

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ  
ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»**

---

**ИНСТИТУТ ЭМИТ  
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
ОТДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИКИ**  
кафедра Эконометрики и математической экономики

**УТВЕРЖДЕНА**  
на заседании кафедры Эконометрики и  
математической экономики  
Протокол от «02» июня 2021 г. № 10

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Индекс Б1.О.ДЭ.03.01 «Эконометрика (углубленный курс) 2»

по направлению подготовки 38.03.01 «Экономика»

направленность «Экономика и финансы»

квалификация бакалавр

очная форма обучения

Год набора - 2021

Москва, 2021 г.

**Автор—составитель:** к.ф.-м.н. зав. кафедрой эконометрики и математической экономики  
Носко В.П.

Заведующий кафедрой  
эконометрики и математической экономики, к. ф.-м. н, Носко В.П.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2. Объем и место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Содержание и структура дисциплины.....	5
4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся и фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине .....	7
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	26
6. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	28
6.1. Основная литература .....	28
6.2. Дополнительная литература .....	28
6.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы .....	28
6.4. Нормативные правовые документы .....	29
6.5. Интернет-ресурсы .....	29
6.6. Иные источники .....	29
7. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы .....	29

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы

1.1. Дисциплина «Эконометрика (углубленный курс) 2» обеспечивает овладение следующими компетенциями:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код этапа освоения компетенции	Наименование этапа освоения компетенции
ОПК ОС-4	Способность применять эконометрические методы для решения прикладных задач.	ОПК ОС-4.1	Способность применять теоретические знания для выбора эконометрических моделей
		ОПК ОС -4.2	Способность оценивать результаты применения эконометрических моделей
		ОПК ОС-4.3	Способность делать обоснованные выводы на основе анализа результатов применения моделей
ПКО ОС I- 7	Способность применять методы анализа временных рядов для решения эконометрических задач	ПКО ОС I – 7.1	Знает эконометрические модели для анализа временных рядов на уровне обоснований теоретических предпосылок моделей
		ПКО ОС I – 7.2	Умеет проводить проверку качества моделей временных рядов
		ПКО ОС I – 7.3	Умеет анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты расчетов по моделям временных рядов

1.2. В результате освоения дисциплины у студентов должны быть сформированы:

ОТФ/ТФ (при наличии профстандарта)	Код этапа освоения компетенции	Результаты обучения
ведение аналитической работы в области экономики и финансов	ОПК ОС-4.1	на уровне знаний: основных эконометрических моделей для данных различных типов: перекрёстные (межобъектные) данные (cross-section), временные ряды, панельные данные
	ОПК ОС -4.2	на уровне умений: проводить проверку качества основных эконометрических моделей
	ОПК ОС-4.3	на уровне умений: анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты расчетов по эконометрическим моделям
ведение аналитической работы в области экономики и финансов	ПКО ОС I – 7.1	на уровне знаний: знать эконометрические модели для анализа временных рядов на уровне обоснований теоретических предпосылок моделей
	ПКО ОС I – 7.2	на уровне умений: уметь для анализа временных рядов на уровне обоснований теоретических предпосылок моделей
	ПКО ОС I – 7.3	на уровне умений: уметь анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты расчетов по моделям временных рядов

## 2. Объем и место дисциплины в структуре ОП ВО

### Объем дисциплины

5 ЗЕ, 66 ак. часа на контактную работу с преподавателем, 78 ак. часов на самостоятельную работу обучающихся;

### Место дисциплины в структуре ОП ВО

- Б1.О.ДЭ.03.01 «Эконометрика (углубленный курс) 2», 3 курс, 6 семестр

– дисциплина реализуется после изучения дисциплин:

математический анализ

алгебра

теория вероятностей

математическая статистика

инструментальные методы в экономике

### эконометрика 1

- дисциплина может реализоваться частично или полностью с применением ЭО и/или ДОТ.
- Учебные материалы дисциплины размещаются по адресу [lms.ranepa.ru](http://lms.ranepa.ru)
- форма промежуточной аттестации – экзамен.

### 3. Содержание и структура дисциплины

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Объем дисциплины (модуля), ак. час./ час.						Форма текущего контроля успеваемости*, промежуточно й аттестации
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий**				СР	
			Л	ЛР	ПЗ	КСР		
Очная форма обучения								
Тема 1	Стационарные временные ряды, модели ARMA.	36	8	8			20	ДЗ, КР(1,2)
Тема 2	Нестационарные временные ряды, Различение стационарных и нестационарных рядов в рамках моделей ARIMA.	34	8	8			18	ДЗ, КР (1,2)
Тема 3	Регрессионный анализ для стационарных временных рядов. Динамические модели.	36	8	8			20	О
Тема 4	Регрессионный анализ для нестационарных временных рядов. Кointеграция и модели коррекции ошибок.	36	8	8			20	ДЗ, КР (3,4)
		2						консультация
Промежуточная аттестация		36						Экзамен
Всего:		180/135	32/24	32/24			78/58,5	

Примечание\* – формы текущего контроля успеваемости: опрос (О), контрольная работа (КР), домашнее задание (ДЗ)

Примечание \*\*: в рамках указанной контактной работы с обучающимися учебные занятия могут проводиться с использованием ДОТ и/или ЭО

#### Содержание дисциплины

##### Тема 1. Стационарные временные ряды, модели ARMA.

Временной ряд. Стохастический случайный процесс. Стационарные временные ряды. Автокорреляционная функция. Белый шум. Проверка на гауссовский белый шум.  $MA(q)$ . Оператор запаздывания.  $MA(1)$ . Идентифицируемость, условие обратимости. Эргодичность. Линейные процессы. Разложение Вольда. Примеры стационарных временных рядов в экономике.

Линейный фильтр, абсолютно суммируемый фильтр, фильтрация стационарного процесса. Спектральная плотность стационарного случайного процесса, ее представление через автоковариации ряда. Долговременная дисперсия стационарного ряда, ее связь со спектральной плотностью этого ряда. Передаточная функция линейного фильтра, ее использование для нахождения спектральной плотности профильтрованного процесса. Изменение спектральной плотности при переходе от процесса белого шума к процессу  $MA(1)$  в зависимости от коэффициента при запаздывающем значении. Обратный фильтр. Авторегрессионное представление процесса скользящего среднего бесконечного порядка. Процесс авторегрессии первого порядка. Поведение реализаций этого процесса при различных значениях его параметров. Дисперсия и корреляционная функция стационарного процесса авторегрессии первого порядка. Поведение спектральных

плотностей такого процесса в зависимости от величины и знака коэффициента при запаздывающем значении.

Процесс  $AR(p)$ , условие стационарности. Представление в виде скользящего среднего бесконечного порядка.  $MA(q)$  - условие обратимости, представление в виде процесса авторегрессии бесконечного порядка.

Необратимый процесс  $MA(1)$ . Процесс авторегрессии, начинающийся в определенный момент времени, выход на стабильный режим. Коррелограмма процесса  $AR(p)$ . Уравнения Юла-Уокера. Модели  $ARMA$ , условие стационарности, проблема общих множителей. Модели  $ARMA$ , учитывающие сезонность.

Идентификация стационарной модели  $ARMA$  по автокорреляционной и частной автокорреляционной функциям. Таблицы поведения коррелограмм. Выборочная коррелограмма. Эргодичность. Критерии для проверки зануления автокорреляций и частных автокорреляций. Представление и применение  $Q$ -тестов Бокса-Пирса и Льюнга-Бокса для группы выборочных автокорреляций. Оценивание стационарной модели  $AR(p)$ . Оценивание стационарной модели  $MA(q)$ . Оценивание стационарной  $ARMA(p,q)$ . Диагностика оцененной модели. Методология Бокса-Дженкинса. Выбор модели, основанный на информационных критериях. Прогнозирование на основе подобранной модели

**Тема 2.** Нестационарные временные ряды, Различение стационарных и нестационарных рядов в рамках моделей  $ARIMA$ .

Нестационарные ряды. Процесс, стационарный относительно детерминированного тренда. Стохастический тренд.  $TS$  и  $DS$  ряды. Модели  $ARIMA$ .

Критерии Дики-Фуллера. Развитие и иллюстрация теста Дики-Фуллера и расширенного теста Дики-Фуллера на наличие единичного корня. Чувствительность к наличию детерминированных регрессоров.  $F$ -статистики. Квадратичный тренд.

Кратные корни. Многовариантная процедура. Другие критерии. Краткое изложение теста Филлипса-Перрона. Развитие и иллюстрация теста Kwiatkowski, Phillips, Schmidt and Shin (KPSS, 1992) на наличие единичного корня. Обсуждение и иллюстрация теста DF-GLS, разработанного в Elliott, Rothenberg, and Stock (1996).

Исследование проблем, возникающих при тестировании на единичный корень (критика Нельсона и Пlossера (Nelson and Plosser (1982)) тестов на единичный корень). Исследование некоторых тестов на единичный корень при наличии структурного сдвига. Освоение и применение теста Перрона на единичный корень с произвольным выбором даты сдвига в тренде. Освоение и применение теста Зивота-Эндрюса на единичный корень с оцененной датой сдвига. Определение количества структурных сдвигов, при допущении наличия более одного сдвига. Сезонные единичные корни.

**Тема 3.** Регрессионный анализ для стационарных временных рядов. Динамические модели.

Динамические модели. Модель векторной авторегрессии (vector autoregressive model, VAR). Условие стабильности VAR, нахождение стабильного состояния. Открытая VAR. Нахождение стабильной связи между рядами, составляющими VAR. Подбор и оценивание VAR, диагностические процедуры. Использование многомерных информационных критериев: Акаике, Хеннана-Куинна) и Шварца-Байеса. Выбор спецификации модели, оптимальной глубины запаздываний, основанный на информационных критериях.

**Тема 4.** Регрессионный анализ для нестационарных временных рядов. Коинтеграция и модели коррекции ошибок.

Ложная регрессионная связь между нестационарными временными рядами. Коинтегрированные временные ряды, ранг коинтеграции. Возможные применения к экономическим моделям. Тестирование на наличие коинтеграции. Обобщенный тест Дарбина-Уотсона. Теорема представления Грейнджера, модель коррекции ошибок (Error Correction Model – ECM), интерпретация коэффициентов ECM. Двухступенчатая процедура Энгла-Грейнджера построения ECM по имеющимся статистическим данным.

Тестирование на наличие коинтеграции между несколькими временными рядами и определение ранга коинтеграции с использованием процедуры Йохансена. Выбор модели с использованием информационных критериев.

#### 4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся и фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине

##### 4.1. Формы и методы текущего контроля успеваемости, обучающихся и промежуточной аттестации.

4.1.1. В ходе реализации дисциплины Б1.О.ДЭ.03.01 «Эконометрика (углубленный курс) 2» используются следующие методы текущего контроля успеваемости обучающихся:

Тема (раздел)	Методы текущего контроля успеваемости
Тема 1	Домашнее задание 1-2
Тема 2	Домашнее задание 3-11, Контрольная работа (1,2)
Тема 3	Опрос
Тема 4	Домашнее задание 12-20, Контрольная работа (3,4)

4.1.2. Экзамен проводится с применением следующих методов (средств): в форме устного ответа на вопросы билета по дисциплине.

##### 4.2. Материалы текущего контроля успеваемости

###### Типовые оценочные материалы по теме 1

###### Задание 1 Вычисление спектральной плотности стационарного процесса

(а) Получите формулы для спектральной плотности процессов скользящего среднего первого и второго порядка.

Постройте графики спектральной плотности процессов  $MA(1)$  с  $b_1 = 0.8$  и  $b_1 = -0.8$ .

Постройте график спектральной плотности процесса  $MA(2)$  с  $b_1 = 0.7$  и  $b_2 = -0.2$ .

(б) Получите формулы для спектральной плотности процессов авторегрессии первого и второго порядка.

Постройте графики спектральной плотности процессов  $AR(1)$  с  $a_1 = 0.8$ ,  $a_1 = -0.8$ ,  $a_1 = 0.4$ ,  $a_1 = -0.4$

Постройте график спектральной плотности процесса  $AR(2)$  с  $a_1 = 0.4$  и  $a_2 = 0.3$ .

###### Задание 2 Подбор стационарной модели ARMA.

Подберите подходящую модель ARMA для ряда из файла **zadanie2.wf1**

###### Типовые оценочные материалы по теме 2

###### Задание 3 Нестационарные временные ряды.

Какие из приведенных ниже моделей временных рядов являются нестационарными и почему? Смоделируйте реализации (длины 100) этих моделей. Соответствует ли поведение смоделированных реализаций теоретическому разделению указанных моделей на стационарные и нестационарные?

$$X_t = 0.08 t + \varepsilon_t,$$

$$Y_t = 1.8 Y_{t-1} - 0.8 Y_{t-2} + \varepsilon_t,$$

$$Z_t = 0.3 Z_{t-1} + 0.4 Z_{t-2} + \varepsilon_t,$$

###### Методические указания.

Найдите математическое ожидание ряда  $X_t$ . Для рядов  $Y_t$  и  $Z_t$  проверьте выполнение условия стационарности.

#### **Задание 4 Поведение коррелограмм, построенных по реализациям стационарных и нестационарных процессов.**

Постройте выборочные коррелограммы смоделированных реализаций, полученных в задании 3.

##### **Методические указания.**

Отметьте характерное поведение коррелограмм нестационарных рядов.

#### **Задание 5 Процесс случайного блуждания как модель стохастического тренда**

Смоделируйте 5 реализаций процесса случайного блуждания

$$X_t = X_{t-1} + \varepsilon_t, t = 1, 2, \dots, 500, X_0 = 0.$$

Почему о процессе случайного блуждания говорят как о модели стохастического тренда? Поясните это на примере смоделированных реализаций.

##### **Методические указания.**

Обратите внимание на интервалы времени, на протяжении которых в поведении траектории обнаруживается линейный тренд.

#### **Задание 6 Вычисление критических значений статистики Дики-Фуллера**

Программа для вычисления статистики Дики-Фуллера без включения тренда и константы.

```
New dfcrit u 1 10000    'Создаем файл длины 10000

series      y      =      0      'Ввели      ряд      y

scalar k1 'Декларируем скаляр k1 – сюда выдастся значение 1%-квантили
scalar k2 ' – сюда выдастся значение 5%-квантили

equation      eq01      'оцениваемое      уравнение      регрессии
vector      t      =      @filledvector(10000,0)      'нулевой      вектор      оценок      коэффициента

for !i=1 to 10000 'Цикл
statusline      Iteration      number:      !i      'статус
smpl      1      10000      '<Берется      выборка      длины      10000
series e = @nrnd 'Создается реализация белого шума (гауссовский стандартный)
smpl 101 10000 'Оценивать будем не с самого начала, чтобы процесс успел «отойти от 0»
series y = 1*y(-1) + e 'Моделируем случайное блуждание
series dy = y - y(-1) 'Определяем ряд разностей
eq01.ls dy y(-1) ' Оцениваем уравнение Дики-Фуллера без включения тренда и константы.
vectort(!i) = eq01.@tstats(1) 'Получаем значение t-статистики для очередной реализации
next 'Цикл

smpl 1 10000 'Берется выборка длины 10000
k1=@quantile(t,0.01) 'Подсчет 1%-квантили
k2=@quantile(t,0.05) 'Подсчет 5%-квантили
```

**Для сокращения времени выполнения программы запускайте ее в “быстром варианте” (Quiet (fast) mode).**

(Для сокращения времени выполнения программы можете ограничить количество повторений, заменив 10000 на 5000.)

Найдите значения других статистик Дики-Фуллера (с включением в уравнение константы и тренда или только константы).

### Задание 7

Решите вопрос о наличии или об отсутствии единичного корня в моделях, порождающих ряды ST1, ST2, WALK1, WALK2 (файл **zadanie7.wf1**).

### Задание 8

Рассмотрите следующие AR(3) модели:

- 1)  $Y_t = Y_{t-1} - 0.25Y_{t-2} + 0.25Y_{t-3} + \varepsilon_t$ ,
- 2)  $Z_t = 0.5Z_{t-1} - 0.25Z_{t-2} + 0.125Z_{t-3} + \varepsilon_t$ .

Какая из этих моделей является TS-моделью, а какая – DS-моделью? Как обозначаются эти модели в классе моделей ARIMA(p,d,q)? Смоделируйте реализации этих моделей и отметьте различие в их поведении. Оцените по смоделированным реализациям коэффициенты моделей, породивших эти реализации. Сравните полученные оценки коэффициентов с истинными значениями коэффициентов.

### Методические указания.

Используйте для обеих моделей одну и ту же реализацию белого шума.

### Задание 9

В файле **zadanie9.wf1** приведены данные о добыче угля в РФ (ряд **coal**) в период 2001 – 2006 г.г. (месячные данные). Этот ряд обладает выраженной сезонностью, а в таких случаях рекомендуется применять критерии единичного корня не к самому ряду, а к ряду, полученному из него “десезонизацией”. Для этого оценивается уравнение регрессии данного ряда на сезонные дамми (в рассматриваемом случае – на 12 сезонных дамми) и формируется ряд остатков – это и будет ряд, очищенный от сезонности. Создайте новый объект Equation и специфицируйте его следующим образом:

**X @SEAS(1) @SEAS(2) @SEAS(3) @SEAS(4) @SEAS(5) @SEAS(6) @SEAS(7) @SEAS(8) @SEAS(9) @SEAS(10) @SEAS(11) @SEAS(12)**

Затем в меню этого объекта выберите: **Procs → Make residual series → x\_des**; при этом создается объект **Series** с именем **x\_des** – это и есть ряд, очищенный от сезонности.

Если в итоге гипотеза единичного корня отвергается, то следует производить подбор подходящей модели к ряду уровней, т.е. к самому ряду  $X_t$ . Если же гипотеза единичного корня не отвергается, то следует производить подбор подходящей модели к ряду разностей  $\Delta X_t$ .

Исследуйте результаты применения критериев единичного корня к исходному ряду и к ряду, очищенному от сезонности.

### Задание 10

Рассмотрите графики рядов ST\_4 и WALK\_3, находящихся в файле **zadanie10.wf1**. Проверьте для каждого из этих рядов гипотезу о наличии единичного корня, имея в виду возможное наличие у ряда квадратичного тренда.

### Задание 11

В файле **zadanie11.wf1** приведен ряд значений реального валового внутреннего продукта США за период с 1959 г. по 2006 г. Сравните наклон линии тренда на периоде 1959 – 1982 г.г. и на периоде 1983 – 2006 г.г. Имея в виду заметное изменение наклона тренда при переходе от первого периода ко второму, проверьте гипотезу единичного корня в рамках моделей, предусматривающих такое изменение.

### Методические указания.

Наблюдаемое изменение наклона линии тренда можно связать с выходом из экономического кризиса 1980-1982 г.г. Поэтому в качестве момента  $T_B$ , после которого происходит излом тренда, можно взять момент, соответствующий 1982 году, т.е.  $T_B = 24$ , и такой выбор считать экзогенным. Примените процедуру Перрона, соответствующую модели сегментированного тренда. Сначала оцените статистическую модель

$$rgdp_t = \alpha + \beta t + \gamma DTS_t + u_t,$$

где  $DTS_t = 0$  для  $t \leq T_B$  и  $DTS_t = t - T_B$  для  $t > T_B$ , и получите ряд остатков  $e_t = rgdp_t - \hat{\alpha} - \hat{\beta}t - \hat{\gamma} DTS_t$ .

Затем оцените модель  $e_t = \alpha e_{t-1} + \delta_1 \Delta e_{t-1} + \dots + \delta_k \Delta e_{t-k} + \varepsilon_t$  с достаточным количеством запаздывающих разностей и вычислите значение t-статистики для проверки гипотезы  $\alpha = 1$ . Сравните это значение с критическим, которое можно определить из следующей таблицы.

**Таблица 5% асимптотических критических значений t-статистики критерия Перрона с экзогенным выбором даты структурного изменения (сегментированный тренд, модель с аддитивным выбросом)**

$\lambda = T_B/T$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
t	-3.52	-3.72	-3.85	-3.91	-3.93	-3.94	-3.89	-3.83	-3.72

### Контрольная работа по темам 1 и 2

1. Пусть  $\varepsilon_t \sim WN(0, 1)$ . Является ли случайный процесс  $x_t = 1 + 0.1x_{t-1} + 0.2x_{t-2} + \varepsilon_t$  стационарным? Найдите его математическое ожидание, дисперсию и автоковариации. Если возможно, представьте этот процесс в виде процесса скользящего среднего бесконечного порядка. вычислите первые 5 значений автокорреляционной функции и постройте ее график. Вычислите значения частной автокорреляционной функции  $\rho_{part}(k)$  для значений  $k = 1, 2$  и  $3$ .
2. Пусть  $\varepsilon_t \sim WN(0, 1)$ . Является ли случайный процесс  $x_t = -1 + \varepsilon_t - 0.1\varepsilon_{t-1} - 0.2\varepsilon_{t-2}$  стационарным? Найдите его математическое ожидание, дисперсию и автоковариации. Вычислите первые 5 значений автокорреляционной функции и постройте ее график, вычислите значения частной автокорреляционной функции  $\rho_{part}(k)$  для значений  $k = 1, 2$  и  $3$ . Если возможно, представьте этот процесс в виде процесса авторегрессии бесконечного порядка.
3. По известным значениям частной автокорреляционной функции  $\rho_{part}(1) = 0.4$  и  $\rho_{part}(2) = 0.6$  случайного процесса найдите значения  $\rho(1)$  и  $\rho(2)$  его автокорреляционной функции.
4. Найдите параметры  $p, q$  стационарной модели  $ARMA(p, q)$  и коэффициенты  $a_1, \dots, a_p$  и  $b_1, \dots, b_q$  соответствующей модели, если  $\rho_{part}(1) = 0.5$ ,  $\rho_{part}(2) = 0.5$ ,  $\rho_{part}(k) = 0$  для  $k \geq 3$ .
5. Найдите параметры  $p, q$  обратимой модели  $ARMA(p, q)$  и коэффициенты  $a_1, \dots, a_p$  и  $b_1, \dots, b_q$  соответствующей модели, если  $\rho_1 = 0.4$ ,  $\rho_k = 0$  для  $k \geq 2$ .
6. Найдите коэффициенты стационарного процесса  $AR(2)$ , если  $\rho_1 = 1/3$  и  $\rho_2 = 0$ .
7. Найдите параметры  $p, q$  модели  $ARMA(p, q)$  и коэффициенты  $a_1, \dots, a_p$  и  $b_1, \dots, b_q$  соответствующей модели, если  $\rho_1 = -0.5$  и  $\rho_k = 0$  для  $k \geq 2$ . Является ли эта модель обратимой?
8. Найдите коэффициенты обратимой модели  $ARMA(1, 1)$ , для которой  $\rho_1 = \rho_2 = 0.5$ .
9. В таблице заданы первые 10 значений выборочной автокорреляционной функции  $r_k$  и выборочной частной автокорреляционной функции  $r_{part}(k)$  временного ряда  $x_t$ .

Известно, что ряд содержит  $T = 100$  наблюдений. Идентифицируйте параметры  $p$  и  $q$  модели  $ARMA(p, q)$ .

$k$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ACF	0.718	0.453	0.284	0.185	0.114	0.099	0.041	-0.025	-0.067	-0.091
PACF	0.718	-0.130	0.021	0.010	-0.016	0.064	-0.103	-0.044	-0.019	-0.030

10. В таблице заданы первые 10 значений выборочных автокорреляционной функции  $r_k$  и частной автокорреляционной функции  $r_{part}(k)$  временного ряда  $x_t$ . Известно, что ряд содержит  $T = 100$  наблюдений. Идентифицируйте параметры  $p$  и  $q$  модели  $ARMA(p, q)$ .

$k$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ACF	0.497	0.034	0.025	-0.005	0.024	0.038	0.056	0.040	-0.068	-0.070
PACF	0.497	-0.283	0.207	-0.168	0.175	-0.112	0.159	-0.126	-0.018	-0.010

11. В таблице заданы первые 10 значений выборочных автокорреляционной функции  $r_k$  и частной автокорреляционной функции  $r_{part}(k)$  временного ряда  $x_t$ . Известно, что ряд содержит  $T = 100$  наблюдений. Идентифицируйте параметры  $p$  и  $q$  модели  $ARMA(p, q)$ .

$k$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ACF	0.519	0.047	-0.066	-0.069	0.001	0.075	0.149	0.135	0.026	-0.099
PACF	0.519	-0.304	0.091	-0.080	0.087	0.031	0.123	-0.008	-0.033	-0.093

### Типовые оценочные материалы по теме 3

#### Вопросы для фронтального опроса

См. вопросы к разделу 8в [Носко В.П.] (стр. 421-422).

### Типовые оценочные материалы по теме 4

#### Задание 12 Проблема ложной регрессии.

1) Смоделируйте в пакете EViews реализации длины 100 двух случайных блужданий

$$x_t = x_{t-1} + \varepsilon_{1t}, \quad t = 2, \dots, T, \quad x_1 = 0,$$

$$y_t = y_{t-1} + \varepsilon_{2t}, \quad t = 2, \dots, T, \quad y_1 = 0,$$

где  $\varepsilon_{1t}$ ,  $\varepsilon_{2t}$  – два не коррелированных между собой процесса гауссовского белого шума с единичной дисперсией. Коррелированы ли между собой процессы  $y_t$  и  $x_t$ ? Оцените модель регрессии  $y_t$  на константу и  $x_t$ . Имеются ли в протоколе оценивания признаки ложной регрессии? Оцените ту же модель регрессии (а) по первым 50 наблюдениям; (б) по последним 50 наблюдениям. Сравните результаты оценивания.

2) Смоделируйте реализацию длины 100 случайного процесса

$$z_t = z_{t-1} + \varepsilon_{3t}, \quad t = 2, \dots, T, \quad z_1 = 0,$$

где  $\varepsilon_{3t} = 0.5\varepsilon_{1t} + 0.5\varepsilon_{2t}$ . Является ли процесс  $z_t$  случайным блужданием? Коррелированы ли между собой процессы  $\varepsilon_{3t}$  и  $\varepsilon_{1t}$ ? Коррелированы ли между собой процессы  $z_t$  и  $x_t$ ? Оцените модель регрессии  $z_t$  на константу и  $x_t$ . Имеются ли в протоколе оценивания признаки ложной регрессии? Оцените ту же модель регрессии (а) по первым 50 наблюдениям; (б) по последним 50 наблюдениям. Сравните результаты оценивания.

3) Примените критерий Дики – Фуллера (а) для проверки гипотезы о некоинтегрированности рядов  $x_t$  и  $y_t$ ; (б) для проверки гипотезы о некоинтегрированности рядов  $x_t$  и  $z_t$ . В уравнение Дики – Фуллера для ряда остатков не включайте ни константу, ни тренд. Полученные значения тестовой статистики сравните с 5% критическим значением  $-3.396$ .

#### Методические указания.

1) В пакете EViews создайте рабочий файл длины 100 и смоделируйте две независимые реализации гауссовского белого шума – пусть это будут ряды **eps1** и **eps2**. Образуйте ряды **X** и **Y**, полагая сначала **X=0** и **Y=0**. Создайте два объекта **Model**:

**mod\_x** → **X=X(-1)+eps1** → **Solve**, **mod\_y** → **Y=Y(-1)+eps2** → **Solve**.

При этом создаются искомые реализации двух случайных блужданий.

Создайте объект **Equation** со спецификацией: **Y C X** и оцените это уравнение. Обратите внимание на значение  $t$ -статистики, соответствующей оценке коэффициента при переменной  $X$ , и на значение статистики Дарбина – Уотсона. Обратите внимание на коррелограмму ряда остатков. Для выполнения пункта (3) создайте ряд остатков как отдельный объект **Series**, дав ему имя **resid\_y\_x**.

2) Постройте ряд **eps3=0.5\*eps1+0.5\*eps2**. Образуйте ряд **Z**, полагая сначала **Z=0**, а затем реализуя модель **mod\_z** → **Z=Z(-1)+eps3** → **Solve**.

Создайте объект **Equation** со спецификацией: **Z C X** и оцените это уравнение. Обратите внимание на значение  $t$ -статистики, соответствующей оценке коэффициента при переменной  $X$ , и на значение статистики Дарбина – Уотсона. Обратите внимание на коррелограмму ряда остатков. Для выполнения пункта (3) создайте ряд остатков как отдельный объект **Series**, дав ему имя **resid\_z\_x**.

3а) В меню объекта **resid\_y\_x** выберите: **View** → **Unit Root Test** → **None; Lagged differences 0** → **OK**

Полученное значение тестовой статистики сравните с критическим значением  $-3.396$ , соответствующим уровню значимости 5%. Заметьте, что это критическое значение отличается от критического значения, указанного в протоколе ( $-2.8906$ ) и соответствующего проверке гипотезы единичного корня для “сырого” ряда.

3б) В меню объекта **resid\_z\_x** выберите: **View** → **Unit Root Test** → **None; Lagged differences 0** → **OK**.

### Задание 13 Коинтегрированные временные ряды. Модели коррекции ошибок.

Рассмотрите векторный процесс  $(x_t, y_t)^T$ :

$$x_t = 1.5x_{t-1} - 0.5x_{t-2} + \varepsilon_t, \quad x_1 = 0,$$

$$y_t = 2x_t + v_t,$$

где  $\varepsilon_t$  и  $v_t$  – порождаемые независимо друг от друга последовательности независимых, одинаково распределенных случайных величин, имеющих стандартное нормальное распределение  $N(0, 1)$ .

(1) Покажите, что этот процесс представим в форме VAR. Являются ли ряды  $x_t$  и  $y_t$  коинтегрированными? Если являются, то постройте представление этого векторного процесса в форме модели коррекции ошибок.

(2) Смоделируйте реализацию процесса  $(x_t, y_t)^T$  длины 100. Примените двухступенчатую процедуру Энгла – Гренджера для построения по полученной реализации модели коррекции ошибок. После первого шага оценивания примените критерий Дики – Фуллера для проверки гипотезы о некоинтегрированности рядов  $x_t$  и  $y_t$ , следуя указаниям к заданию 12. Сравните оценки коэффициентов, полученные на первом и втором шаге процедуры, со значениями коэффициентов в теоретической модели.

(3) Сравните результаты оценивания линейной модели регрессии  $y_t$  на  $x_t$  по первым 50 наблюдениям и по последним 100 наблюдениям. Отличается ли характер этих результатов от аналогичных результатов в задании 12? Чем объясняется это отличие?

Методические указания.

При проверке гипотезы о некоинтегрированности рядов обратите внимание на получаемые при оценивании уравнения Дики – Фуллера остатки: проведите диагностику ряда остатков. Полученное значение тестовой статистики сравните с критическим значением  $-3.396$ . На основании результатов второго шага процедуры объясните, как действует механизм коррекции ошибок в оцененной модели.

**Задание 14 Коинтегрированная VAR.**

Смоделируйте реализацию следующей модели VAR:

$$x_t = 0.8x_{t-1} + 0.2y_{t-1} + \varepsilon_t,$$

$$y_t = 0.2x_{t-1} + 0.8y_{t-1} + \nu_t,$$

где  $\varepsilon_t$  и  $\nu_t$  – порождаемые независимо друг от друга последовательности независимых, одинаково распределенных случайных величин, имеющих стандартное нормальное распределение  $N(0, 1)$ , полагая  $x_0 = y_0 = 0$ .

(1) Объясните поведение полученной пары рядов  $x_t$  и  $y_t$ .

(2) Используя двухшаговую процедуру Энгла – Гренджера, постройте на основе смоделированной реализации модель коррекции ошибок. После первого шага оценивания примените критерий Дики – Фуллера для проверки гипотезы о некоинтегрированности рядов  $x_t$  и  $y_t$ , следуя указаниям к заданию 12. На основании результатов второго шага процедуры объясните, как действует механизм коррекции ошибок в оцененной модели. Сравните оцененную ЕСМ с теоретической.

(3) Сравните результаты оценивания линейной модели регрессии  $y_t$  на  $x_t$  по первым 50 наблюдениям и по последним 100 наблюдениям. Отличается ли характер этих результатов от аналогичных результатов в задании 12? Чем объясняется это отличие?

Методические указания.

(1) Представьте модель в форме  $A(L) \begin{pmatrix} x_t \\ y_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \varepsilon_t \\ \nu_t \end{pmatrix}$ , где  $A(L)$  – матричный полином

от оператора запаздывания. Проверьте выполнение условия стабильности модели. Для проверки системы на коинтегрированность вычислите ранг матрицы  $A(1)$ .

(2) При проверке гипотезы о некоинтегрированности рядов обратите внимание на получаемые при оценивании уравнения Дики – Фуллера остатки: проведите диагностику ряда остатков. Полученное значение тестовой статистики сравните с 5% критическим значением  $-3.396$ .

**Задание 15 Проверка нескольких рядов на коинтегрированность в случае, когда возможный коинтегрирующий вектор не определен заранее.**

Смоделируйте реализации четырех рядов  $y_{1t}$ ,  $y_{2t}$ ,  $y_{3t}$ ,  $y_{4t}$ , следуя процессу порождения данных

$$\text{DGP: } y_{1t} = 5 + y_{2,t} + y_{3,t} + y_{4,t} + \varepsilon_{1t},$$

$$y_{2t} = y_{2,t-1} + \varepsilon_{2t},$$

$$y_{3t} = y_{3,t-1} + \varepsilon_{3t},$$

$$y_{4t} = y_{4,t-1} + \varepsilon_{4t},$$

где  $y_{20} = y_{30} = y_{40} = 0$ , а  $\varepsilon_{1t}$ ,  $\varepsilon_{2t}$ ,  $\varepsilon_{3t}$ ,  $\varepsilon_{4t}$  – независимые друг от друга процессы гауссовского белого шума с дисперсиями, равными 1 для  $\varepsilon_{2t}$ ,  $\varepsilon_{3t}$ ,  $\varepsilon_{4t}$  и 2 для  $\varepsilon_{1t}$ . Рассматривайте полученные реализации как статистические данные.

1) Используя критерий Дики – Фуллера, проверьте для каждого ряда гипотезу о том, что этот ряд является интегрированным порядка 1.

2) Используя статистику Дики – Фуллера, проверьте на коинтегрированность: (а) пару рядов  $y_{1t}$ ,  $y_{2t}$ ; (б) тройку рядов  $y_{1t}$ ,  $y_{2t}$ ,  $y_{3t}$ ; (в) четверку рядов  $y_{1t}$ ,  $y_{2t}$ ,  $y_{3t}$ ,  $y_{4t}$ .  
Методические указания.

При проверке на коинтегрированность исследуйте ряды остатков, получаемые при оценивании соответствующих уравнений. Необходимые критические значения вычислите, используя табл. П-3.9.

#### **Задание 16 Стохастическая и детерминистская коинтеграция.**

1) В условиях задания 12, замените уравнение  $y_{2t} = y_{2,t-1} + \varepsilon_{2t}$  уравнением  $y_{2t} = 0.75 + y_{2,t-1} + \varepsilon_{2t}$ , так что ряды  $y_{1t}$  и  $y_{2t}$  имеют не только стохастический, но и детерминированный тренд.

Используя статистику Дики – Фуллера, проверьте на коинтегрированность четверку рядов  $y_{1t}$ ,  $y_{2t}$ ,  $y_{3t}$ ,  $y_{4t}$ .

2) В условиях задания 12, замените уравнение  $y_{1t} = 5 + y_{2,t} + y_{3,t} + y_{4,t} + \varepsilon_{1t}$  уравнением

$$y_{1t} = 5 + 0.75t + y_{2,t} + y_{3,t} + y_{4,t} + \varepsilon_{1t},$$

так что ряды  $y_{2t}$ ,  $y_{3t}$ ,  $y_{4t}$  имеют только стохастический тренд, а ряд  $y_{1t}$  имеет не только стохастический, но и детерминированный тренд.

Используя статистику Дики – Фуллера, проверьте на коинтегрированность четверку рядов  $y_{1t}$ ,  $y_{2t}$ ,  $y_{3t}$ ,  $y_{4t}$ ,

(а) не включая трендовую составляющую в правую часть оцениваемой статистической модели;

(б) включая трендовую составляющую в правую часть оцениваемой статистической модели.

В каком случае имеет место детерминистская коинтеграция, а в каком – только стохастическая коинтеграция?

Методические указания.

При проверке на коинтегрированность исследуйте ряды остатков, получаемые при оценивании соответствующих уравнений. Необходимые критические значения вычислите, используя табл. П-3.9 (приведенную ниже).

- 1) Используйте строку таблицы с  $N = 4$ , случай Constant and trend.  
2) (а) Используйте строку таблицы с  $N = 4$ , случай Constant and trend.  
(б) Используйте строку таблицы с  $N = 5$ , случай Constant and trend.

#### **Задание 17 Пара коинтегрированных рядов, не образующая треугольную систему Филлипса.**

Выполните задание 13 в ситуации, когда во втором уравнении вместо ряда  $v_t$  берется ряд

$$\xi_t = 0.5\varepsilon_t + 0.5v_t.$$

Сравните полученные в этом случае оценки коэффициентов модели коррекции ошибок с оценками, полученными в задании 13.

Методические указания.

Обратите внимание на то, что, в отличие, от задания 13, здесь пара рядов  $x_t$  и  $y_t$  не образует треугольную систему Филлипса (почему?).

#### **Задание 18 Оценивание модели парной регрессии для некоинтегрированных рядов, имеющих стохастический и детерминированный тренды.**

Смоделируйте в пакете EViews реализации длины 100 двух случайных блужданий со сносом:

$$x_t = 0.5 + x_{t-1} + \varepsilon_{1t}, \quad t = 2, \dots, 100, \quad x_1 = 0,$$

$$y_t = 1 + y_{t-1} + \varepsilon_{2t}, \quad t = 2, \dots, 100, \quad y_1 = 0,$$

где  $\varepsilon_{1t}$ ,  $\varepsilon_{2t}$  – два не коррелированных между собой процесса гауссовского белого шума с единичной дисперсией.

Оцените по полученным реализациям:

(а) статистическую модель  $y_t = \alpha + \beta x_t + \varepsilon_t$ ;

(б) статистическую модель  $y_t = \alpha + \beta x_t + \gamma t + \varepsilon_t$ .

Как интерпретируются получаемые при этом оценки коэффициента  $\beta$ ?

Методические указания.

DGP:  $x_t = \mu_x + x_{t-1} + \varepsilon_{1t}$ ,

$y_t = \mu_y + y_{t-1} + \varepsilon_{2t}$ ,

где  $\varepsilon_{1t}$  и  $\varepsilon_{2t}$  – некоррелированные между собой процессы белого шума, причем  $\mu_x, \mu_y \neq 0$ .

Тогда при оценивании статистической модели

SM:  $y_t = \alpha + \beta x_t + u_t$

оценка  $\hat{\alpha}_T$  для  $\alpha$ , вычисляемая по  $T$  наблюдениям, при  $T \rightarrow \infty$  расходится, а оценка  $\hat{\beta}_T$  для  $\beta$  сходится по вероятности при  $T \rightarrow \infty$  к отношению  $\mu_y / \mu_x$ .

Если при тех же условиях оценивать статистическую модель

SM:  $y_t = \alpha + \beta x_t + \gamma t + u_t$ ,

то тогда (при  $T \rightarrow \infty$ )  $\hat{\gamma}_T$  сходится по вероятности к  $\mu_y$ , а  $\hat{\beta}_T$  сходится по распределению к некоторой случайной величине, как и в случае ложной регрессии для случайных блужданий без сносов.

**Задание 19 Оценивание модели парной регрессии для коинтегрированных рядов, имеющих стохастический и детерминированный тренды.**

1) Смоделируйте в пакете EViews реализации длины 50 треугольной системы:

$$x_t = 1 + x_{t-1} + v_t, \quad x_1 = 0,$$

$$y_t = 2x_t + u_t,$$

где  $u_t = 0.4u_{t-1} + 0.2u_{t-2} + \varepsilon_t$  – стационарный AR(2) ряд, а  $\varepsilon_t$  и  $v_t$  – два процесса гауссовского белого шума с единичной дисперсией, коррелированных между собой в совпадающие моменты времени.

2) Оцените статистическую модель  $y_t = \alpha + \beta x_t + \varepsilon_t$ , используя стандартную процедуру наименьших квадратов. Вычислите стандартные значения  $t$ -статистик для проверки гипотез о нулевых значениях коэффициентов. Вычислите скорректированные значения этих статистик, учитывающие отличие процесса  $u_t$  от процесса белого шума. Сравните Р-значения для оценок коэффициентов, получаемые в обоих случаях.

Методические указания.

1) В качестве  $\varepsilon_t$  возьмите процесс  $\varepsilon_t = 0.5\xi_t + 0.5v_t$ , где  $\xi_t$  – процесс гауссовского белого шума с единичной дисперсией, не коррелированный с процессом  $v_t$ .

2) Осуществить необходимую коррекцию можно в рамках объекта **Equation**, заказав опцию **Heteroscedasticity** → **Newey-West**.

**Задание 20 Оценивание единственной долговременной связи между несколькими I(1) рядами.**

Смоделируйте реализации рядов  $y_t$  и  $x_t$ , следуя процессу порождения данных

$$y_t = 5 + x_t + u_t,$$

$$x_t = x_{t-1} + v_t, \quad x_1 = 0,$$

где  $u_t = 0.7v_{t-2} + 0.7v_{t+1} + \varepsilon_t$ , а  $v_t$  и  $\varepsilon_t$  – независимые друг от друга процессы гауссовского белого шума с дисперсиями, равными 1.

Оцените на основании полученных реализаций рядов  $y_t$  и  $x_t$  статистическую модель  $y_t = \alpha + \beta x_t + \xi_t$ . Можно ли непосредственно в рамках оцененного уравнения проверить гипотезу  $H_0: \beta = 1$ ? Если нельзя, то что этому препятствует, и как надо изменить спецификацию оцениваемого уравнения, чтобы проверить указанную гипотезу на законных основаниях?

Методические указания.

Произведите оценивание указанной статистической модели и образуйте ряд остатков в форме объекта **Series**. Образуйте объект **Group**, объединяющий этот ряд остатков и ряд  $\Delta x_t = x_t - x_{t-1}$ . В меню этой группы выберите: **Cross Correlation (2) ...** На основании анализа появляющейся коррелограммы определите необходимое количество запаздывающих и опережающих разностей переменной  $x_t$ , которое, вместе с  $\Delta x_t$ , следует дополнительно включить в правую часть статистической модели.

**Табл. П-3.9**

**Таблица для вычисления критических значений статистики Дики – Фуллера при проверке на коинтегрированность нескольких рядов**

N	Вариант	Уровень значимости (%)	$K_\infty$	$K_1$	$K_2$
1	Без константы и тренда	1	-2.5658	-1.960	-10.04
		5	-1.9393	-0.398	0.0
		10	-1.6156	-0.181	0.0
1	С константой, без тренда	1	-3.4335	-5.999	-29.25
		5	-2.8621	-2.738	-8.36
		10	-2.5671	-1.438	-4.48
1	С константой и трендом	1	-3.9638	-8.353	-47.44
		5	-3.4126	-4.039	-17.83
		10	-3.1279	-2.418	-7.58
2	С константой, без тренда	1	-3.9001	-10.534	-30.03
		5	-3.3377	-5.967	-8.98
		10	-3.0462	-4.069	-5.73
2	С константой и трендом	1	-4.3266	-15.531	-34.03
		5	-3.7809	-9.421	-15.06
		10	-3.4959	-7.203	-4.01
3	С константой, без тренда	1	-4.2981	-13.790	-46.37
		5	-3.7429	-8.352	-13.41
		10	-3.4518	-6.241	-2.79
3	С константой и трендом	1	-4.6676	-18.492	-49.35
		5	-4.1193	-12.024	-13.13
		10	-3.8344	-9.188	-4.85
4	С константой, без тренда	1	-4.6493	-17.188	-59.20
		5	-4.1000	-10.745	-21.57
		10	-3.8110	-8.317	-5.19
4	С константой и трендом	1	-4.9695	-22.504	-50.22
		5	-4.4294	-14.501	-19.54
		10	-4.1474	-11.165	-9.88
5	С константой, без тренда	1	-4.9587	-22.140	-37.29
		5	-4.4185	-13.641	-21.16
		10	-4.1327	-10.638	-5.48
		1	-5.2497	-26.606	-49.56

5	С константой и трендом	5	-4.7154	-17.432	-16.50
		10	-4.4345	-13.654	-5.77
6	С константой, без тренда	1	-5.2400	-26.278	-41.65
		5	-4.7048	-17.120	-11.17
		10	-4.4242	-13.347	0.0
6	С константой и трендом	1	-5.5127	-30.735	-52.50
		5	-4.9767	-20.883	-9.05
		10	-4.6999	-16.445	0.0

В таблице  $N = k + 1$  – общее количество переменных;  $k$  – количество регрессоров без учета константы. Значения, содержащиеся в ячейках таблицы, соответствующих  $N = 1$ , можно использовать для проверки на наличие единичного корня или для проверки на коинтегрированность нескольких рядов при известном коинтегрирующем векторе. Значения, содержащиеся в ячейках таблицы, соответствующих  $N > 1$ , можно использовать для проверки на коинтегрированность группы рядов на основании ряда остатков от оцененной (обычным) методом наименьших квадратов модели регрессии. Асимптотические односторонние критические значения приведены в столбце  $\kappa_{\infty}$ . Для конечного количества наблюдений  $T$  критические значения, соответствующие уровню значимости  $\alpha$ , корректируются в соответствии с формулой:

$$C(\alpha, T) = \kappa_{\infty} + \kappa_1 / T + \kappa_2 / T^2,$$

где параметры в правой части берутся из строки, соответствующей общему количеству переменных  $N$ , выбранному варианту (без константы и тренда; с константой, без тренда; с константой и трендом) и выбранному уровню значимости. Нулевая гипотеза некой коинтегрированности отвергается при значениях статистики критерия, меньших критического.

### Контрольная работа по темам 3 и 4

1. Рассмотрите модель VAR(1) для двух рядов

$$y_{1t} = 0.6 + 0.7 y_{1,t-1} + 0.2 y_{2,t-1} + \varepsilon_{1t},$$

$$y_{2t} = 0.4 + 0.2 y_{1,t-1} + 0.7 y_{2,t-1} + \varepsilon_{2t}.$$

Выполнено для этой VAR условие стабильности? Если выполнено, найдите стабильное состояние системы.

2. Рассмотрите открытую VAR

$$y_{1t} = 0.6 + 0.7 y_{1,t-1} + 0.2 y_{2,t-1} + 0.1 x_{1,t-1} + 0.2 x_{2,t} + \varepsilon_{1t},$$

$$y_{2t} = 0.4 + 0.2 y_{1,t-1} + 0.7 y_{2,t-1} + 0.2 x_{1,t} + 0.4 x_{2,t-1} + \varepsilon_{2t}.$$

Найдите матрицу долгосрочных мультипликаторов и долговременную связь между переменными.

3. Для некоторого временного ряда  $y_t$  ( $T=100$ ) получена следующая оцененная модель (в скобках стандартные ошибки коэффициентов):

$$\Delta y_t = 0.428 - 0.178 y_{t-1} + e_t$$

(0.180) (0.056)

На уровне значимости 5% проверьте гипотезу  $H_0$  : порядок интегрированности ряда  $y_t$  равен 1, против альтернативной гипотезы  $H_A$  : порядок интегрированности ряда  $y_t$  равен 0.

4. Для некоторого временного ряда  $y_t$  ( $T=100$ ) получена следующая оцененная модель (в скобках стандартные ошибки коэффициентов):

$$\Delta y_t = 0.372 - 0.041 y_{t-1} + e_t$$

(0.248) (0.0275)

На уровне значимости 5% проверьте гипотезу  $H_0$  : порядок интегрированности ряда  $y_t$  равен 1, против альтернативной гипотезы  $H_A$  : порядок интегрированности ряда  $y_t$  равен 0.

5. Для некоторого временного ряда  $y_t$  ( $T=100$ ) получена следующая оцененная модель (в скобках приведены оцененные стандартные ошибки коэффициентов):

$$\Delta y_t = 1.139 - 0.148 y_{t-1} - 0.025 \Delta y_{t-1} + e_t$$

(0.435) (0.0555) (0.102)

- На уровне значимости 5% проверьте гипотезу  $H_0$  о том, что ряд  $y_t$  является  $DS$  рядом, против альтернативной гипотезы о том, что ряд является  $TS$  рядом.
- Если гипотеза  $H_0$  не отвергается, то что может быть причиной такого результата в данном случае? Как следует поступить в этой ситуации?

6. Для временного ряда  $y_t$  ( $T=100$ ) получена следующая модель (в скобках приведены стандартные ошибки коэффициентов)

$$\Delta y_t = 0.978 + 0.015t - 0.256 y_{t-1} + e_t$$

(0.332) (0.005) (0.099)

На уровне значимости 5% проверьте гипотезу  $H_0$  о том, что ряд  $y_t$  содержит стохастический тренд, против альтернативной гипотезы о том, что ряд имеет детерминированный тренд и не имеет стохастического тренда.

7. Для временного ряда  $y_t$  ( $T=100$ ) получена следующая модель (в скобках приведены стандартные ошибки коэффициентов)

$$\Delta y_t = 0.810 + 0.013t - 0.214 y_{t-1} - 0.061 \Delta y_{t-1} - 0.158 \Delta y_{t-2} + e_t$$

(0.362) (0.006) (0.078) (0.106) (0.102)

- На уровне значимости 5% проверьте гипотезу  $H_0$  о том, что ряд  $y_t$  относится к классу  $DS$  рядов, против альтернативной гипотезы о том, что ряд относится к классу  $TS$  рядов.
- Если гипотеза  $H_0$  не отвергается, то что может быть причиной такого результата в данном случае? Как следует поступить в этой ситуации?

8. Пусть временные ряды  $x_t$ ,  $y_t$  и  $z_t$  являются интегрированными рядами первого порядка. Какие значения может иметь ранг коинтеграции системы этих трех рядов? Каким ситуациям соответствуют эти значения ранга коинтеграции?

9. Дана модель с авторегрессионно распределенными запаздываниями  $ADL(1, 1, 1)$ :

$$y_t = 0.5 y_{t-1} + 0.2 x_t + 0.3 x_{t-1} + \varepsilon_t,$$

в которой  $x_t = 1.5 x_{t-1} - 0.5 x_{t-2} + v_t$ , а  $\varepsilon_t$  и  $v_t$  – независимые между собой процессы белого шума.

а) Какой порядок интегрированности имеет ряд  $x_t$ ? б) Какой порядок интегрированности имеет ряд  $y_t$ ?

в) Представьте данную модель в форме модели коррекции ошибок

$$\Delta y_t = \alpha_0 \Delta x_t + \alpha_1 (y_{t-1} - \alpha_2 x_{t-1}) + \varepsilon_t$$

Покажите, что  $y = \alpha_2 x$  является долгосрочным равновесием в данной модели и что модель может быть интерпретирована как модель коррекции ошибки (в том смысле, что любое отклонение модели от равновесного состояния корректируется в сторону достижения этого состояния).

г) Покажите, что ряд  $y_{t-1} - \alpha_2 x_{t-1}$  является стационарным. Как называется подобная ситуация?

### 4.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации.

#### 4.3.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Показатели и критерии оценивания компетенций с учетом этапа их формирования

Код компетенции	Наименование компетенции	Код этапа освоения компетенции	Наименование этапа освоения компетенции
ОПК ОС-4	Способность применять эконометрические методы для решения прикладных задач.	ОПК ОС-4.1	Способность применять теоретические знания для выбора эконометрических моделей
		ОПК ОС -4.2	Способность оценивать результаты применения эконометрических моделей
		ОПК ОС-4.3	Способность делать обоснованные выводы на основе анализа результатов применения моделей
ПКо ОС I- 7	Способность применять методы анализа временных рядов для решения эконометрических задач	ПКо ОС I – 7.1	Знает эконометрические модели для анализа временных рядов на уровне обоснований теоретических предпосылок моделей
		ПКо ОС I – 7.2	Умеет проводить проверку качества моделей временных рядов
		ПКо ОС I – 7.3	Умеет анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты расчетов по моделям временных рядов

Этап освоения компетенции	Показатель оценивания	Критерий оценивания
ОПК ОС -4.1	Знает основные эконометрические модели для данных различных типов: перекрёстные (межобъектные) данные (cross-section), временные ряды, панельные данные	Указан в РПД в пределах основной литературы
ОПК ОС -4.2	Умеет проводить проверку качества основных эконометрических моделей	Указан в РПД в пределах основной литературы
ОПК ОС -4.3	Умеет анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты расчетов по эконометрическим моделям	Указан в РПД в пределах основной литературы
ПКо ОС I – 7.1	Знает эконометрические модели для анализа временных рядов на уровне обоснований теоретических предпосылок моделей	Указан в РПД в пределах основной литературы
ПКо ОС I – 7.2	Умеет для анализа временных рядов на уровне обоснований теоретических предпосылок моделей	Указан в РПД в пределах основной литературы
ПКо ОС I – 7.3	Умеет анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты расчетов по моделям временных рядов	Указан в РПД в пределах основной литературы

#### 4.3.2 Типовые оценочные средства

##### Вопросы экзамена

1. Какой временной ряд называется строго стационарным (стационарным в узком смысле)? Какой временной ряд называется слабо стационарным (стационарным в широком смысле)? Как соотносятся между собой свойства строгой и слабой стационарности временного ряда?
2. Какой временной ряд называется гауссовским? Как соотносятся между собой свойства строгой и слабой стационарности в случае гауссовости временного ряда?
3. Что представляет собой автокорреляционная функция стационарного временного ряда? Что такое коррелограмма?
4. Почему приходится упрощать модель даже в классе стационарных гауссовских временных рядов?
5. Что представляет собой процесс белого шума? Как выглядят реализации процесса белого шума?
6. Что представляет собой процесс скользящего среднего порядка  $q$ ? Как записывается уравнение, определяющее такой процесс, с использованием оператора запаздывания? Когда процесс скользящего среднего порядка  $q$  является стационарным процессом?
7. Чему равна дисперсия процесса скользящего среднего порядка  $q$ ? Чему равны автокорреляции этого процесса? Чему равны автокорреляции процесса скользящего среднего первого порядка? Как это отражается на поведении реализаций такого процесса? Однозначно ли идентифицируется такой процесс по автокорреляционной функции?
8. При каких условиях определен процесс скользящего среднего бесконечного порядка? Каковы его характеристики? Когда такой процесс является строго стационарным эргодическим?
9. Когда строго стационарный процесс называю эргодическим? Что дает свойство эргодичности процесса с точки зрения оценивания его параметров?
10. Что представляет собой разложение Вольда стационарного в широком смысле процесса с нулевым математическим ожиданием?
11. Авторегрессионное представление процесса скользящего среднего бесконечного порядка.
12. Что представляет собой процесс авторегрессии первого порядка? Как выглядят реализации этого процесса при различных значениях его параметров? В каком случае процесс авторегрессии первого порядка является (слабо) стационарным? Как вычисляются дисперсия и корреляционная функция стационарного процесса авторегрессии первого порядка?
13. Как ведут себя реализации процесса авторегрессии первого порядка при фиксированном стартовом значении ряда? От чего зависит скорость выхода процесса авторегрессии первого порядка, удовлетворяющего условию стабильности, на “стационарный” режим?

14. Что представляет собой процесс авторегрессии порядка  $p$ ? Как записывается уравнение, определяющее такой процесс, с использованием оператора запаздывания? Каково условие стационарности процесса авторегрессии порядка  $p$ ? В каком виде можно представить стационарный процесс авторегрессии порядка  $p$  при выполнении условия стабильности? Как выглядит это представление для стационарного процесса первого порядка?
15. Как выглядит коррелограмма стационарного процесса авторегрессии порядка  $p$ ?
16. Что представляет собой система уравнений Юла – Уокера? Для каких целей используется эта система уравнений?
17. Что означает обратимость процесса  $MA(q)$ , каково условие обратимости? Чем удобен необратимый процесс  $MA(1)$ ?
18. Что представляет собой модель  $ARMA(p, q)$ ? Как записывается такая модель с использованием оператора запаздывания? Какие представления допускает такая модель в случае выполнения условия стационарности, в случае выполнения условия обратимости? В чем состоит проблема общих множителей? Каковы предпосылки использования  $ARMA$  моделей?
19. Как моделируется сезонность в рамках моделей  $ARMA$ ?
20. Какие три этапа используются при подборе стационарной модели  $ARMA$  для ряда наблюдений? В чем состоят эти этапы?
21. Что является отправной точкой для идентификации стационарной модели  $ARMA$ ? Как можно идентифицировать процесс авторегрессии и его порядок? Как можно идентифицировать процесс скользящего среднего и его порядок?
22. Как можно идентифицировать сезонные процессы авторегрессии и скользящего среднего?
23. Какие затруднения возникают при попытке оценивания коэффициентов процесса авторегрессии и как они разрешаются в случае стационарного процесса? Какие затруднения возникают при попытке оценивания параметров процесса авторегрессии, стационарного относительно детерминированного линейного тренда и как они разрешаются?
24. Как выглядят реализации процесса авторегрессии первого порядка при различных значениях его параметров? При каких значениях коэффициента процесс носит взрывной характер? В чем состоит механизм удержания траектории стационарного процесса авторегрессии первого порядка вблизи среднего уровня? Каковы вероятностные характеристики процесса случайного блуждания? Является ли этот процесс стационарным? Как ведут себя реализации процесса случайного блуждания? Что обуславливает блуждающий характер траекторий такого процесса?
25. В чем состоит фундаментальное различие между временными рядами, имеющими только детерминированный тренд, и рядами, которые (возможно, наряду с детерминированным) имеют стохастический тренд? Какие временные ряды составляют класс  $TS$  рядов? Какие временные ряды составляют класс  $DS$  рядов?
26. В каком случае временной ряд называется рядом типа  $ARIMA(p,d,q)$ ?

27. Каковы последствия неправильного выбора метода очистки временного ряда от тренда?
28. Какие проблемы возникают при решении на основании статистических данных вопроса об отнесении временного ряда к классу TS или к классу DS рядов? Как формулируется соответствующая задача в классе моделей ARMA?
29. Относительно какого линейного тренда является стационарным TS ряд
30.  $x_t = \alpha + \beta t + a_1 x_{t-1} + \varepsilon_t$ ,  $|a_1| < 1$  ?
31. Почему для проверки гипотезы единичного корня не удастся воспользоваться обычным t-критерием? Как соотносятся обычные критические значения t-статистики со значениями, применяемыми при оценивании статистической модели в форме процесса авторегрессии  $x_t = a_1 x_{t-1} + \varepsilon_t$ ,  $t = 1, \dots, T$ , в случае, когда модель, порождающая данные, имеет вид:  $x_t = x_{t-1} + \varepsilon_t$ , где  $\varepsilon_t$  – гауссовский белый шум?
32. Как влияет добавление в статистическую модель лишних объясняющих переменных на мощность критериев единичного корня,
33. Как можно приближенно вычислять критические значения статистик критериев Дики – Фуллера?
34. Можно ли использовать обычные критические значения F-статистик при проверке гипотез о наличии единичного корня?
35. Почему с помощью формальных статистических критериев бывает практически невозможно отличить с помощью формальных статистических критериев реализации процессов с единичным корнем и без наличия такового при небольшом количестве наблюдений? В чем состоит “презумпция наличия единичного корня”? В чем состоит “презумпция отсутствия единичного корня”?
36. Чем обусловлено привлечение к проверке гипотезы единичного корня расширенных вариантов критериев Дики – Фуллера? Как строятся расширенные критерии Дики – Фуллера? Какое количество запаздываний следует использовать при построении этих критериев? Как можно оценить это количество по имеющимся статистическим данным?
37. Можно ли воспользоваться критериями Дики – Фуллера в случае, когда ряд  $x_t$  имеет тип ARMA(p, q) с  $q > 0$  ?
38. Какие три стандартных сочетания статистических моделей и процессов порождения данных рассматриваются в рамках критериев Дики – Фуллера?
39. Как влияет на мощность критериев Дики – Фуллера неправильный выбор оцениваемой статистической модели?
40. В чем состоит многовариантная процедура проверки гипотезы о наличии единичного корня, каковы ее достоинства и недостатки?
41. Какие критерии, помимо критериев Дики – Фуллера, используются для различения TS и DS рядов? В чем состоит, в этом контексте, идея тестирования нулевой гипотезы о стационарности?

42. Как влияет на свойства критериев единичного корня наличие у ряда выраженной сезонности?
43. Как влияет протяженность ряда на мощность критерия единичного корня? Что понимается под локальной асимптотической теорией и для чего она нужна?
44. В чем состоит проблема согласованности статистических выводов при различении TS и DS гипотез?
45. Как проверяется гипотеза единичного корня в ситуации, когда ряд может иметь несколько единичных корней?
46. Чем различаются модели с внезапным и постепенным изломом (аддитивным и инновационным выбросом)? Какие варианты поведения рядов при наличии структурного сдвига рассматриваются при различении TS и DS рядов?
47. Как производится датировка момента структурного сдвига в критерии Перрона? Как производится датировка момента структурного сдвига в тесте Зивота-Эндрюса и в обобщенном критерии Перрона? В чем основной недостаток этих критериев?
48. Что понимается под сезонными единичными корнями (на примере квартальных статистических данных).
49. Что представляют собой модели с авторегрессионно распределенными запаздываниями? Как можно найти долговременную связь между переменными в такой модели? Какие частные случаи можно получить, основываясь на динамической модели первого порядка? Какие проблемы возникают при оценивании динамических моделей (если статистическая модель полнее процесса порождения данных, если процесс порождения данных полнее статистической модели)?
50. Что представляют собой импульсные и долгосрочные мультипликаторы в динамической модели?
51. Как производится оценивание модели с авторегрессионно распределенными запаздываниями и диагностика оцененной модели? Какие динамические модели называют моделями с общим множителем? Какие проблемы возникают при проверке принадлежности динамической модели классу моделей с общим множителем?
52. Что представляет собой модель векторной авторегрессии (VAR)? Какое условие обеспечивает стабильность векторной авторегрессии? Как можно найти долгосрочное (стабильное) состояние системы?
53. Чем различаются замкнутые и открытые VAR? Как находится передаточная функция стабильной открытой VAR? Как находится долговременная связь между экзогенными и эндогенными переменными? Что понимается под матрицей долгосрочных мультипликаторов?
54. Как производится подбор модели VAR, выбор оптимальной глубины запаздываний?
55. В каких ситуациях говорят о ложной (паразитной) регрессионной связи между переменными? Каковы признаки ложной регрессионной связи между нестационарными временными рядами?

56. Что понимается под коинтегрированностью нестационарных временных рядов? Вытекает ли из коррелированности в совпадающие моменты времени двух процессов белого шума коинтегрированность случайных блужданий, порожаемых этими двумя процессами?
57. Можно ли использовать для проверки ряда остатков на стационарность критерии, использующиеся для различения TS и DS рядов?
58. Что следует делать в случае обнаружения паразитной связи между интегрированными порядка 1 переменными  $x_t$  и  $y_t$ ?
59. Что вытекает из коинтегрированности двух временных рядов?
60. Что можно сказать о составляющих модели коррекции ошибок в случае, когда ряды  $x_t, y_t \sim I(1)$  коинтегрированы? Как интерпретируется модель коррекции ошибок в таком случае?
61. Может ли VAR в разностях иметь конечный порядок, если ряды  $x_t, y_t \sim I(1)$  коинтегрированы (не коинтегрированы)?
62. Пусть ряды  $x_t, y_t \sim I(1)$  коинтегрированы и  $w_t \sim I(0)$ . Будут ли коинтегрированными ряды  $x_t$  и  $\gamma y_{t-k} + w_t$ ,  $\gamma \neq 0$ ? Пусть  $x_t \sim I(1)$ . Будут ли коинтегрированными ряды  $x_t$  и  $x_{t-k}$ ?
63. Пусть ряды  $x_t, y_t \sim I(1)$  и коинтегрированы. Вытекает ли из этого наличие причинности по Грейнджеру между этими рядами?
64. В чем состоит процедура Энгла – Грейнджера построения модели коррекции ошибок? Можно ли пользоваться на первом шаге процедуры Энгла – Грейнджера обычными регрессионными критериями? Можно ли пользоваться на втором шаге процедуры Энгла – Грейнджера обычными регрессионными критериями? Можно ли для проверки гипотезы некоинтегрированности рядов  $x_t, y_t \sim I(1)$  применить критерий Дики – Фуллера к остаткам, полученным на первом шаге процедуры Энгла – Грейнджера?
65. Какие случаи следует различать при проверке на коинтегрированность нескольких временных рядов?
66. В чем состоит различие между детерминистской коинтеграцией и стохастической коинтеграцией?
67. Что можно сказать об оценке наименьших квадратов углового коэффициента в простой линейной регрессии, когда объясняемая и объясняющая переменные не коинтегрированы?
68. Что называется рангом коинтеграции? Что называется коинтеграционным пространством?
69. Пусть коинтегрированная система  $I(1)$  рядов  $y_1, \dots, y_N$  имеет ранг коинтеграции  $r$  и может быть представлена в форме VAR(p). Как выглядит в этом случае модель коррекции ошибок для этой системы? Единственно ли представление указанной системы в форме модели коррекции ошибок?

70. Что представляет собой треугольная система Филлипса как представление коинтегрированной системы  $I(1)$  рядов? Как используется эта система для получения оцененной модели коррекции ошибок?
71. Как производится оценивание статистической модели  $y_{1t} = c + a_2 y_{2t} + \dots + a_N y_{Nt} + u_t$  при наличии единственной долговременной связи между  $N$  нестационарными  $I(1)$  рядами  $y_{1t}, \dots, y_{Nt}$  (треугольная система Филлипса, метод “leads” and “lags”)?
72. Каковы предположения, лежащие в основе процедуры Йохансена? Как на практике определяется порядок векторной авторегрессии, в рамках которой эта процедура рассматривается?
73. Как в процедуре Йохансена решается вопрос о ранге коинтеграции? Какие проблемы возникают при решении этого вопроса?
74. Какие проблемы возникают при оценивании коинтегрирующих векторов при выбранном ранге коинтеграции? Как после оценивания коинтегрирующих векторов оценивается модель коррекции ошибок?

#### Шкала оценивания.

10-бальная шкала	Традиционная шкала	«Зачтено»/ «Не зачтено»	Определение
10	Отлично	Зачтено	Полные, глубокие и систематические знания, знакомство с дополнительной литературой, полный и правильный ответ, творческий подход в понимании и изложении учебного материала
9	Отлично	Зачтено	Полные, глубокие и систематические знания, полный и правильный ответ
8	Отлично	Зачтено	Полные и систематические знания, отсутствие существенных неточностей в ответе
7	Хорошо	Зачтено	Достаточно полные и систематические знания, отсутствие существенных неточностей в ответе
6	Хорошо	Зачтено	Достаточно полные и систематические знания, отсутствие существенных неточностей в ответе
5	Удовлетворительно	Зачтено	Знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и работы
4	Удовлетворительно	Зачтено	Знание основного учебного материала в минимальном объеме, необходимом для дальнейшей учебы и работы, имеются погрешности при выполнении мероприятий промежуточного контроля и при ответе.
3	Неудовлетворительно	Не зачтено	Имеются существенные, допущены существенные ошибки при ответе, необходима некоторая дополнительная работа.
2	Неудовлетворительно	Не зачтено	Имеются пробелы в знаниях по значительной части учебного материала, допущены существенные ошибки при ответе, необходима значительная дополнительная учебная работа.
1	Неудовлетворительно	Не зачтено	Не выполнены предусмотренные программой задания, не отработаны практические или лабораторные занятия, необходимы дополнительные занятия по соответствующей дисциплине.
0	Неудовлетворительно	Не зачтено	Нарушение академических норм (плагиат и т.п.)

#### 4.4. Методические материалы

Экзамен проводится во время экзаменационной сессии для проверки уровня освоения компетенции. Экзамен проводится в устной форме. Длительность экзамена рассчитывается по количеству сдающих экзамен студентов.

При входе в аудиторию, в которой проводится экзамен, студент оставляет в отведенном для этого месте посторонние предметы (книги, конспекты и прочее), в том числе калькуляторы и электронные гаджеты.

Студент, выполнивший обе предусмотренные в семестре контрольные работы, получает экзаменационный билет с тремя вопросами и занимает место в аудитории, указанное ему преподавателем, принимающим экзамен. На подготовку к ответу на вопросы билета студенту отводится 40 минут. По истечении этого времени студент может быть приглашен преподавателем для ответа на вопросы билета без предоставления студенту дополнительного времени на подготовку ответов на эти вопросы.

Студент может использовать для подготовки к ответу на вопросы билета только чистые листы бумаги, авторучки и карандаши. При возникновении необходимости использования для конкретных вычислений калькулятора студент обращается к преподавателю с такой просьбой и осуществляет необходимые вычисления под контролем преподавателя.

Использование в процессе проведения экзамена всевозможных электронных гаджетов, хранящих, принимающих и передающих информацию, равно как и использование посторонних бумажных средств, содержащих информацию по данной дисциплине, студентам категорически запрещено. При обнаружении использования студентом таких средств этот студент немедленно удаляется из аудитории, и ему выставляется оценка “неудовлетворительно (0)”.

Если студент ответил на все вопросы полученного билета, ему может быть выставлена оценка удовлетворительно: 4 или 5, в зависимости от полноты ответов на вопросы билета. Если студент имеет желание получить более высокую оценку, ему предлагаются дополнительные вопросы. В соответствии с полученными ответами на эти вопросы формируется окончательная экзаменационная оценка. Высказывая желание получить более высокую оценку, студент должен четко осознавать, что при ответах на эти вопросы могут обнаружиться такие недостатки в освоении им программы курса, которые не совместимы с оценкой удовлетворительно. В этом случае студент может получить неудовлетворительную оценку даже несмотря на то, что он ответил до этого на все вопросы билета.

Студент, не выполнивший хотя бы одну из двух предусмотренных в семестре контрольных работ, не получает экзаменационный билет, но ему предоставляется возможность выполнить контрольную работу в процессе проведения экзамена. В случае успешного погашения имеющейся задолженности студент может получить билет и отвечать на вопросы полученного билета. Если же задолженность остается, студент не получает билет, и ему выставляется неудовлетворительная оценка.

При получении на экзамене неудовлетворительной оценки студент имеет право на одну пересдачу экзамена. В случае неуспеха на этой пересдаче студент вызывается на комиссию, которая решает вопрос об аттестации студента по данной дисциплине окончательно.

В случае, если дисциплина полностью или частично проводилась с применением технологий электронного обучения и/или дистанционных технологий, зачет может производиться с использованием системы СДО Академии и применением прокторинга.

## **5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Домашние задания и примерные варианты контрольных работ для самостоятельной подготовки могут быть высланы на общую почту группы

Конкретный способ коммуникации со студентами определяется преподавателем.

Для выполнения домашнего задания необходимо ознакомиться с рекомендованной литературой. При возникновении вопросов обратиться к преподавателю по электронной

почте с указанием конкретной проблемы и (или) прийти к преподавателю на консультацию в установленное время. После выполнения задания следует выслать на электронный адрес преподавателя письменный отчет о выполнении задания с включенными в текст необходимыми таблицами и графиками, а также рабочий файл Eviews, отражающий работу по выполнению задания.

Для подготовки к контрольным работам необходимо повторить пройденный материал по теме контрольной работы, выполнить типовой вариант контрольной работы. При возникновении вопросов обратиться к преподавателю по электронной почте с указанием конкретной проблемы и (или) прийти к преподавателю на консультацию в установленное время.

Для подготовки к опросу необходимо ознакомиться с рекомендованной литературой, ответить на вопросы, предложенные в конце соответствующего раздела учебника.

Для самостоятельной работы

№ п/п	Тип занятия	Указания
Тема 1. Стационарные временные ряды, модели ARMA.		
1	ДЗ	Проработать материал лекции по линейным фильтрам. Выполнить задание 1. Используя материал лекции, вывести формулы для спектральной плотности процессов скользящего среднего первого и второго порядка, а также для спектральной плотности процессов авторегрессии первого и второго порядка. Построить графики соответствующих спектральных плотностей, используя подходящий для этого пакет программ, например, пакет Econometric Views (Eviews)
2	ДЗ	Проработать материал раздела 7 части 2 учебника Носко В.П.[Носко В.П], стр. 340-369. Выполнить задание 2. Используя пакет Eviews, произвести, опираясь на этот материал, подбор подходящей модели типа ARMA для данных, представленных в файле zadanie2.wf1.
3	ДЗ	Проработать материал раздела 7 части 2 учебника Носко В.П. [Носко], стр. 307-325. Выполнить домашнее задание 3.
Тема 2. Нестационарные временные ряды, Различение стационарных и нестационарных рядов в рамках моделей ARIMA.		
5	ДЗ	Проработать материал [Носко В.П], стр. 340-353. Выполнить домашнее задание 4.
6	ДЗ	Проработать материал [Носко В.П], стр. 434-435. Выполнить домашнее задание 5.
7	ДЗ	Проработать материал [Носко В.П], стр. 458-474. Выполнить домашнее задание 6.
8	ДЗ	Проработать материал [Носко В.П], стр. 458-496. Выполнить домашнее задание 7.
9	ДЗ	Проработать материал [Носко В.П], стр. 436-448. Выполнить домашнее задание 8.
10	ДЗ	Проработать материал [Носко В.П], стр. 497-498. Выполнить домашнее задание 9.
11	ДЗ	Проработать материал [Носко В.П], стр. 487-488. Выполнить домашнее задание 10.
12	ДЗ	Проработать материал [Носко В.П], стр. 502-518. Выполнить домашнее задание 11.
13	КР	Для подготовки к контрольной работе использовать типовой вариант контрольной работы 1, материал [Носко В.П], стр. 307-369 и 423-518.
Тема 3. Регрессионный анализ для стационарных временных рядов. Динамические модели.		
14	О	Проработать материал [Носко В.П], стр. 377-421, ответить на вопросы к разделу 8 (стр. 421-422).
Тема 4. Регрессионный анализ для нестационарных временных рядов. Кointеграция и модели коррекции ошибок.		
15	ДЗ	Проработать материал [Носко В.П], стр. 520-536. Выполнить домашнее задание 12.
16	ДЗ	Проработать материал [Носко В.П], стр. 536-547. Выполнить домашнее задание 13.

№ п/п	Тип занятия	Указания
17	ДЗ	Проработать материал [Носко В.П], стр.540-547 Выполнить домашнее задание 14.
18	ДЗ	Проработать материал [Носко В.П], стр. 548-555. Выполнить домашнее задание 15.
19	ДЗ	Проработать материал [Носко В.П], стр. 550-556. Выполнить домашнее задание 16.
20	ДЗ	Проработать материал [Носко В.П], стр. 558-563. Выполнить домашнее задание 17.
21	ДЗ	Проработать материал [Носко В.П], стр. 563-579 Выполнить домашнее задание 18.
22	ДЗ	Проработать материал [Носко В.П], стр. 564-568. Выполнить домашнее задание 19.
23	ДЗ	Проработать материал [Носко В.П], стр. 568-572. Выполнить домашнее задание 20.
24	КР	Для подготовки к контрольной работе использовать типовой вариант контрольной работы 1, материал [Носко В.П], стр.

## 6. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Основная литература

1. Дэвидсон Р., Мак-Киннон Д.Г., 2018, Теория и методы эконометрики, Москва: Дело, 936 с.
2. Носко, В.П. Эконометрика. Кн. 1: учебник / В.П. Носко. — Москва: Дело РАНХиГС, [б. г.]. — Часть 1,2 — 2011. — 672 с.
3. Канторович Г.Г., Лекции: Анализ временных рядов, Экономический журнал ВШЭ, 2002, №№ 1-4, 2003, №1.

### 6.2. Дополнительная литература.

1. Грин, У.Г. Эконометрический анализ. Кн. 2 / У. Грин; пер. с англ.; под науч. ред. С.С. Синельникова, М.Ю. Турунцевой. — Москва: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2016. — 752 с.
2. Носко, В.П. Эконометрика. Кн. 2 : учебник / В.П. Носко. — Москва: Дело РАНХиГС, [б. г.]. — Часть 3,4 — 2011. — 576 с.
3. Вербик, М. Путеводитель по современной эконометрике: пер. с англ.: учебно-методическое пособие: гриф УМО / М. Вербик; науч. ред. и предисл. С. А. Айвазяна. - М.: Научная книга, 2008. - 616 с. - (Библиотека Солев). - ISBN 978-5-91393-035-4.
4. Хайяши, Фумио. Эконометрика: пер. с англ.: учебник: / Фумио Хайяши; научн. ред. В. П. Носко. - М.: Дело, 2017. - 728 с. - (Академический учебник). - ISBN 978-5-7749-1197-4.

6.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы.  
Отдельное обеспечение не предусмотрено.

6.4. Нормативные правовые документы.  
Не предусмотрены.

### 6.5. Интернет-ресурсы.

[http://www.economicsnetwork.ac.uk/links/data\\_free](http://www.economicsnetwork.ac.uk/links/data_free)

На этом сайте имеется большое количество ссылок на различные сайты, содержащие в свободном доступе данные экономической статистики.

<http://www.census.gov/ipc/www/idb>

Международная база данных Бюро переписи населения США / U.S. Census Bureau – International Data Base (IDB).

<http://www.econ.kuleuven.be/gme/data.htm>

Статистические данные, использованные в книге: Вербик М. (2008). Путеводитель по современной эконометрике. М., Научная книга.

[http://economist.mrsu.ru/info/kaf\\_statistic/poleznie\\_ssilki.html](http://economist.mrsu.ru/info/kaf_statistic/poleznie_ssilki.html)

Полезные ссылки на сайты, на которых прикладной экономист может найти данные для исследований.

<http://www.feweb.vu.nl/econometriclinks/slinks/>

На этом сайте имеется большое количество ссылок на различные интернет-ресурсы, посвященные изучению, разработке и применению эконометрических методов

<http://lms.ranepa.ru>

6.6. Иные источники.

Не предусмотрены.

## **7. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы**

Для проведения лекций необходима аудитория с презентационным оборудованием, компьютер под управлением операционной системы Windows с доступом в Интернет и установленным программным обеспечением Microsoft Office (Word, Power Point, Excel) и Adobe Reader.

Для лабораторных занятий необходим компьютерный класс, оснащённый компьютерами под управлением операционной системой Windows с доступом в Интернет и установленным прикладным программным обеспечением Econometric Views (версии не ниже 8), Stata (версии не ниже 10), Microsoft Office (Word, Power Point, Excel) и Adobe Reader. Компьютер преподавателя, дополнительно, должен быть оснащен проектором.