

**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**

Б1.О.ДЭ.03.02 ЭКОНОМЕТРИКА (базовый 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(ы)-составитель(и):** к.э.н. доцент кафедры эконометрики и математической экономики Турунцева М.Ю.

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 .....	6
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	16
6. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	18
6.1. Основная литература .....	18
6.2. Дополнительная литература .....	18
6.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы .....	18
6.4. Нормативные правовые документы .....	18
6.5. Интернет-ресурсы .....	19
6.6. Иные источники .....	19
7. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы .....	19

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

1.1. Дисциплина «Эконометрика (базовый 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.В.ДЭ.03.02 «Эконометрика (базовый курс) 2» 3 курс, 6 семестр  
– дисциплина реализуется после изучения дисциплин:

математический анализ  
 алгебра  
 теория вероятностей  
 математическая статистика  
 иностранный язык (английский)  
 эконометрика 1

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

### 3. Содержание и структура дисциплины

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Объем дисциплины, ак. час./ час.						Форма текущего контроля успеваемости *, промежуточной 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
Тема 2	Нестационарные временные ряды. Различение стационарных и нестационарных рядов в рамках моделей ARIMA.	36	8	8			20	ДЗ, КР
Тема 3	Регрессионный анализ для стационарных временных рядов. Динамические модели.	34	8	8			18	ДЗ
Тема 4	Регрессионный анализ нестационарных временных рядов. Кointеграция и модели коррекции ошибок.	36	8	8			20	ДЗ, Эссе с устной защитой
		2						консультация
Промежуточная аттестация		36						экзамен
Всего:		180/135	32/24	32/24			78/58,5	

Примечание: \* – формы текущего контроля успеваемости: 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. Линейные процессы. Разложение Вольда. Примеры стационарных временных рядов в экономике. Процесс  $AR(p)$ , условие стационарности. Представление в виде скользящего среднего бесконечного порядка.

МА(q) – условие обратимости – представление в виде процесса авторегрессии бесконечного порядка. Необратимый процесс МА(1). Процесс авторегрессии, начинающийся в определенный момент времени, выход на стабильный режим. Коррелограмма процесса АR(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 равенства нулю автокорреляций и частных автокорреляций. Представление и применение Q-тестов Бокса-Пирса и Льюнга-Бокса для группы выборочных автокорреляций.

Методология Бокса-Дженкинса. Оценивание стационарной модели АR(p). Оценивание стационарной модели МА(q). Оценивание стационарной ARMA(p,q). Диагностика оцененной модели. Выбор модели, основанный на информационных критериях. Прогнозирование на основе подобранной модели.

**Тема 2.** Нестационарные временные ряды. Идентификация 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. Понятие о тесте Филлипса-Перрона. Понятие о тесте Kwiatkowski, Phillips, Schmidt and Shin (KPSS, 1992) на стационарность.

Понятие о тесте 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. Понятие о тестах Перрона и Зивота-Эндрюса на единичный корень при наличии структурных сдвигов в данных. Понятие о сезонных единичных корнях.

**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, основанной на информационных критериях.

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

Ложная (кажущаяся, мнимая) регрессионная связь между нестационарными временными рядами. Коинтегрированные временные ряды, ранг коинтеграции. Возможные применения к экономическим моделям. Тестирование на наличие коинтеграции. Теорема представления Грейнджера, модель коррекции ошибками (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.

4.1.1. В ходе реализации дисциплины Б1.О.ДЭ.03.02 «Эконометрика (базовый 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 3-4. Контрольная работа 1.
Тема 3	Домашнее задание 5-6.
Тема 4	Домашнее задание 7. Эссе (с устной защитой).

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

##### 4.2. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

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

Домашнее задание 1. Варианты задач:

1. Запишите случайный процесс  $y_t = 0,3 + 0,7y_{t-1} + \varepsilon_t$  с использованием оператора запаздывания. Перепишите данный процесс в виде процесса скользящего среднего бесконечного порядка.
2. Выведите формулы для вычисления математического ожидания ( $\mu$ ), дисперсии ( $\gamma_0$ ) и ковариаций ( $\gamma_s$ ) случайного процесса  $y_t = a_0 + a_1y_{t-1} + \varepsilon_t$  при условии его слабой стационарности, если  $\varepsilon_t \sim WN(0, \sigma_\varepsilon^2)$ .
3. Пусть  $\varepsilon_t \sim WN(0, 1)$ . Найдите математическое ожидание, дисперсию и ковариации случайного процесса  $y_t = -1 + 0,5y_{t-1} + \varepsilon_t - 0,7\varepsilon_{t-1}$ ;
4. Для процесса авторегрессии второго порядка  $y_t = 1 + 1,3y_{t-1} - 0,4y_{t-2} + \varepsilon_t$  при условии, что  $\varepsilon_t \sim WN(0, \sigma_\varepsilon^2)$ :
  - I). Найдите характеристические корни соответствующего однородного уравнения  $\lambda_i$ .
  - II). Покажите, что корни обратного характеристического уравнения равны  $\frac{1}{\lambda_i}$ .
  - III). Является ли данный стохастический процесс стационарным второго порядка? Почему?
  - IV). Если случайный процесс является стационарным в широком смысле, найдите средний уровень его значений.
5. Для процесса авторегрессии первого порядка  $y_t = 1 + 0,5y_{t-1} + \varepsilon_t$  при условии  $\varepsilon_t \sim WN(0, \sigma_\varepsilon^2)$ :
  - I). Выведите ACF;
  - II). Вычислите первые 5 значений автокорреляционной функции;
  - III). Начертите график автокорреляционной функции.
6. Для случайного процесса  $y_t = 2 + 0,8y_{t-1} + \varepsilon_t$  вычислите 1-е, 2-е и 3-е значения частной автокорреляционной функции.

7. По известным значениям частной автокорреляционной функции  $\phi_{11}=0,5$  и  $\phi_{22}=\frac{2}{3}$  случайного процесса найдите первое второе значения его автокорреляционной функции.
8. Найдите коэффициенты модели  $ARMA(1, 1)$ , если  $\rho_1 = -\frac{38}{155}$  и  $\rho_2 = \frac{134}{775}$ .

Домашнее задание 2. Варианты задач:

1. В таблице заданы первые 12 значений выборочных автокорреляционной функции  $r_s$  и частной автокорреляционной функции  $\varphi_{ss}$  временного ряда  $y_t$ . Известно, что ряд содержит  $T=100$  наблюдений. Идентифицируйте параметры модели  $ARIMA(p, d, q)$ .

$s$	$r_s$	$\varphi_{ss}$
1	0.523	0.523
2	0.316	0.059
3	0.271	0.117
4	0.115	-0.110
5	0.138	0.119
6	0.152	0.041
7	0.080	-0.031
8	0.239	0.244
9	0.169	-0.088
10	0.093	0.000
11	0.088	-0.045
12	-0.008	-0.054

2. Пусть дан случайный процесс  $y_t = 0,5y_{t-1} + \varepsilon_t$  и известно, что  $y_{100} = -1,6$ , и  $\varepsilon_t \sim WN(0, 1)$ . Для данного случайного процесса:
- А). Выведите формулы прогнозов на 1, 2, 3 шага вперед и вычислите соответствующие прогнозные значения.
- Б). Покажите, что  $\lim_{h \rightarrow \infty} f_{t,h} = E(y_t)$ .
- В). Выведите формулы для ошибки прогнозирования  $e_{T,h}$  на 1, 2, 3 шага вперед. Вычислите соответствующие ошибки, если известно, что  $y_{101} = -1,48$ ,  $y_{102} = 1,16$  и  $y_{103} = 0,06$ .
- Г). Вычислите дисперсию ошибки прогнозирования на 1, 2, 3 шага вперед.
3. В эконометрическом пакете Eviews (STATA, Gretl, R) для  $T=1000$  сгенерируйте слабостационарные и обратимые процессы: белого шума,  $AR(1)$ ,  $AR(2)$ ,  $MA(1)$ ,  $MA(2)$ ,  $ARMA(1, 1)$ . Для каждого из этих процессов ответьте на следующие вопросы:
- 3.1. Постройте графики процессов. Какие графические признаки говорят о том, что это графики слабо стационарных процессов?
- 3.2. Постройте выборочные ACF и PACF данных процессов. Есть ли значимые автокорреляции \_\_\_\_\_ частные автокорреляции \_\_\_\_\_

- 3.3. Проверьте, распределены ли данные процессы нормально. Какой тест будете использовать для проверки нормальности распределения?  
\_\_\_\_\_.
- 3.4. Оцените модели, соответствующие процессу порождения данных для каждого из рядов. Проведите анализ моделей по процедуре Бокса-Дженкинса.
- 3.5. Постройте прогнозы по каждой из моделей.

## Типовые оценочные материалы по теме 2

Домашнее задание 3. Варианты задач:

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

$$y_t = -0,11 + 0,98 y_{t-1} + e_t$$

(0,11)    (0,026)

На уровне значимости 5% проверить гипотезу о том, что порядок интеграции ряда  $y_t$  равен 1, против альтернативной, что порядок интеграции равен 0.

2. Для длинного финансового временного ряда  $y_t$  ( $T=100$ ) получена следующая модель (в скобках стандартные ошибки коэффициентов)

$$\Delta y_t = -0,64 + 0,53 t - 0,76 y_{t-1} + e_t$$

(0,351)    (0,069)    (0,099)

3. Исследование мощности теста Дики-Фуллера.

В эконометрическом пакете Eviews (STATA, Gretl, R) для  $T=1000$  сгенерируйте по 100 процессов:

$$y_i^t = \alpha_0 + \alpha_1 y_{i,t-1} + \varepsilon_t$$

где  $\varepsilon_t$  – белый шум и для

$i = 1: \alpha_0 = 0; \alpha_1 = 0,9$

$i = 2: \alpha_0 = 0; \alpha_1 = 0,95$

$i = 3: \alpha_0 = 0; \alpha_1 = 0,99$

$i = 4: \alpha_0 = 1; \alpha_1 = 0,9$

$i = 5: \alpha_0 = 1; \alpha_1 = 0,95$

$i = 6: \alpha_0 = 1; \alpha_1 = 0,99$

Для каждого ряда и каждой из спецификаций теста Дики-Фуллера заполните таблицу (в каждой ячейке должен стоять процент отвержений нулевой гипотезы для данного ряда и данного числа наблюдений):

	$T=25$	$T=50$	$T=100$	$T=250$	$T=500$	$T=1000$
$y1_t$						
$y2_t$						
$y3_t$						
$y4_t$						
$y5_t$						
$y6_t$						

Как изменяется мощность теста Дики-Фуллера в зависимости от процесса порождения данных? Как изменяется мощность теста Дики-Фуллера в зависимости от числа наблюдений?

Домашнее задание 4. Варианты задач:

Выполните задание, аналогичное заданию 3 из ДЗ3, для тестов Филлипса-Перрона, Эллиота-Розенберга-Стока и KPSS.

Контрольная работа.

1. Рассмотрим процесс  $y_t = -2 - y_{t-1} + \varepsilon_t$ ,  $\varepsilon_t \sim WN(0, 1)$ 
  - А). Является ли данный случайный процесс стационарным в широком смысле?
  - Б). Чему равно математическое ожидание данного процесса?
2. Рассмотрим процесс  $y_t = 3 + \varepsilon_t - 0,8\varepsilon_{t-1}$ ,  $\varepsilon_t \sim WN(0, 1)$ .
  - А). Является ли данный процесс обратимым?
  - Б). Чему равно математическое ожидание данного процесса?
  - В). Чему равна дисперсия?
  - Г). Выведите автокорреляционную функцию процесса.

См. также задания из ДЗ №1-4.

### Типовые оценочные материалы по теме 3

Домашнее задание 5. Варианты задач:

1. Проверьте стационарность процесса, заданного уравнением

$$w_t = \Phi_1 w_{t-1} + \varepsilon_t.$$

Здесь  $w_t = (x_t, y_t, z_t)$ ,  $\varepsilon_t$  – трехмерный белый шум с единичной ковариационной матрицей, а матрицы уравнения имеют следующий вид:

$$\Phi_1 = \begin{pmatrix} 0.5 & 0.3 & -0.7 \\ 0 & -0.6 & 0 \\ 0 & 0 & 0.9 \end{pmatrix}.$$

2. Проверьте стационарность процесса, заданного уравнением

$$w_t = \Phi_1 w_{t-1} + \Phi_2 w_{t-2} + \varepsilon_t.$$

Здесь  $w_t = (x_t, y_t, z_t)$ ,  $\varepsilon_t$  – трехмерный белый шум с единичной ковариационной матрицей, а матрицы имеют следующий вид:

$$\Phi_1 = \begin{pmatrix} -0.5 & 0 & 0 \\ 0 & -0.3 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}, \Phi_2 = \begin{pmatrix} 0.5 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Домашнее задание 6. Варианты задач:

В таблице 1 представлены результаты теста на возможность исключения лагов для некоторой векторной авторегрессии 4-го порядка. Можно ли на основе представленных результатов сделать вывод о возможности исключения третьего лага из уравнения для переменной D(LOG(INC))?

Табл. 1

Chi-squared test statistics for lag exclusion:
Numbers in [ ] are p-values

	D(LOG(M))	D(LOG(INC))	D(LOG(P))	D(SR)	Joint
Lag 1	52.99929	18.20668	64.56531	74.01646	189.8493
	[ 8.52E-11]	[ 0.001124]	[ 3.18E-13]	[ 3.22E-15]	[ 0.000000]
Lag 2	11.18449	0.927085	13.41291	23.87154	50.20598
	[ 0.024567]	[ 0.920643]	[ 0.009425]	[ 8.48E-05]	[ 2.13E-05]
Lag 3	16.09424	2.720446	2.009883	8.741114	32.21992
	[ 0.002895]	[ 0.605642]	[ 0.733941]	[ 0.067906]	[ 0.009361]
Lag 4	5.668408	1.209309	9.369098	4.043922	21.23252
	[ 0.225318]	[ 0.876564]	[ 0.052508]	[ 0.400094]	[ 0.169745]
df	4	4	4	4	16

## Типовые оценочные материалы по теме 4

Домашнее задание 7. Варианты задач:

1. В таблице 1 приведены результаты теста Йохансена на коинтеграцию. Заполните пустое место (выделено серым). Можно ли на 5%-м уровне значимости считать, что в рассматриваемой модели отсутствуют коинтеграционные соотношения?

Табл. 1

Sample(adjusted): 1974:06 1993:12				
Included observations: 235 after adjusting endpoints				
Trend assumption: Linear deterministic trend				
Series: L_M L_INC L_P SR				
Lags interval (in first differences): 1 to 4				
Unrestricted Cointegration Rank Test				
Hypothesized		Max-Eigen	5 Percent	1 Percent
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Critical Value
None	0.123370		27.07	32.24
At most 1	0.073403	17.91550	20.97	25.52
At most 2	0.028775	6.861373	14.07	18.63
At most 3	0.005012	1.180686	3.76	6.65

2. В таблице приведены результаты теста Дики-Фуллера для остатков (RESID01) модели долгосрочной взаимосвязи 3 макроэкономических рядов, являющихся стационарными в первых разностях:

Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(RESID01)				
Sample(adjusted): 1999:02 2011:09				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RESID01(-1)	-0.305699	0.077552	-3.941858	0.0002
R-squared	0.146997	Mean dependent var		-0.000248
Adjusted R-squared	0.146997	S.D. dependent var		0.015142
S.E. of regression	0.013985	Akaike info criterion		-5.690739
Sum squared resid	0.017602	Schwarz criterion		-5.663147
Log likelihood	259.9286	Durbin-Watson stat		2.121111

а). выпишите значение тестовой статистики, используемой для проверки гипотезы об отсутствии коинтеграции в данном случае:

- б). Критические значения какого из распределений используются для проверки данной гипотезы:
- в). Можно ли отвергнуть на уровне значимости 5% нулевую гипотезу в данном случае?

#### Эссе

Общие замечания: необходимо взять несколько временных рядов (российских). По возможности они должны быть связаны моделью. Для каждого из рядов нужно провести анализ методами, изученными с течение семестра

Базовая часть: процедура Бокса-Дженкинса, включая прогнозы (60%):

*Введение:* данные (в т.ч. источник), единицы измерения, анализ графиков, выводы, гипотезы

*1 этап:* анализ кореллограмм, выбор  $d$ , выбор  $p$ ,  $q$  (словами, без формул), тест Льюнга-Бокса (выводы), значимость автокорреляций и частных автокорреляций

*2 этап:* оценка модели, обоснование выбора

*3 этап:* тестирование моделей

*4 этап:* расчет прогнозов; анализ прогнозов (сравнение с реальными значениями, MAPE)

Оставшиеся 40%:

*Обязательная часть:* тест Дики-Фуллера, тестирование коинтеграции; VAR

*Дополнительно:* ARCH/GARCH; моделирование сезонности; сезонные единичные корни; тесты на структурные сдвиги

### 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

#### Вариант экзаменационной письменной работы

1. Проверьте стационарность процесса, заданного уравнением

$$w_t = \Phi_1 w_{t-1} + \varepsilon_t.$$

Здесь  $w_t = (x_t, y_t, z_t)$ ,  $\varepsilon_t$  – трехмерный белый шум с единичной ковариационной матрицей, а матрицы уравнения имеют следующий вид:

$$\Phi_1 = \begin{pmatrix} 0.5 & 0.3 & -0.7 \\ 0 & -0.6 & 0 \\ 0 & 0 & 0.9 \end{pmatrix}.$$

2. Проверьте стационарность процесса, заданного уравнением

$$w_t = \Phi_1 w_{t-1} + \Phi_2 w_{t-2} + \varepsilon_t.$$

Здесь  $w_t = (x_t, y_t, z_t)$ ,  $\varepsilon_t$  – трехмерный белый шум с единичной ковариационной матрицей, а матрицы имеют следующий вид:

$$\Phi_1 = \begin{pmatrix} -0.5 & 0 & 0 \\ 0 & -0.3 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}, \Phi_2 = \begin{pmatrix} 0.5 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

3. В таблице 1 представлены результаты теста на возможность исключения лагов для некоторой векторной авторегрессии 4-го порядка. Можно ли на основе представленных результатов сделать вывод о возможности исключения третьего лага из уравнения для переменной D(LOG(INC))?

Табл. 1

Chi-squared test statistics for lag exclusion:					
Numbers in [ ] are p-values					
	D(LOG(M))	D(LOG(INC))	D(LOG(P))	D(SR)	Joint
Lag 1	52.99929	18.20668	64.56531	74.01646	189.8493
	[ 8.52E-11]	[ 0.001124]	[ 3.18E-13]	[ 3.22E-15]	[ 0.000000]
Lag 2	11.18449	0.927085	13.41291	23.87154	50.20598
	[ 0.024567]	[ 0.920643]	[ 0.009425]	[ 8.48E-05]	[ 2.13E-05]
Lag 3	16.09424	2.720446	2.009883	8.741114	32.21992
	[ 0.002895]	[ 0.605642]	[ 0.733941]	[ 0.067906]	[ 0.009361]
Lag 4	5.668408	1.209309	9.369098	4.043922	21.23252
	[ 0.225318]	[ 0.876564]	[ 0.052508]	[ 0.400094]	[ 0.169745]
df	4	4	4	4	16

4. В таблице 1 приведены результаты теста Йохансена на коинтеграцию. Заполните пустое место (выделено серым). Можно ли на 5%-м уровне значимости считать, что в рассматриваемой модели отсутствуют коинтеграционные соотношения?

Табл. 1

Sample(adjusted): 1974:06 1993:12				
Included observations: 235 after adjusting endpoints				
Trend assumption: Linear deterministic trend				
Series: L_M L_INC L_P SR				
Lags interval (in first differences): 1 to 4				
Unrestricted Cointegration Rank Test				
Hypothesized		Max-Eigen	5 Percent	1 Percent
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Critical Value
None	0.123370		27.07	32.24
At most 1	0.073403	17.91550	20.97	25.52
At most 2	0.028775	6.861373	14.07	18.63
At most 3	0.005012	1.180686	3.76	6.65

5. В таблице приведены результаты теста Дики-Фуллера для остатков (RESID01) модели долгосрочной взаимосвязи 3 макроэкономических рядов, являющихся стационарными в первых разностях:

Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(RESID01)				
Sample(adjusted): 1999:02 2011:09				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RESID01(-1)	-0.305699	0.077552	-3.941858	0.0002
R-squared	0.146997	Mean dependent var		-0.000248
Adjusted R-squared	0.146997	S.D. dependent var		0.015142
S.E. of regression	0.013985	Akaike info criterion		-5.690739
Sum squared resid	0.017602	Schwarz criterion		-5.663147
Log likelihood	259.9286	Durbin-Watson stat		2.121111

- а). выпишите значение тестовой статистики, используемой для проверки гипотезы об отсутствии коинтеграции в данном случае:  
б). Критические значения какого из распределений используются для проверки данной гипотезы:  
в). Можно ли отвергнуть на уровне значимости 5% нулевую гипотезу в данном случае?

### Шкала оценивания

Оценка определяется по формуле:

$$\text{Итоговая оценка (ИО)} = 0,3 \cdot \text{КР} + 0,2 \cdot \text{Эссе} + 0,5 \cdot \text{Экз}, \quad (1)$$

где

КР – оценка за контрольную работу 10-ти бальной шкале;

Эссе – оценка за эссе по 10-бальной шкале;

Экз – оценка за экзамен 10-ти бальной шкале.

10- бальная шкала	Традиционная шкала	«Зачтено»/ «Не зачтено»	Определение
10	Отлично	Зачтено	Задача решена идеально верно. Анализ решения проведен в идеально полном объеме.
9	Отлично	Зачтено	Задача решена верно. Анализ решения проведен практически в идеально полном объеме.
8	Отлично	Зачтено	Задача решена верно. Анализ решения проведен в полном объеме.
7	Хорошо	Зачтено	Задача решена верно. Анализ решения проведен в достаточном объеме.
6	Хорошо	Зачтено	Задача решена верно. Проведен анализ решения.
5	Удовлетворительно	Зачтено	Задача решена верно. Проведен неполный анализ решения.
4	Удовлетворительно	Зачтено	Задача решена верно. Проведен неполный анализ решения с частичными ошибками.
3	Неудовлетворительно	Не зачтено	Задача решена с неверным ответом.
2	Неудовлетворительно	Не зачтено	Задача не решена
1	Неудовлетворительно	Не зачтено	Задача не решена
0	Неудовлетворительно	Не зачтено	Задача не выполнена, код не представлен

#### 4.4. Методические материалы

Экзамен проводится в аудитории. Отсчет времени, отведенного на письменную работу, идет по завершении процедуры размещения студентов и раздачи заданий.

Студент обязан являться на письменный контроль в указанное в расписании время. В случае опоздания время, отведенное на письменный контроль знаний, не продлевается.

При себе студенты могут иметь только письменные принадлежности. Необходимую для выполнения работы бумагу выдает преподаватель.

Преподаватель раздает варианты работы. Листы с заданиями должны быть повернуты текстом вниз, чтобы студенты до окончания процедуры раздачи не могли начать выполнение работы. По окончании раздачи вариантов студентам разрешается перевернуть текст задания и одновременно приступить к выполнению работы. По окончании отведенного времени студенты одновременно заканчивают выполнение работы. Если работа завершена существенно раньше срока, то по разрешению преподавателя студент может покинуть аудиторию досрочно.

Мобильные телефоны должны быть выключены и убраны со столов, допускается использование калькуляторов, выполняющих только простые арифметические вычисления.

Во время проведения письменного контроля знаний студентам не разрешается пользоваться учебными программами, справочниками и прочими источниками информации.

Использование материалов, а также попытка общения с другими студентами или иными лицами, в том числе с применением электронных средств связи,

несанкционированные перемещения и т.п. являются основанием для удаления студента из аудитории и последующего проставления в ведомость оценки «неудовлетворительно».

Во время проведения письменного контроля знаний студентам разрешается покинуть аудиторию только при условии сдачи работы в объеме, выполненном к моменту выхода из аудитории. Дальнейшее продолжение работы запрещается.

Ответы в работе без объяснений не засчитываются. Рисунки должны быть четкими, все линии графиков, используемых при ответах на вопросы задач, должны быть подписаны.

Продолжительность экзаменационной письменной работы 120 минут.

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 курса

Конкретный способ коммуникации со студентами определяется преподавателем.

Студентам рекомендуется дополнительно прорабатывать темы лабораторных работ и практических занятий самостоятельно с использованием учебников и дополнительных источников, рекомендованных преподавателем.

Прежде всего, необходимо проработать теоретический материал, изложенный в лекциях и соответствующих разделах учебника, указанных преподавателем, а также методические указания к выполнению соответствующих процедур эконометрического анализа, предусмотренных в пакетах Econometric Views/Stata/Gretl/R, имеющихся в разделе Help этих пакетов (в зависимости, от выбранного преподавателем семинарских занятий пакета). Можно также воспользоваться материалами, имеющимися в сети Интернет.

Для подготовки к практическим занятиям и лабораторным работам необходимо ознакомиться с рекомендованной литературой, повторить материал лекций, предыдущих практических занятий и лабораторных работ. Самостоятельно разобрать задачи предыдущих домашних заданий. 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 контрольной и экзаменационной работам необходимо ознакомиться с рекомендованной литературой, повторить материал предыдущих лекций, практических занятий и лабораторных работ, выполнить типовой вариант контрольной (экзаменационной) работы. При возникновении вопросов обратиться к преподавателю по электронной почте с указанием конкретной проблемы и (или) прийти к преподавателю на консультацию в установленное время.

Самостоятельная работа студентом осуществляется для закрепления изученного материала после практических занятий или лабораторных работ, для выполнения домашних заданий, для подготовки к контрольным работам, для изучения дополнительных материалов.

№ п/п	Тип занятия	Указания
Тема 1. Стационарные временные ряды, Модели ARMA.		
1	Л, ПЗ/ЛР	Проработать материал лекции 1 Проработать материал лекций Канторовича Г.Г. (лекция 1, ЭЖ ВШЭ, 2002, №1) Проработать дополнительный материал (по желанию) Домашнее задание 1. №1-3

№ п/п	Тип занятия	Указания
2	Л, ПЗ/ЛР	Проработать материал лекции 2 Проработать материал лекций Канторовича Г.Г. (лекция 2, ЭЖ ВШЭ, 2002, №1) Проработать дополнительный материал (по желанию) Домашнее задание 1. №4-5
3	Л, ПЗ/ЛР	Проработать материал лекции 3 Проработать материал лекций Канторовича Г.Г. (лекция 3, ЭЖ ВШЭ, 2002, №1) Проработать дополнительный материал (по желанию) Домашнее задание 1. №6-8
4	Л, ПЗ/ЛР	Проработать материал лекции 4 Проработать материал лекций Канторовича Г.Г. (лекция 4, ЭЖ ВШЭ, 2002, №1, лекции 5-7, ЭЖ ВШЭ, 2002, №2) Проработать дополнительный материал (по желанию) Домашнее задание 2.
Тема 2. Нестационарные временные ряды. Различение стационарных и нестационарных рядов в рамках моделей ARIMA.		
5	Л, ПЗ/ЛР	Проработать материал лекции 5 Проработать материал лекций Канторовича Г.Г. (лекция 7, ЭЖ ВШЭ, 2002, №2) Проработать дополнительный материал (по желанию) Домашнее задание 3. №1-2
6	Л, ПЗ/ЛР	Проработать материал лекции 6 Проработать материал лекций Канторовича Г.Г. (лекции 8-9, ЭЖ ВШЭ, 2002, №3) Проработать дополнительный материал (по желанию) Домашнее задание 3. №3
7	Л, ПЗ/ЛР	Проработать материал лекции 7 Проработать материал лекций Канторовича Г.Г. (лекции 9-10, ЭЖ ВШЭ, 2002, №3) Проработать дополнительный материал (по желанию) Домашнее задание 4.
8	КР	Контрольная работа 1 в рамках лекции 8
Тема 3. Регрессионный анализ для стационарных временных рядов. Динамические модели.		
9	Л, ПЗ/ЛР	Проработать материал лекции 9 Проработать материал лекций Канторовича Г.Г. (лекция 11, ЭЖ ВШЭ, 2002, №4) Проработать дополнительный материал (по желанию)
10	Л, ПЗ/ЛР	Проработать материал лекции 10 Проработать материал лекций Канторовича Г.Г. (лекция 12, ЭЖ ВШЭ, 2002, №4) Проработать дополнительный материал (по желанию) Домашнее задание 5.
11	Л, ПЗ/ЛР	Проработать материал лекции 11 Проработать материал лекций Канторовича Г.Г. (лекция 13, ЭЖ ВШЭ, 2002, №4) Проработать дополнительный материал (по желанию)
12	Л, ПЗ/ЛР	Проработать материал лекции 12 Проработать материал лекций Канторовича Г.Г. (лекция 13, ЭЖ ВШЭ, 2002, №4) Проработать дополнительный материал (по желанию) Домашнее задание 6.
Тема 4. Регрессионный анализ нестационарных временных рядов. Коинтеграция и модели коррекции ошибок.		
13	Л, ПЗ/ЛР	Проработать материал лекции 13 Проработать материал лекций Канторовича Г.Г. (лекция 14, ЭЖ ВШЭ, 2003, №1) Проработать дополнительный материал (по желанию)
14	Л, ПЗ/ЛР	Проработать материал лекции 14 Проработать материал лекций Канторовича Г.Г. (лекция 14, ЭЖ ВШЭ, 2003, №1) Проработать дополнительный материал (по желанию) Домашнее задание 7. №2
15	Л, ПЗ/ЛР	Проработать материал лекции 15 Проработать материал лекций Канторовича Г.Г. (лекция 15, ЭЖ ВШЭ, 2003, №1) Проработать дополнительный материал (по желанию) Домашнее задание 7. №1

№ п/п	Тип занятия	Указания
16	Л, ПЗ/ЛР	Проработать материал лекции 15 Проработать материал лекций Канторовича Г.Г. (лекция 15, ЭЖ ВШЭ, 2003, №1) Проработать дополнительный материал (по желанию) Подготовка эссе.

## 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 Ч.1,2: 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 Ч.3,4: учебник / В.П. Носко. — Москва : Дело РАНХиГС, [б. г.]. — Часть 3,4 — 2011. — 576 с
3. Сток Д., Уотсон М., 2015, Введение в эконометрику: Учебник. 3-е изд./ Пер с англ. — М.: Дело, 2015

### 6.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы.

Отдельное обеспечение не предусмотрено.

### 6.4. Нормативные правовые документы.

Не предусмотрены.

### 6.5. Интернет-ресурсы.

Базы данных к учебнику Patteson (2000): рассылаются студентам по электронной почте

Источники статистической информации:

[www.gks.ru](http://www.gks.ru) – официальный сайт Росстата;

[www.cbr.ru](http://www.cbr.ru) – официальный сайт банка России;

[www.roskazna.ru](http://www.roskazna.ru) – официальный сайт Федерального Казначейства России.

<http://lms.ranepa.ru>

### 6.6. Иные источники.

1. Берндт, Э. Р. Практика эконометрики: классика и современность: учебник: рек. УМО / Э. Р. Берндт ; науч. ред. и предисловие С. А. Айвазяна, пер. с англ. Е. Н. Лукаша. - М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2005. - 863 с. - (Зарубежный учебник). - Библиогр.: с. 800-847 [на англ. и рус. яз.].
2. Enders W. (2010), Applied econometric Time Series, 3d ed., Wiley.
3. Patterson K. (2000), An Introduction to Applied Econometric: a Time Series Approach, Palgrave MacMillan.
4. Brockwell P. J. and R. A. Davis (2002), Introduction to Time Series and Forecasting, 2nd Edition, Springer, Springer Texts in Statistics.
5. Hamilton, J.D. (1994), Time Series Analysis, Princeton: Princeton University Press.
6. Lütkepohl, H. (1995) New Introduction to Multiple Time Series, Springer-Verlag.

7. Campbell, J. and P. Perron, "Pitfalls and Opportunities: What Macroeconomists Should Know About Unit Roots," NBER Macroeconomics Annual, 1991, 141-163.
8. Cochrane, J., "Comment on Campbell and Perron" NBER Macroeconomics Annual, 1991, 201-210.
9. Dickey, D. and Fuller, W., "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root", Journal of American Statistical Association, 1979, 366(74), 427-431.
10. Hansen, Lars Peter, and Singleton, Kenneth J., "Generalized Instrumental Variables Estimation of Nonlinear Rational Expectations Models," Econometrica 50, September 1982, pp. 1269-1286.
11. Im, K. S., Pesaran, M. H., Shin, Y. (2003). Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels. Journal of Econometrics, 115(1), 53-74.
12. Kwiatkowski, D., Phillips, p., Schmidt, P. and Y. Shin, "Testing the Null Hypothesis of Stationarity Against the Alternative of a Unit Root: How Sure Are We That Economic Time Series Are Non Stationary?", Journal of Econometrics, 1992, 159-178.
13. Nelson, C. and C. Plosser "Trends and Random Walks in Macroeconomic Time Series: Some Evidence and Implications," Journal of Monetary Economics, 1982, 139-162.
14. Perron, P., "The Great Crash, the Oil Price Shock, and the Unit Root Hypothesis," Econometrica, 1989, 1361-1402.
15. Sims, C. "Macroeconomics and Reality," Econometrica, Jan. 1980, 1-48.
16. Vogelsang, T. J. 1997. "Wald-type tests for detecting Breaks in the Trend Function of a Dynamic Time Series," Econometric Theory 13, 818-849
17. Zivot, E. and D. Andrews, "Further Evidence on The Great Crash, the Oil Price Shock, and the Unit Root Hypothesis," Journal of Business and Economic Statistics, 1992, 251-270.

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

1. Компьютерный класс
2. Доступ в интернет и локальную сеть Академии
3. Проекционное оборудование
4. Программное обеспечение:
  - Windows/Linux/Mac OS
  - Eviews/Stata/Gretl/