

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Романчук Иван Сергеевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 24.04.2025 17:16:21  
Уникальный программный ключ:  
6319edc2b582ffda443f01d5779368d0957ac34f5cd074d81181530452479

Приложение к рабочей  
программе дисциплины

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Наименование дисциплины	<i>Макроэконометрика и численное моделирование</i>
Направление подготовки / Специальность	<i>38.04.01 Экономика</i>
Направленность (профиль) / Специализация	<i>Цифровая экономика</i> <i>ОП ВО</i>
Форма обучения	<i>очная</i>

*Разработчик Мерзлякова А.Ю.,  
профессор научно-учебной лаборатории исследований рынка труда*

1. Темы дисциплины для самостоятельного освоения обучающимися  
Отсутствуют.

2. План самостоятельной работы:

№ п/п	Учебные встречи	Виды самостоятельной работы	Форма отчетности / контроля	Количество баллов	Рекомендуемый бюджет времени на выполнение (ак.ч.)
1.	Деловые циклы и эконометрика временных рядов	1. Проработка лекций	Опрос на практическом занятии	1	1
		2. Подготовка к практическому занятию	Решение задач	1	1
2.	Векторные модели временных рядов	1. Проработка лекций	Опрос на практическом занятии	1	1
		2. Подготовка к практическому занятию	Решение задач	1	1
3.	Байесовские векторные авторегрессии	1. Проработка лекций	Опрос на практическом занятии	1	1
		2. Подготовка к практическому занятию	Решение задач	1	1
		3. Выполнение расчетного задания	Представление и защита работы	15	17
4.	Факторные модели и FAVAR	1. Проработка лекций	Опрос на практическом занятии	1	1
		2. Подготовка к практическому занятию	Решение задач	1	1
		3. Выполнение расчетного задания	Представление и защита работы	15	17
5	Методы оценивания DSGE моделей	1. Проработка лекций	Опрос на практическом занятии	1	1
		2. Подготовка к практическому занятию	Решение задач	1	1
6	Моделирование при наличии структурных сдвигов	1. Проработка лекций	Опрос на практическом занятии	1	1

		2. Подготовка к практическому занятию	Решение задач	1	1
7.	Подготовка к экзамену	Изучение материалов по дисциплине по вопросам к экзамену	Контрольная работа	-	12
	Итого			42	58

3. Требования и рекомендации по выполнению самостоятельных работ обучающихся, критерии оценивания

#### **Вид: Подготовка к практическим занятиям**

Краткая характеристика – в ходе подготовки к практическим занятиям рекомендуется решить задачи, задаваемые для самостоятельной работы, на основе примеров, разбираемых на практических занятиях.

Рекомендации для подготовки: разбор практических примеров, продемонстрированных на лекциях и решенных на практических занятиях.

#### **Вид: Проработка лекций**

Краткая характеристика – в ходе подготовки к занятиям рекомендуется изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях, а также, при необходимости использовать информационные ресурсы, рекомендованные рабочей программой дисциплины

Рекомендации для подготовки:

- Изучение лекционного материала по теме
- Изучение рекомендованной основной и дополнительной литературы
- Ответы на дополнительные теоретические вопросы для практических занятий

Тема 1. Деловые циклы и эконометрика временных рядов

1. Бизнес-циклы и эконометрика временных рядов.
2. Теорема Уолда о декомпозиции временного ряда
3. Стационарные ARMA модели
4. Спектры, преобразование данных и простые фильтры.

Тема 2. Векторные модели временных рядов

1. Модели VAR и SVAR: оценивание и эконометрические выводы, идентификация структурных шоков, приложения.
2. Модели интегрированных временных рядов: ложная регрессия и коинтеграция, модели VECM, приложения.
3. Модели в пространстве состояний и фильтр Калмана.

Тема 3. Байесовские векторные авторегрессии

1. Байесовский анализ временных рядов.
2. Априорные и апостериорные распределения параметров.
3. Байесовское оценивание с использованием симуляционных (MCMC) методов.

#### 4. Байесовская векторная авторегрессия (BVAR). Приложения.

##### Тема 4. Факторные модели и FAVAR

1. Статические и динамические факторные модели
2. Метод главных компонент
3. Определение числа статических и динамических факторов
4. Структурный FAVAR и его идентификация, приложения.

##### Тема 5. Методы оценивания DSGE моделей

1. Критика Лукаса.
2. Аппроксимация и решение моделей DSGE. Калибровка.
3. Обобщенный метод моментов (GMM) и симуляционный метод моментов (SMM).
3. Метод максимального правдоподобия (MLE).
4. Байесовское оценивание моделей DSGE. Приложения.

##### Тема 6. Моделирование при наличии структурных сдвигов

1. Тесты на наличие структурных сдвигов.
2. Модели с переключающимися режимами (MS-VAR).
3. Модели с изменяющимися во времени коэффициентами (TVP-VAR).

#### Вид Выполнение расчетного задания

Пример первой расчетной работы:

Необходимо выбрать финансовый временной ряд (например, ряд цен акций любой компании) и провести следующий анализ:

1. Проверить временной ряд на стационарность с помощью параметрических и непараметрических тестов:
2. тестирование постоянства математического ожидания с помощью критерия Стьюдента (параметрический тест) и критерия Манна - Уитни (непараметрический тест);
3. тестирование дисперсии с помощью критериев Фишера, Кокрена и Бартлетта (параметрические тесты) и Сиджела - Тьюки (непараметрический тест).
4. Проверить с помощью тестов Дики-Фуллера гипотезу о наличии единичного корня в лагах до 12 значения. Если гипотеза подтверждается, то проверить наличие второго единичного корня.
5. Если ряд стационарный и в гипотеза «наличия единичного корня» отвергается, то с помощью анализа графика АКФ и ЧАКФ определить предполагаемый вид линейной модели временного ряда.
6. Если ряд нестационарный, или интегрируемый  $n$ -го порядка, то применяя метод конечных разностей или логарифмирования разностей привести ряд к стационарному виду и перейти к п.3.
7. Проверить качество модели с помощью анализа остатков на соответствие процессу "белого шума", т.е. отсутствие автокорреляции по критерию Бокса – Пирса или Бокса-Льюинга.

Пример второй расчетной работы:

Задача 1.

а. Предположим, что два ряда  $y_t$  и  $x_t$  являются интегрируемыми порядка 1,  $I(1)$ , и предположим, что  $y_t - \beta_1 x_t$  и  $y_t - \beta_2 x_t$  являются  $I(0)$ . Покажите, что  $\beta_1 = \beta_2$ , продемонстрировав тем самым, что может быть только один (единственный) коинтегрирующий параметр.

б. Объясните интуитивно, почему статистика Дарбина—Уотсона в регрессии  $I(1)$

переменных  $y_t$  по  $x_t$  информативна в вопросе существования коинтеграции между  $y_t$  и  $x_t$ .

в. Объясните, что означает «суперсостоятельность».

г. Рассмотрите три  $I(1)$  переменные  $y_t$ ,  $x_t$  и  $z_t$ . Предположите, что  $y_t$  и  $x_t$  коинтегрированы, и что  $x_t$  и  $z_t$  коинтегрированы. Означает ли это, что  $y_t$  и  $z_t$  также коинтегрированы? Почему (нет)?

#### Задача 2

В файлах INCOME мы находим ежеквартальные данные относительно британского номинального потребления и дохода за период с первого квартала 1971 г. по второй квартал 1985 г. ( $T = 58$ ).

а. Протестируйте наличие единичного корня в ряде потребления, используя несколько расширенных тестов Дики—Фуллера.

б. Постройте МНК-регрессию, объясняющую зависимость потребления от дохода. Протестируйте наличие коинтеграции, используя два различных теста.

в. Постройте МНК-регрессию, объясняющую зависимость дохода от потребления. Протестируйте наличие коинтеграции.

г. Сравните результаты оценивания и  $R^2$ -ты последних двух регрессий.

д. Определите член коррекции остатков в одной из этих двух регрессий и оцените модель коррекции остатков для приращения в потреблении. Протестируйте, является ли коэффициент коррекции нулем.

е. Оцените модель коррекции остатков для приращения в доходе. Протестируйте, является ли коэффициент коррекции нулем.

#### Задача 3.

В файле «m-mrk2vw.txt» представлены ежемесячные логарифмы доходностей акций, в том числе и процентные дивиденды, Merck & Co, Johnson & Johnson, General Electric, General Motors, Ford Motor Company, и взвешенный индекс цен с января 1960 года в декабре 2008 года. Постройте модель VAR, оценив ее порядок, а также укажите переменные, которые существенны для каждого из уравнения

### Вид Подготовка к экзаменационной контрольной работе

Краткая характеристика - задания направлены на проверку знаний, умений и навыков расчета показателей, построения эконометрических моделей, анализа и интерпретации полученных результатов, применения инструментальных средств для обработки данных позволяют оценить компетенции, формируемые в результате изучения дисциплины.

Рекомендации для подготовки:

- изучение лекционного материала по пройденным темам;
- разбор задач, изученных на лекционных и практических занятиях;
- решение дополнительных задач по пройденным темам.

Пример контрольной работы:

Задача 1. Является ли временной ряд, заданный авторегрессионным уравнением, стационарным?

1.  $x_t = 7 + 0.5 \cdot x_{t-1} + u_t$ .

2.  $x_t = 10 + 0.25 \cdot x_{t-2} + u_t$

3.  $x_t = 10 + x_{t-1} - 0.25 \cdot x_{t-2} + u_t$

4.  $x_t = \frac{3}{2} \cdot x_{t-1} - \frac{3}{4} \cdot x_{t-2} + \frac{1}{8} \cdot x_{t-3} + u_t$ .

Если ряд является стационарным найдите его математическое ожидание, дисперсию и автокорреляционную функцию.

Задача 2. Написать формулы для прогноза

1. на  $l = 3$  шага для процесса  $x_t = 5 + 0.5 \cdot x_{t-1} + u_t$ .

2. на  $l = 3$  шага для процесса  $x_t = \frac{1}{27} \cdot x_{t-3} + u_t$ .

3. на  $l = 5$  шагов для процесса  $x_t = 0.5 \cdot x_{t-2} - 0.05 \cdot x_{t-3} + 0.001 \cdot x_{t-4} + u_t$ .

Задача 3. Рассмотрим модель ADL

$$y_t = \beta_0 + \alpha y_{t-1} + \beta_1 x_t + \varepsilon_t.$$

1. Когда для этой модели выполнено условие стационарности?
2. Напишите функцию импульсного отклика для краткосрочной зависимости.
3. Напишите функцию импульсного отклика для долгосрочной зависимости.
4. Напишите уравнение долгосрочной зависимости и дайте его интерпретацию.

Задача 4. Рассмотрим модель VAR(1)

$$x_t = Ax_{t-1} + u_t, \quad x_t = \begin{pmatrix} x_t \\ y_t \end{pmatrix}, \quad u_t = \begin{pmatrix} u_t \\ v_t \end{pmatrix},$$

Где  $u_t \sim WN(0, \sigma_u^2)$ ,  $v_t \sim WN(0, \sigma_v^2)$ ,  $cov(u_t, v_t) = \sigma_{uv}$ .

Проверьте условие стационарности для матрицы A:

- 1)  $\begin{pmatrix} 0.5 & 1 \\ 0 & 0.3 \end{pmatrix}$ , 2)  $\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$ , 3)  $\begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 0 & 0.2 \end{pmatrix}$

Задача 5. Рассмотрим модель VAR ( $u_t, v_t \sim WN$ )

$$\begin{aligned} x_t &= \mu_1 + 0.5 \cdot x_{t-1} + \beta \cdot y_{t-1} + u_t, \\ y_t &= \mu_2 + \beta \cdot x_{t-1} + 0.5 \cdot y_{t-1} + v_t. \end{aligned}$$

При каких значениях параметра  $\beta$  эта модель нестационарна (имеет единичный корень)?

Задача 6. Рассмотрим модели временных рядов

$$\begin{aligned} \text{a)} \quad & \begin{cases} x_t = 3x_{t-1} - 7y_{t-1} + u_t \\ y_t = x_{t-1} - 2.5y_{t-1} + v_t \end{cases} & \text{b)} \quad \begin{cases} x_t = y_{t-1} + u_t \\ y_t = z_{t-1} + v_t \\ z_t = x_{t-1} + w_t \end{cases} \\ \text{c)} \quad & \begin{cases} x_t = 1.5x_{t-1} + y_{t-1} - 0.5x_{t-2} - y_{t-2} + u_t \\ y_t = -x_{t-1} - 0.5y_{t-1} + x_{t-2} + 1.5y_{t-2} + v_t \end{cases} \end{aligned}$$

1. Запишите эти модели в виде моделей VAR.

2. Проверьте условие стационарности.

3. Какие временные ряды коинтегрированы?

- Если ряды коинтегрированы, найдите коинтеграционное соотношение, корректируя ошибку, и запишите модель VECM.
- Если ряды неинтегрированы, то постройте VAR-модель для первых разностей.

Задача 7.

Для длинного временного ряда  $y_t$  ( $T = 100$ ) получена следующая модель (в скобках

стандартные ошибки коэффициентов)

$$\Delta y_t = -1.47 + 0.87 \cdot t - 1.24 \cdot y_{t-1} + 0.23 \cdot \Delta y_{t-1} + e_t$$

(0.349)    (0.099)            (0.143)                    (0.099)

На уровне значимости 5% проверить гипотезу о том, что ряд  $y_t$  относится к типу DS, против альтернативной, что ряд относится к типу TS.

#### 4. Рекомендации по самоподготовке к промежуточной аттестации по дисциплине

##### Вопросы для самопроверки к экзамену

1. Бизнес-циклы и эконометрика временных рядов
2. Теорема Уолда о декомпозиции временного ряда
3. Стационарные ARMA модели
4. Спектры, преобразование данных и простые фильтры.
5. Модели VAR и SVAR: оценивание и эконометрические выводы
6. Модели VAR и SVAR: идентификация структурных шоков, приложения.
7. Модели интегрированных временных рядов: ложная регрессия и коинтеграция
8. Модели VECM: приложения.
9. Модели в пространстве состояний и фильтр Калмана.
10. Байесовский анализ временных рядов.
11. Априорные и апостериорные распределения параметров.
12. Байесовское оценивание с использованием симуляционных (MCMC) методов.
13. Байесовская векторная авторегрессия (BVAR). Приложения.
14. Статические и динамические факторные модели
15. Метод главных компонент
16. Определение числа статических и динамических факторов
17. Структурный FAVAR и его идентификация, приложения.
18. Критика Лукаса.
19. Аппроксимация и решение моделей DSGE.
20. Калибровка моделей DSGE.
21. Обобщенный метод моментов (GMM) и симуляционный метод моментов (SMM).
22. Метод максимального правдоподобия (MLE) для моделей DSGE.
23. Байесовское оценивание моделей DSGE.
24. Тесты на наличие структурных сдвигов.
25. Модели с переключающимися режимами (MS-VAR).
26. Модели с изменяющимися во времени коэффициентами (TVP-VAR).\_\_