

ЗАДАЧНИК

СБОРНИК ЗАДАЧ по эконометрике временных рядов и панельных данных

Ф. С. Картаев, О. А. Клачкова,
В. М. Ромашова, О. В. Сучкова



Экономический
факультет
МГУ
имени
М.В. Ломоносова

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М. В. Ломоносова
Экономический факультет



Ф. С. Картаев, О. А. Клачкова,
В. М. Ромашова, О. В. Сучкова

СБОРНИК ЗАДАЧ
по эконометрике временных рядов
и панельных данных

Москва
2016

УДК 330.43
ББК 65в631
К27

Каргаев Ф. С., Клачкова О. А., Ромашова В. М., Сучкова О. В.
К27 Сборник задач по эконометрике временных рядов и панельных данных. — М.: Экономический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова, 2016. — 64 с.

ISBN 978-5-906783-48-6

Сборник задач подготовлен сотрудниками кафедры математических методов анализа экономики экономического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова и предназначен для студентов учебных курсов бакалавриата и магистратуры. Материалы сборника позволят студентам приобрести навык решения задач продвинутого уровня по курсу эконометрики, развить понимание следующих тем дисциплины эконометрика: панельные данные, временные ряды.

Сборник содержит не только условия задач и ответы к ним, но и подробные решения значительной их части, что позволит осуществлять эффективную самостоятельную подготовку.

ISBN 978-5-906783-48-6

© Экономический факультет
МГУ имени М. В. Ломоносова, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	4
Задача 1. ARIMA	5
Задача 2. Динамика реальных доходов	15
Задача 3. Реклама и продажи	20
Задача 4. Коинтеграция	25
Задача 5. Лисы и кролики	28
Задача 6. Кривая Филлипа	32
Задача 7. Волатильность инфляции и рост экономики	35
Задача 8. Стоимость авиабилетов	38
Задача 9. Списывание	46
Задача 10. Заработная плата в Мексике	56
Задача 11. Государственный долг и экономический рост	60
Литература	65

ПРЕДИСЛОВИЕ

Данное пособие содержит задания по эконометрике временных рядов и панельных данных. Задания охватывают следующие темы: модель ARIMA, обобщенная модель авторегрессионной условной гетероскедастичности (GARCH), авторегрессионная модель распределенных лагов (ADL), модель векторной авторегрессии (VAR), модели с фиксированными и случайными эффектами, а также метод «разность разностей».

Овладение методами прикладной эконометрики невозможно без практической работы с данными. Поэтому задачник будет полезен студентам, изучающим соответствующие темы, а также преподавателям эконометрики. Все задания сопровождаются подробным решением.

Все расчеты для решения заданий осуществлялись в эконометрическом пакете Gretl. Поэтому все таблицы и графики, приведенные в работе, получены в результате использования этого пакета. Впрочем, это ни к чему не обязывает читателя, который волен решать задачи, используя любое удобное ему программное обеспечение.

В конце задачника приведен список литературы, в которой описаны все нужные для решения представленных задач методы и модели.

Архив с данными, необходимыми для расчетов, доступен в сети по адресу: <http://www.econ.msu.ru/sys/raw.php?o=34427&p=attachment>. Также вы можете получить его, написав авторам (kartaev@gmail.com). Если в процессе решения заданий вы обнаружите в сборнике неточности и опечатки, то авторы будут вам признательны за сообщение о них.

ЗАДАЧА 1

ARIMA

Для каждого из представленных в файле **ARIMA_example** временных рядов подберите модель ARIMA, наилучшим образом описывающую его динамику.

Решение

Для подбора модели авторегрессии — скользящего среднего (ARIMA-модели) для каждого из трех временных рядов воспользуемся методологией Бокса—Дженкинса¹.

Ряд Y1

Для начала рассмотрим график временного ряда (см. рис. 1.1)², на котором видно, что ряд «колеблется» около значения 20, при этом явный тренд отсутствует, ряд «похож» на стационарный, но необходимо провести формальные тесты.

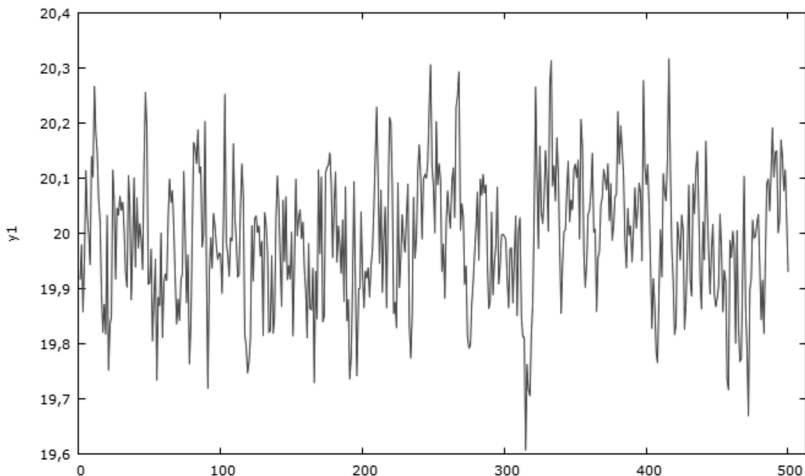


Рис. 1.1. График временного ряда Y1, состоящего из 500 наблюдений в последовательные моменты времени

¹ Магнус Я. Р., Катыйшев П. К., Пересецкий А. А. Эконометрика. Начальный курс: Учебник. — 6-е изд., перераб. и доп. — М.: Дело, 2004, глава 11.4

² Здесь и далее рисунки вставлены из эконометрического пакета Gretl.

Проверим ряд на стационарность, используя расширенный тест Дики—Фуллера с константой без тренда.

В лекциях Вашингтонского университета¹ процедура выбора числа лагов для ADF-теста описывается следующим образом. На первом шаге выбирается максимально возможный лаг P_{\max} , по **правилу Шварта**² для определения максимального числа лагов в ADF-тесте в зависимости от длины ряда T :

$$p_{\max} = \left\lceil A^* \left(\frac{T}{100} \right)^{1/4} \right\rceil, \quad (1.1)$$

где $[x]$ — целая часть x , $c = 12$ или 4 в зависимости от длины ряда.

На втором шаге на основе критерия Шварца выбирается оптимальное число лагов от одного до P_{\max} , определенного на первом шаге.

$$p^* = \arg \min(l_k) \quad (1.2)$$

$$l_k = \ln(\hat{\sigma}_k^2) + \frac{k * C_T}{T},$$

где $\hat{\sigma}_k^2 = \frac{\sum_{t=k+1}^T e_t^2}{T-k}$, а $C_T = \ln(T)$ в случае критерия Шварца и $C_T = 2$ для критерия Акаике.

По автоматическим настройкам в программе Gretl для данного ряда Y1 длиной в 500 наблюдений ставится максимальное количество лагов 17, исходя из «правила-12» Шварта, и выбирается оптимальное количество лагов с помощью критерия Шварца³.

Таблица 1.1

Расширенный тест Дики-Фуллера для y1
включая 0 лага(-ов) для (1-L)y1
(max was 17, criterion Крит. Шварца)
объем выборки 499
нулевая гипотеза единичного корня: a = 1

тест с константой
модель: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + e
оценка для (a - 1): -0,455737
тестовая статистика: tau_c(1) = -12,1132
Р-значение 1,333e-023
коэф. автокорреляции 1-го порядка для e: -0,023

¹ Электронный ресурс, URL: <http://faculty.washington.edu/ezivot/econ584/notes/unitrootLecture2.pdf> (дата обращения 15.09.2016).

² Schwert. Test for Unit Roots: A Monte Carlo Investigation, JBES, 1989.

³ Здесь и далее для результатов тестов и оценки моделей вставки из программы Gretl.

По результатам теста (табл. 1.1) нулевая гипотеза о наличии единичного корня отвергается, поскольку полученное p -значение меньше любого разумного уровня значимости. Поэтому делается вывод, что ряд Y_1 стационарен, следовательно, для него определена автокорреляционная функция.

Рассмотрим график автокорреляционной и частной автокорреляционной функции (см. рис. 1.2).

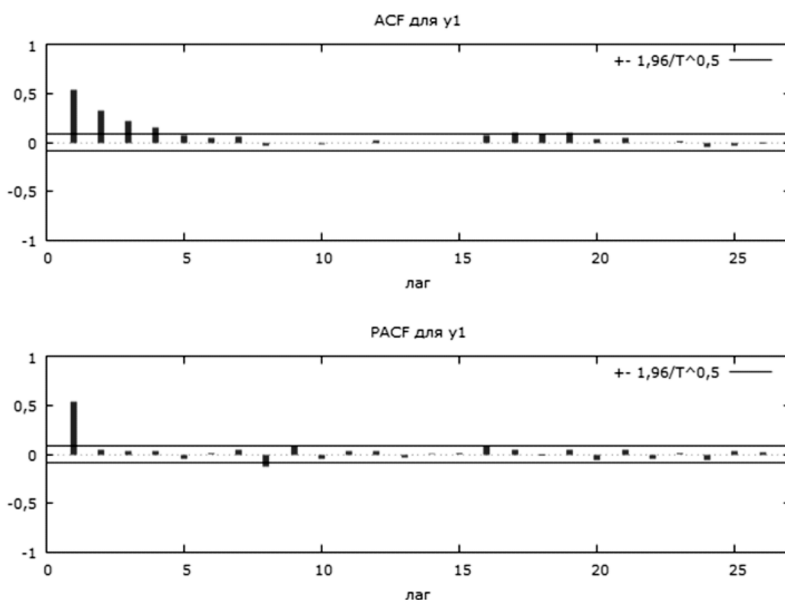


Рис. 1.2. График автокорреляционной и частной автокорреляционной функций ряда Y_1 .

Столбцами обозначены коэффициенты автокорреляционной и частной автокорреляционной функций, горизонтальными линиями – границы 95%-ного доверительного интервала

Как видно из рис. 1.2, коэффициенты авторегрессионной функции постепенно сходятся к нулю, а для частной авторегрессионной функции значимым является только первый коэффициент, т.е. коррелограмма характерна для AR(1)-процесса.

Оценим AR(1)-модель $Y_t = \varphi_0 + \varphi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t$. Результаты оценки представлены в табл. 1.2.

Как видно из результатов оценки модели для временного ряда Y_1 , константа и коэффициент при первом авторегрессионном лаге значимы на 1%-ном уровне. Чтобы убедиться в качестве построенной модели, проверим, являются ли остатки модели белым шумом. Для этого рассмотрим коррелограмму остатков модели № 1 (см. рис. 1.3).

Таблица 1.2

Модель 1: ARMA, использованы наблюдения 1-500					
Зависимая переменная: y1					
Стандартные ошибки рассчитаны на основе Гессiana					
	Коэффициент	Ст. ошибка	Z	P-значение	
const	19,991	0,00973907	2052,6567	<0,0001	***
phi_1	0,543611	0,0374714	14,5074	<0,0001	***
Среднее зав. перемен	19,99129	Ст. откл. зав. перемен		0,118879	
Среднее инноваций	0,000081	Ст. откл. инноваций		0,099624	
Лог. правдоподобие	443,5315	Крит. Акаике		-881,0630	
Крит. Шварца	-868,4192	Крит. Хеннана-Куинна		-876,1016	
	Действительная часть	Мнимая часть	Модуль	Частота	
AR					
	Корень 1	1,8395	0,0000	1,8395	0,0000

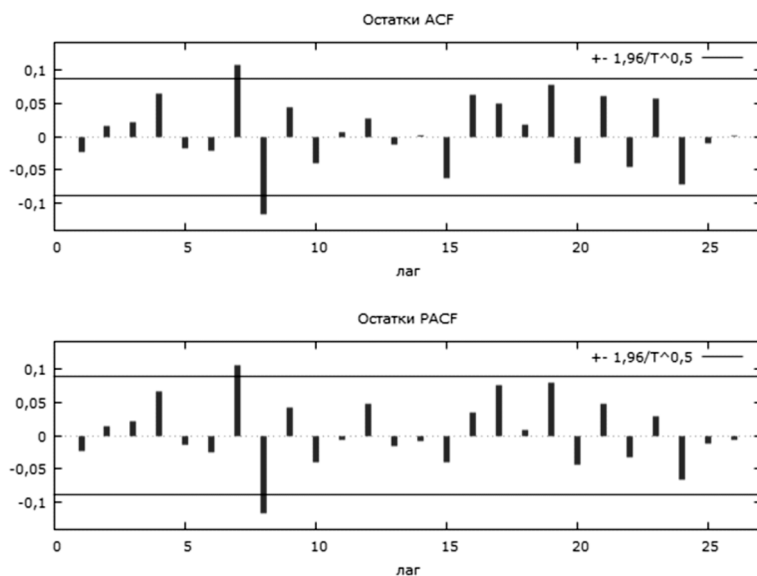


Рис. 1.3. Коррелограмма остатков модели № 1 для ряда Y1

Как видно из рис. 1.3, среди первых шести коэффициентов автокорреляционной функции нет значимых (построение модели с большим количеством лагов не представляется целесообразным), поэтому можно сделать вывод, что остатки модели № 1 являются белым шумом, т.е. качество модели можно считать удовлетворительным.

Ответ: ряд Y1 представляет собой AR(1)-процесс: $\hat{Y}_t = 19,99 + 0,54 Y_{t-1}$.

(0,01) (0,037)

Ряд Y2

Аналогично с предыдущим случаем рассмотрим график временного ряда Y2. На рис. 1.4 видно, что тренд отсутствует, ряд колеблется около значения 5.

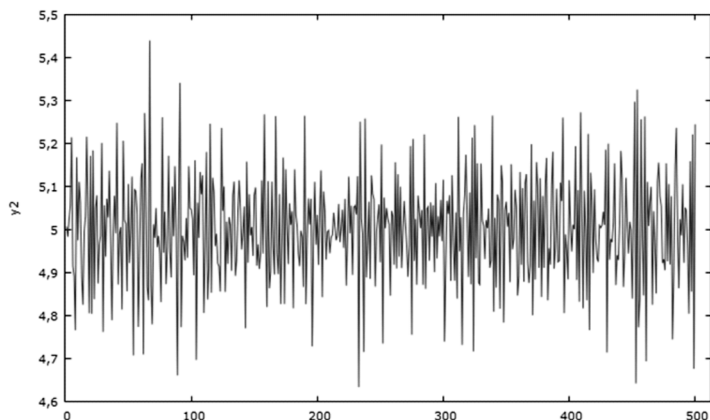


Рис. 1.4. График временного ряда Y2

Проведем расширенный тест Дики—Фулера на наличие единичного корня.

Таблица 1.3

Расширенный тест Дики-Фулера для y2
включая 6 лага(-ов) для $(1-L)y_2$
(max was 17, criterion Крит. Шварца)
объем выборки 493
нулевая гипотеза единичного корня: $a = 1$

тест с константой
модель: $(1-L)y = b_0 + (a-1)y(-1) + \dots + e$
оценка для $(a - 1)$: -4,27818
тестовая статистика: $\tau_c(1) = -14,6794$
асимпт. p-значение 3,354e-034
коэф. автокорреляции 1-го порядка для e: -0,006
лаг для разностей: $F(6, 485) = 24,012 [0,0000]$

По результатам теста нулевая гипотеза о наличии единичного корня отвергается, поскольку p -значение меньше любого уровня значимости. Это позволяет сделать вывод о стационарности ряда.

По коррелограмме временного ряда Y2 (см. рис. 1.5) видно, что первый коэффициент автокорреляционной функции значим, а коэффици-

енты частной автокорреляционной функции стремятся к нулю по мере роста лага.

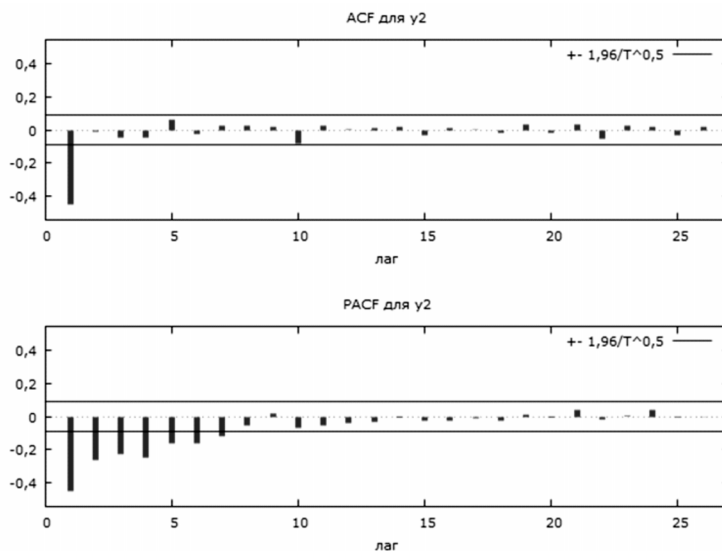


Рис. 1.5. График автокорреляционной и частной автокорреляционной функций временного ряда Y_2

Эта ситуация характерна для процесса скользящего среднего первого порядка (MA(1)-процесса). Построим MA(1)-модель: $Y_t = \theta_0 + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$. Оценки представлены в табл. 1.4.

Таблица 1.4

Модель 2: ARMA, использованы наблюдения 1-500				
Зависимая переменная: y_2				
Стандартные ошибки рассчитаны на основе Гессииана				
	Коэффициент	Ст. ошибка	Z	P-значение
const	5,00087	0,000782403	6391,6767	<0,0001 ***
theta_1	-0,829799	0,0240793	-34,4611	<0,0001 ***
Среднее зав. перемен	5,001028	Ст. откл. зав. перемен	0,128549	
Среднее инноваций	0,000258	Ст. откл. инноваций	0,101780	
Лог. правдоподобие	432,4189	Крит. Акаике	-858,8379	
Крит. Шварца	-846,1941	Крит. Хеннана-Куинна	-853,8765	
	Действительная часть	Мнимая часть	Модуль	Частота
МА				
Корень 1	1,2051	0,0000	1,2051	0,0000

Научное электронное издание

Картаев Ф. С., Клачкова О. А., Ромашова В. М., Сучкова О. В.

**СБОРНИК ЗАДАЧ
ПО ЭКОНОМЕТРИКЕ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ
И ПАНЕЛЬНЫХ ДАННЫХ**

ISBN 978-5-906783-48-6



9 785906 783486