосредован через влияние на S_{t-1}. • **В** — **Верно**. Это классическая интерпретация. Если представить модель в виде (S_t - S_{t-1}) = α + βAdv_t + (γ - 1)S_{t-1} + ε_t, то (1 - γ) = 1 - 0.65 = 0.35 — это **коэффициент коррекции (коэффициент адаптации)**. Он показывает, какая доля дисбаланса (отклонения от равновесия) устраняется за один период. Именно так интерпретируются подобные модели в контексте частичной корректировки или адаптивных ожиданий. • **Г** — Неверно. Наоборот, коэффициент 0.65, будучи близким к 1, указывает на **сильную инерционность (персистентность)** процесса. Продажи сильно зависят от своего прошлого уровня.	Базовый (1-3 минуты)
					21. Оценена модель авторегрессии с распределенным лагом (ADL(1,1)): Y_t = α + β_0 X_t + β_1 X_{t-1} + γ_1 Y_{t-1} + ε_t. Все оценки коэффициентов статистически значимы. По какой **формуле следует рассчитать долгосрочный мультипликатор** влияния X на Y? **Варианты ответов:** А) LRM = β_0	21. В модели Y_t = β_0 + β_1 X_t + u_t, где u_t = ρ u_{t-1} + ε_t, для получения эффективных оценок применяется метод Кохрейна-Орката. Какой шаг является **первым** в этом итеративном алгоритме? **Варианты ответов:** А) Оценить параметр автокорреляции ρ регрессией остатков e_t на e_{t-1}. Б) Преобразовать переменные: Y_t* = Y_t - ρY_{t-1}, X_t* = X_t - ρX_{t-1}. В) Оценить исходную модель обычным МНК, получить остатки e_t.	

					Б) LRM = $\beta_0 + \beta_1$ В) LRM = $(\beta_0 + \beta_1) / (1 - \gamma_1)$ Г) LRM = $\beta_0 / (1 - \gamma_1)$ **Правильный ответ: В** **Объяснение выбора:** Специалист, *владеющий* методологией динамических моделей, должен знать наизусть стандартную формулу для ADL(1,1). • **Логика вывода:** В долгосрочном равновесии предполагаем, что $Y_t = Y_{t-1} = Y^*$ и $X_t = X_{t-1} = X^*$. Подставляем в уравнение: $Y^* = \alpha + \beta_0 X^* + \beta_1 X^* + \gamma_1 Y^*$ $Y^* - \gamma_1 Y^* = \alpha + (\beta_0 + \beta_1) X^*$ $Y^* (1 - \gamma_1) = \alpha + (\beta_0 + \beta_1) X^*$ $Y^* = \alpha/(1-\gamma_1) + [(\beta_0 + \beta_1)/(1 - \gamma_1)] X^*$ • **Коэффициент при X*** в этом долгосрочном соотношении и есть долгосрочный мультипликатор: LRM = $(\beta_0 + \beta_1) / (1 - \gamma_1)$. • Ответы А и Б — это краткосрочные эффекты (мгновенный и суммарный за один лаг соответственно). Ответ Г — формула для случая, когда в модели только X_t (ADL(1,0)), что не соответствует условию задачи.	Г) Оценить преобразованную модель $Y_t^* = \beta_0(1-\rho) + \beta_1 X_t^* + \varepsilon_t$ с помощью МНК. **Правильный ответ: В** **Объяснение выбора:** Владение методом означает знание его стартовой точки и логики. • **Алгоритм Кохрейна-Оркатта начинается с получения начальных (стартовых) значений для параметров.** • **Шаг 1 (В):** Оценить исходную модель обычным МНК. Это дает нам **начальные приближения** для коэффициентов β_0 и β_1, а также ряд остатков e_t. • **Шаг 2 (А):** Используя остатки e_t, оценить ρ как коэффициент в регрессии e_t на e_{t-1}. • **Шаг 3 (Б):** Используя оценку ρ, преобразовать исходные переменные. • **Шаг 4 (Г):** Оценить преобразованную модель МНК, получить новые оценки β и новые остатки. Затем шаги 2-4 повторяются (итерируются) до сходимости оценок ρ и β. Следовательно, отправной и обязательной точкой является **В**. Без начальных МНК-оценок нечего преобразовывать.	

Критерии оценивания диагностической работы:

Оценка	Критерии оценивания
отлично	от 90 до 100 % правильно выполненных заданий
хорошо	от 70 до 89 % правильно выполненных заданий
удовлетворительно	от 50 до 69 % правильно выполненных заданий
неудовлетворительно	менее 50 % правильно выполненных заданий