

Министерство образования Республики Беларусь
УО «Полесский государственный университет»

И.А. ЯНКОВСКИЙ

ПРИКЛАДНАЯ ЭКОНОМЕТРИКА

Часть 2

Методические указания
по выполнению лабораторных работ
для студентов, магистрантов
экономических специальностей
и слушателей факультета повышения квалификации
и переподготовки кадров

Пинск
ПолесГУ
2014

УДК 519.862.6(072)

ББК 65в6я73

Я62

Р е ц е н з е н т ы:

кандидат педагогических наук О.В. Лимаренко;

кандидат педагогических наук И.Е. Анпилогов

У т в е р ж д е н о

научно-методическим советом ПолесГУ

Янковский, И.А.

Я62 Прикладная эконометрика : методические указания /
И.А. Янковский. – Пинск : ПолесГУ, 2014. – Ч. 2. – 38 с.

ISBN 978-985-516-340-5 (Ч. 2)

ISBN 978-985-516-221-7

Учебное пособие содержит задания к лабораторным работам, выполняемым в курсе преподавания дисциплин «Корпоративные информационные системы», «Эконометрика» (продвинутый уровень), и методические указания по построению эконометрических моделей на персональных компьютерах с помощью пакетов прикладных программ. Методические указания могут быть использованы для самостоятельной работы студентов.

Пособие предназначено для преподавателей, аспирантов, магистрантов, студентов экономических вузов, слушателей факультета повышения квалификации и переподготовки кадров.

УДК 519.862.6(072)

ББК 65в6я73

ISBN 978-985-516-340-5 (Ч. 2)

ISBN 978-985-516-221-7

© УО «Полесский государственный университет», 2014

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа №7	.....	4
Лабораторная работа №8	.....	15
Лабораторная работа №9	.....	24
Рекомендуемая литература	.....	35
Приложения	.....	36

Лабораторная работа № 7

Тема:

Использование метода инструментальных переменных для построения регрессионных моделей со стохастическими объясняющими переменными

Методические указания

При построении модели со стохастическими регрессорами может иметь место корреляция между независимыми (экзогенными) переменными и ошибками. Следствием этого является то, что МНК-оценки модели могут быть смещенными и несостоятельными, а модель неадекватной.

Один из путей преодоления этой трудности – использование других независимых переменных, которые носят название «инструментальные переменные» (**Instrumental Variables – IV**).

Для получения состоятельных оценок необходимо, чтобы они обладали двумя свойствами:

1. Новые независимые переменные должны быть «хорошо коррелированы» с исходными независимыми переменными.

2. Новые переменные не должны быть коррелированы с ошибками.

Задание 1

Предположим, имеет место зависимость:

$$\text{Cons} = a + b \times Y + \varepsilon, \quad (7.1)$$

$$Y = \text{Cons} + \text{Inv}. \quad (7.2)$$

> Создайте **Workfile** для 1000 наблюдений типа **Integer date eViews**.

> Импортируйте значения потребления (**Cons**), инвестиций (**Inv**), национального дохода (**Y**) из файла *iv.txt*.

- > Оцените параметры **a**, **b** на основе модели (7.1), используя метод наименьших квадратов (МНК).
- > Оцените ее адекватность.

Задание 2

Предположим, что имеется два индекса, характеризующих, например, *научно-технический прогресс (НТП)*, которые связаны с объемом инвестиций следующим образом:

$$Z1 = g \times Inv + \eta1, \quad (7.3)$$

$$Z2 = g \times Inv + \eta2. \quad (7.4)$$

Предполагается, таким образом, что **Z1** и **Z2** не связаны с шоками потребления ϵ , т.е. не оказывают на потребление прямое воздействие. С другой стороны, **Z1** и **Z2** связаны с общим доходом Y (через инвестиции); оказывают опосредованное воздействие на объемы потребления.

- > Оцените параметры **a**, **b**, используя **Z1** и **Z2**, как инструментальные переменные, используя *двухшаговый МНК*.
- > Оцените адекватность новой модели.

Пример:

После запуска **eViews** создаете новый **Workfile** (см. **Рис. 7.1**).

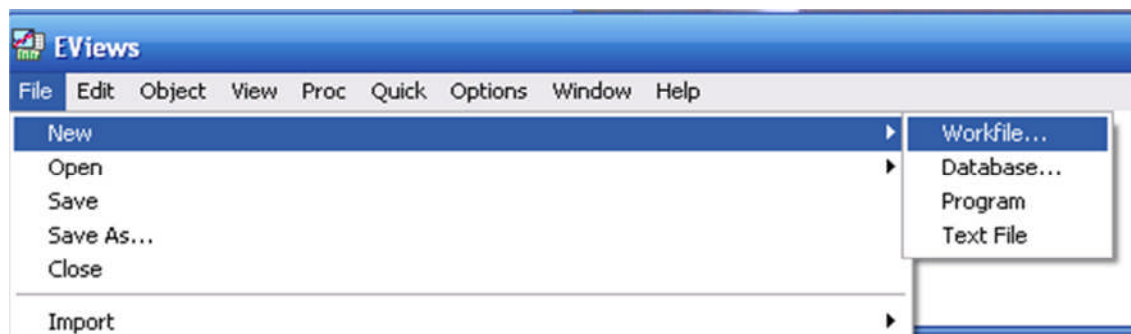


Рис. 7.1 – Создание нового Workfile в пакете eViews

› Выберите частоту в спецификации данных **Integer date** (см. Рис. 7.2).

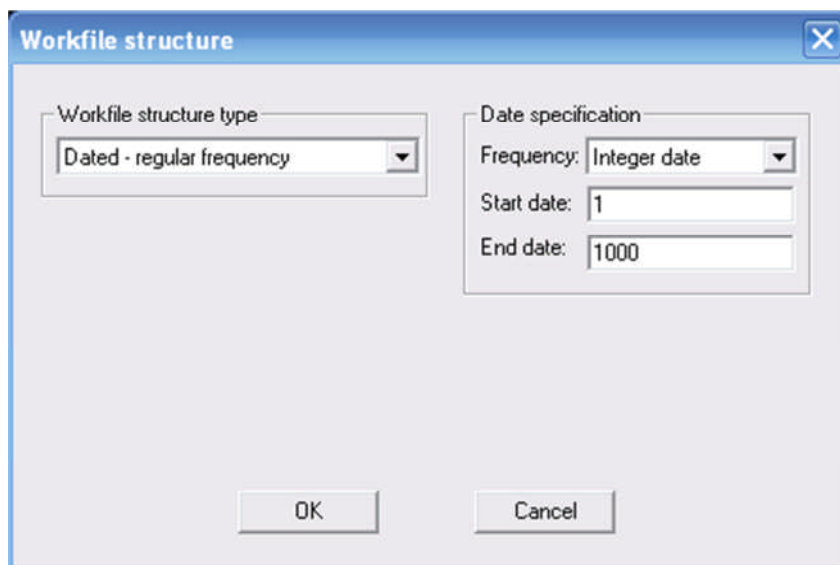


Рис. 7.2 – Задание структуры файла исходных данных

Если даты заданы правильно, то в рассматриваемом примере должно получиться 1000 наблюдений. Импортируйте исходные данные для анализа из файла *iv.txt*.

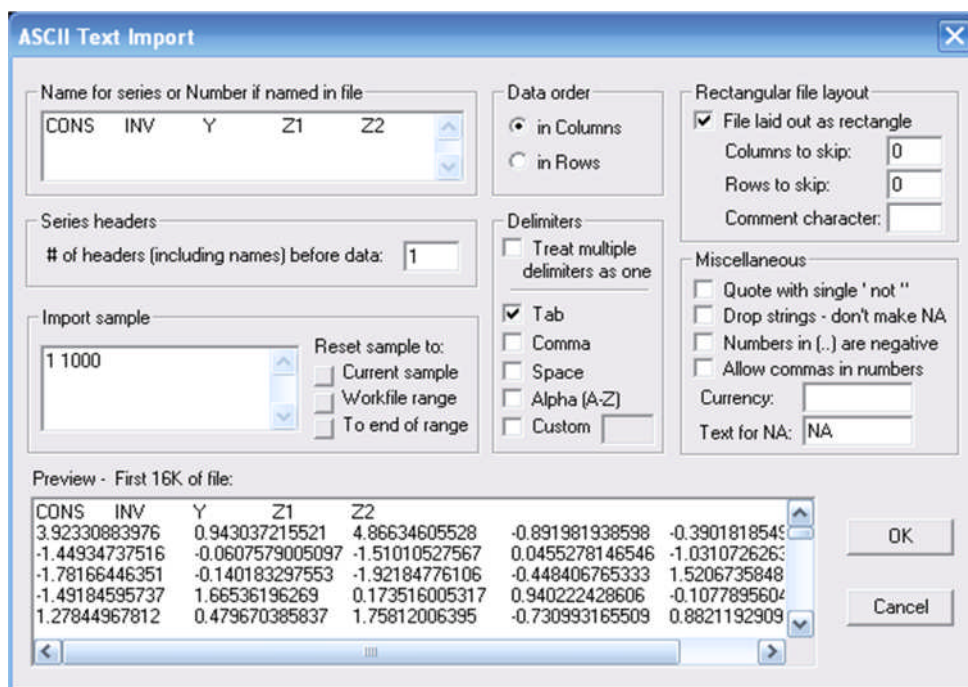


Рис. 7.3 – Окно импорта данных

Для этого необходимо выполнить последовательность команд: **File – Import – Read Text-Lotus-Excel**. Через окно проводника открываем файл *iv.txt*, откроется окно импорта данных (см. **Рис. 7.3**).

Обратите внимание, что имена временных рядов надо скопировать из окна предпросмотра **Preview** в окно **Name for series ...**

Затем нажмите кнопку подтверждения **OK**.

В окне **Workfile** появятся пять новых серий: **Cons, Inv, Y, Z1, Z2**.

Построение модели

Для оценивания параметров уравнения регрессии необходимо создать регрессионное уравнение. Выделяете левой кнопкой мыши сначала зависимую переменную (**Cons**), а затем последовательно независимые переменные (**Y**), удерживая клавишу **Ctrl**. Отпустите клавишу **Ctrl**. Наведите указатель мыши на выделенную область, нажмите правую кнопку мыши и выберите в появившемся меню **Open as Equation**, появится диалоговое окно **Equation Specification** (см. **Рис. 7.4**).

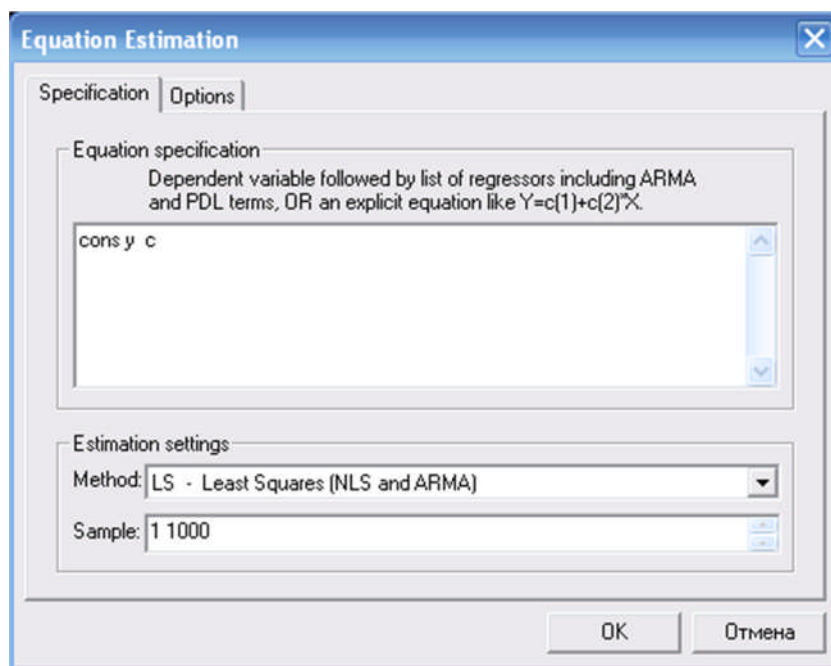
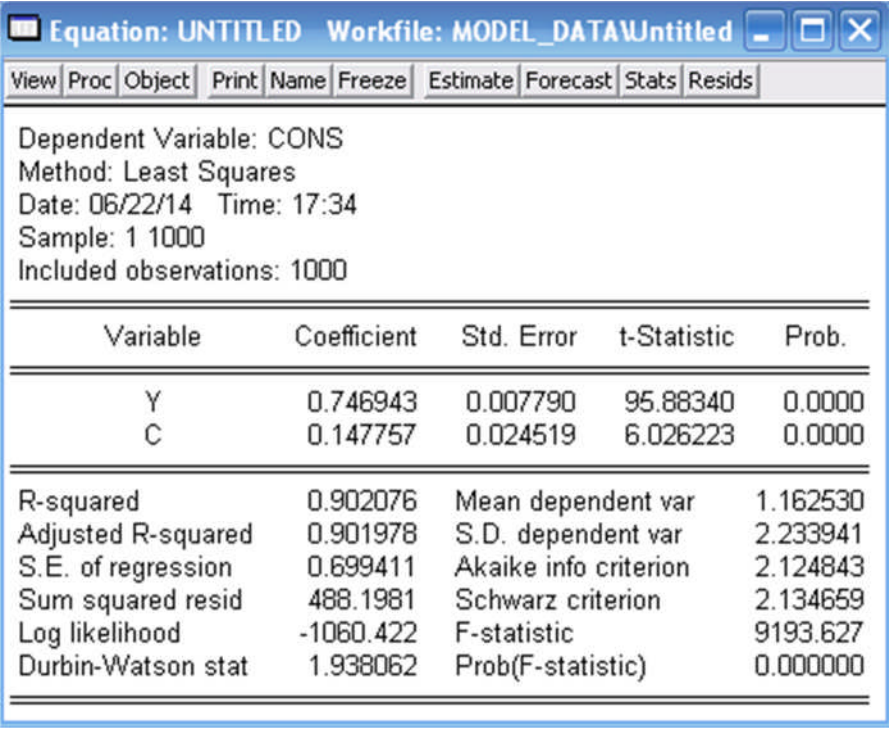


Рис. 7.4 – Диалоговое окно Equation Specification

В окне будет указана спецификация уравнения для оценивания в **Eviews**.

В нижней части окна выберите метод оценивания параметров регрессионного уравнения (метод наименьших квадратов **LS – Least Squares**). Временной диапазон исходных данных, на основе которых будет проведено оценивание, изменять не следует. После нажатия кнопки **OK** на экране откроется окно с характеристиками регрессионного уравнения **Equation**:



The screenshot shows the 'Equation: UNTITLED' window in EViews. The window title is 'Equation: UNTITLED Workfile: MODEL_DATA\Untitled'. The menu bar includes 'View', 'Proc', 'Object', 'Print', 'Name', 'Freeze', 'Estimate', 'Forecast', 'Stats', and 'Resids'. The main area displays the following information:

Dependent Variable: CONS
Method: Least Squares
Date: 06/22/14 Time: 17:34
Sample: 1 1000
Included observations: 1000

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
Y	0.746943	0.007790	95.88340	0.0000
C	0.147757	0.024519	6.026223	0.0000

R-squared	0.902076	Mean dependent var	1.162530
Adjusted R-squared	0.901978	S.D. dependent var	2.233941
S.E. of regression	0.699411	Akaike info criterion	2.124843
Sum squared resid	488.1981	Schwarz criterion	2.134659
Log likelihood	-1060.422	F-statistic	9193.627
Durbin-Watson stat	1.938062	Prob(F-statistic)	0.000000

Рис. 7.5 – Окно с характеристиками регрессионного уравнения Equation

Оценка статистической значимости модели

Выбрав в меню объекта **Equation** пункт **View – Estimation Output**, вернитесь в окно с характеристиками регрессионного уравнения (см. **Рис. 7.5**).

Для проверки гипотезы о значимости уравнения в целом используется *F-статистика Фишера*.

Нулевая гипотеза H_0 :

$$\{\beta_1 = \beta_2 = \dots = 0\},$$

т.е. тестируется одновременное равенство нулю всех коэффициентов регрессионного уравнения (уравнение в целом является незначимым).

Для принятия решения использовать **эквивалентную форму критерия**, который представляет собой сравнение уровня значимости $\epsilon = 0.05$ и **P-значения**:

$$\text{Гипотеза } H_0 \begin{cases} \text{не отклоняется, если } P > \epsilon; \\ \text{отклоняется, если } P \leq \epsilon. \end{cases} \quad (7.5)$$

Оценка статистической значимости коэффициентов

Для проверки значимости каждого в отдельности из вычисленных коэффициентов формулируют нулевую гипотезу H_0 :

$$\beta_i = 0,$$

т.е. вычисленный коэффициент является незначимым, а фактор, включенный в регрессионное уравнения, не оказывает значимого влияния на эндогенную переменную.

Для принятия решения будем также использовать **эквивалентную форму критерия**, который представляет собой сравнение уровня значимости ϵ и **P-значения**, которое указывается в колонке **Prob.**, в окне результатов оценивания регрессии объекта **Equation**.

Если нулевая гипотеза отвергается с вероятностью, равной 5 %, то говорят, что коэффициент регрессионного уравнения β_i значим на уровне значимости **0,05** (5 %) (в данном случае говорят, что данный коэффициент значимо отличается от нуля), и соответствующий ему регрессор (т.е. **Y**) объясняет вариацию зависимой переменной **Cons** (потребление).

Интерпретация значения коэффициента детерминации

Примечание: Коэффициент детерминации (R-squared) указывает на долю полной суммы квадратов, объясняемую включенными в модель факторами.

Адекватность модели оценивается по результатам анализа остатков (ошибок) регрессионного уравнения.

Проверяются четыре условия. Если хотя бы одно из условий не выполняется, то модель не может быть признана адекватной.

ξ.1. Оцените математическое ожидание остатков (**Mean**).

Условие адекватности:

Математическое ожидание остатков равно нулю:

$$E \{ \xi \} = \mathbf{0} \in \mathcal{R}^T \text{ (симметричность).}$$

Тест проводится в окне объекта **Equation** последовательным выполнением команд **View – Residual Tests – Histogram – Normality Test**.

ξ.2. Оцените наличие автокорреляции остатков.

Условие адекватности:

Остатки должны быть взаимно независимыми:

$$\text{Cov} \{ \xi_t, \xi_\tau \} = \mathbf{0},$$

для $t \neq \tau$, $t, \tau = 1, 2, \dots, T$ (некоррелированность).

Проводится три теста:

1. Тест множителей Лагранжа (*Breusch-Godfrey LM test*).

2. Статистика и тест Дарбина-Уотсона (**ПРИЛОЖЕНИЕ А**).

3. Q-статистики Льюнга-Бокса и визуальный анализ графиков остатков, а также ВАКФ и ВЧАКФ.

Примечание. Выводы об отсутствии автокорреляции делаются по результатам трех тестов.

ξ.3. Оцените постоянство дисперсии остатков.

Условие адекватности:

Дисперсия остатков должна быть постоянной:

$$D \{ \xi_t \} \equiv \sigma^2,$$

t = 1,2, ..., T (гомоскедастичность).

Для оценки постоянства дисперсии остатков проводится *тест Уайта (White Heteroscedasticity test)*.

ξ.4. Оцените вид распределения ошибок.

Условие адекватности:

Случайные ошибки {ξ_t} должны быть в совокупности гауссовскими, т.е. должны подчиняться нормальному закону распределения:

$$L (\xi_t) = N1 (0, \sigma^2),$$

t = 1,2, ..., T.

Для проверки условия проводится *тест Jarque-Bera* в окне объекта **Equation** последовательным выполнением команд **View – Residual Tests – Histogram – Normality Test**.

Вывод:

Исходя из проверки четырех условий, сделайте общие выводы об адекватности построенной модели.

Для сохранения всех созданных объектов в **Workfile** необходимо, чтобы окно **Workfile** было активным, далее при первом сохранении в главном меню **EViews** следует выбрать пункт **File – Save As ...** – задать имя файла (или согласиться с предложенным) и папку для его сохранения – выбрать приемлемую точность для сохранения результатов (**Single** или **Double precision**) – нажать кнопку **OK**.

При каждом последующем сохранении результатов в главном меню **EViews** выбрать пункт **File – Save** – выбрать приемлемую точность для сохранения результатов (**Single** или **Double precision**) – нажать кнопку **OK**.

› Для выполнения второго задания необходимо построить новую модель.

Следует выбрать, в отличие от построенной ранее модели в диалоговом окне **Equation Specification**, двухшаговый метод наименьших квадратов для оценивания параметров регрессионного уравнения **TSLS – Two-Stage Least Squares** (см. **Рис. 7.6**), указать две инструментальные переменные.

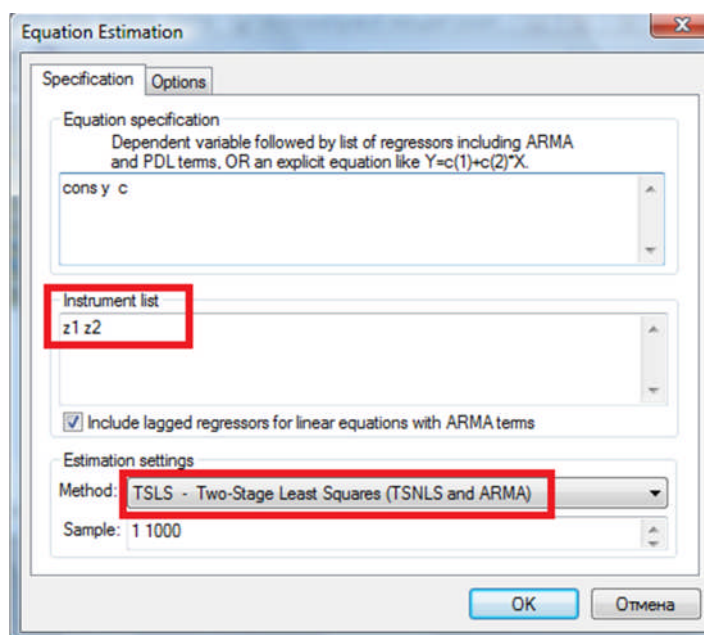


Рис. 7.6 – Спецификация регрессионного уравнения

Далее по схеме, описанной выше, требуется оценить статистическую значимость полученного уравнения и коэффициентов (см. **Рис. 7.7**); интерпретировать значение коэффициента детерминации и оценить адекватность второй модели.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
Y	0.510170	0.037762	13.51017	0.0000
C	0.469430	0.059782	7.852365	0.0000

R-squared	0.811433	Mean dependent var	1.162530
Adjusted R-squared	0.811245	S.D. dependent var	2.233941
S.E. of regression	0.970558	Sum squared resid	940.0993
F-statistic	182.5246	Durbin-Watson stat	1.950030
Prob(F-statistic)	0.000000		

Рис. 7.7 – Окно с характеристиками регрессионного уравнения

Необходимо провести *тест Хаусмана* для проверки наличия корреляции между стохастическими объясняющими переменными и ошибками.

Формулировка нулевой гипотезы:

Корреляция между объясняющими переменными и ошибками отсутствует.

Статистика критерия **(d)** определяется по формуле (7.6):

$$d = \frac{(\hat{\beta}_{IV} - \hat{\beta}_1)^2}{\text{Var}(\hat{\beta}_{IV}) - \text{Var}(\hat{\beta}_1)} = \frac{(0.51017 - 0.746943)^2}{(0.037762)^2 - (0.00779)^2} = 41.0621, \quad (7.6)$$

где $\hat{\beta}_{IV}$ – оценка параметра в спецификации с инструментальными переменными;

$\hat{\beta}$ – оценка параметра в спецификации без инструментальных переменных;

$Var(\hat{\beta}_{IV})$ – квадрат среднеквадратического отклонения оценки параметра в спецификации с инструментальными переменными;

$Var(\hat{\beta}_1)$ – квадрат среднеквадратического отклонения оценки параметра в спецификации без инструментальных переменных.

Принятие решения об отсутствии корреляции между стохастическими объясняющими переменными и ошибками (о необходимости использования инструментальных переменных) осуществляется с помощью одностороннего (правостороннего) критерия (7.7):

$$\text{Гипотеза } H_0 \begin{cases} \text{не отклоняется, если } d < \Delta \\ \text{отклоняется, если } d \geq \Delta, \end{cases} \quad (7.7)$$

где d – статистический критерий, известный как «t-статистика», который вычисляется по известным эмпирическим данным (7.6);

Δ – пороговое значение статистического критерия (критическое значение статистики d), имеющее χ^2 -распределение (**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**) и зависящее от заданного уровня значимости ϵ и количества инструментальных переменных (k). Пороговое значение статистики находится из **Таблицы 1 (ПРИЛОЖЕНИЕ Б)**.

Для инструментальных переменных ($k = 2, \epsilon = 0,05$) – пороговое значение $\Delta = 5,99$.

Вывод:

Поскольку $d > \Delta$ ($41,0621 > 5,99$), то гипотеза об отсутствии корреляции между объясняющими переменными и ошибками отклоняется.

Следовательно, необходимо использовать инструментальные переменные.

Лабораторная работа № 8

Тема:

Модели условной гетероскедастичности

Задание 1

Постройте модель доходности по индексу **NIKKEI** и модель волатильности (изменчивости) временного ряда индексу **NIKKEI**.

(Исходные ежедневные данные в долларах США за баррель за период с 3 января 1994 г. по 1 сентября 2000 г. – в файле *fin_index.wfl*).

Методические указания

1. Используйте готовый **Workfile** для 1740 наблюдений.
2. Постройте графическое представление временного ряда.
3. Постройте коррелограмму временного ряда. Для этого откройте объект **NIKKEI**, выполните последовательность шагов **View – Correlogram ... – Level – OK**. Результат представлен на **Рис. 8.1**.

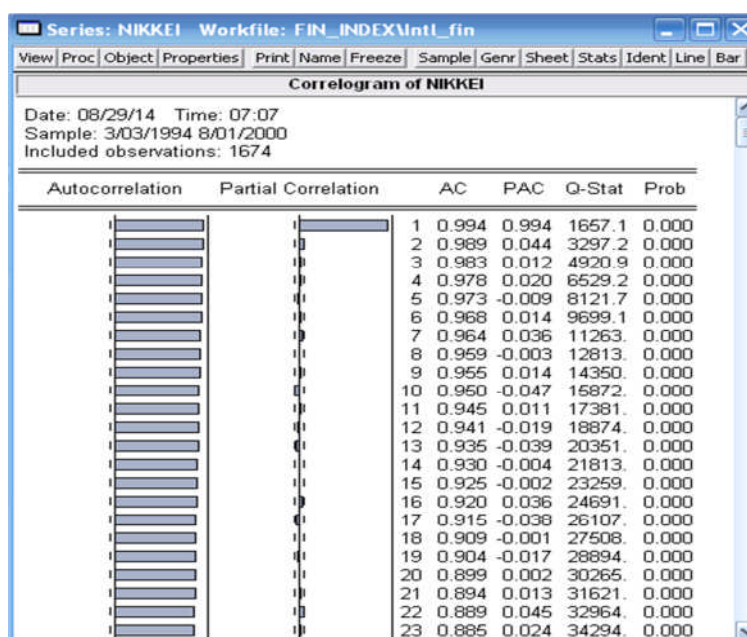


Рис. 8.1 – Коррелограмма временного ряда **NIKKEI**

Коррелограмма свидетельствует, что временной ряд цены на нефть может быть описан моделью авторегрессии первого порядка.

4. Проверьте наличие признаков и эффектов условной гетероскедастичности:

А. Временной ряд стационарный.

В. Гистограмма распределения временного ряда имеет «тяжелые хвосты» и острую вершину.

С. Дисперсия значений в первой половине ряда отличается от дисперсии значений второй половины (кластерность).

Проверить стационарность временного ряда можно с помощью *расширенного теста Augmented Dickey-Fuller test statistic*. Для его проведения в окне объекта **Series** для **NIKKEI** необходимо выполнить последовательность команд **View – Unit Root Test ...**

Тестирование сначала проводится для ряда исходных значений (**Level**) относительно нуля (**Include in test equation – None**), затем относительно константы (**Include in test equation – Intercept**) и относительно константы и тренда (**Include in test equation – Trend and intercept**). Если результаты теста подтверждают нестационарность временного ряда, то тестирование продолжается для ряда приростов – первой разности – **1st difference**, а при нестационарности ряда первой разности – и для ряда второй разности – **2nd difference**. Тестирование прекращается при достижении впервые решения о стационарности тестируемого временного ряда.

Формулировка нулевой гипотезы:

Временной ряд является нестационарным.

Результаты теста представляются в виде таблицы (см. **Рис. 8.2**). Для принятия решения о принятии гипотезы H_0 можно использовать эквивалентную форму критерия. Исходя из **Рис. 8.2**, фактически уровень значимости для *теста Дикки-Фуллера* равен значению в колонке **Prob.**

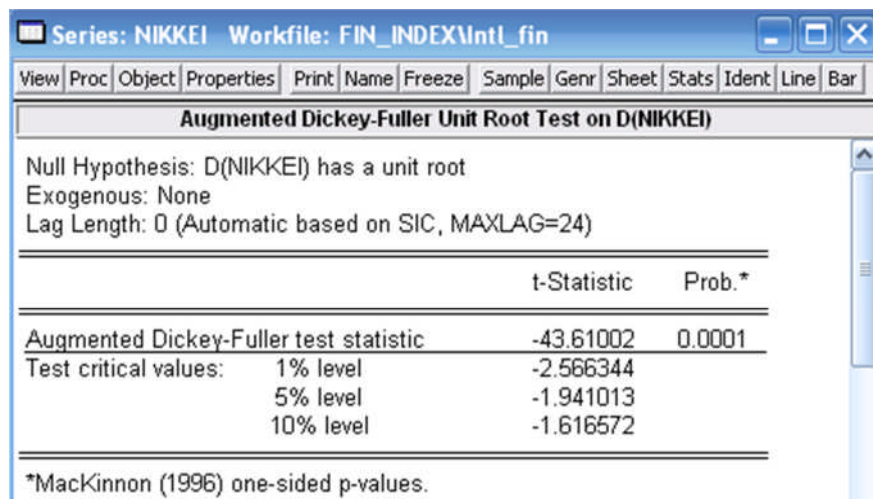


Рис. 8.2 – Окно с результатами *DF / ADF-тестов*

Сравниваем полученное значение с пороговым значением $\epsilon = 0,05$ и делаем вывод об отклонении нулевой гипотезы для первой разности значений временного ряда.

Следовательно, тестируемый временной ряд является нестационарным интегрированным рядом первого порядка, т.е. признак условной гетероскедастичности имеет ряд приростов цены.

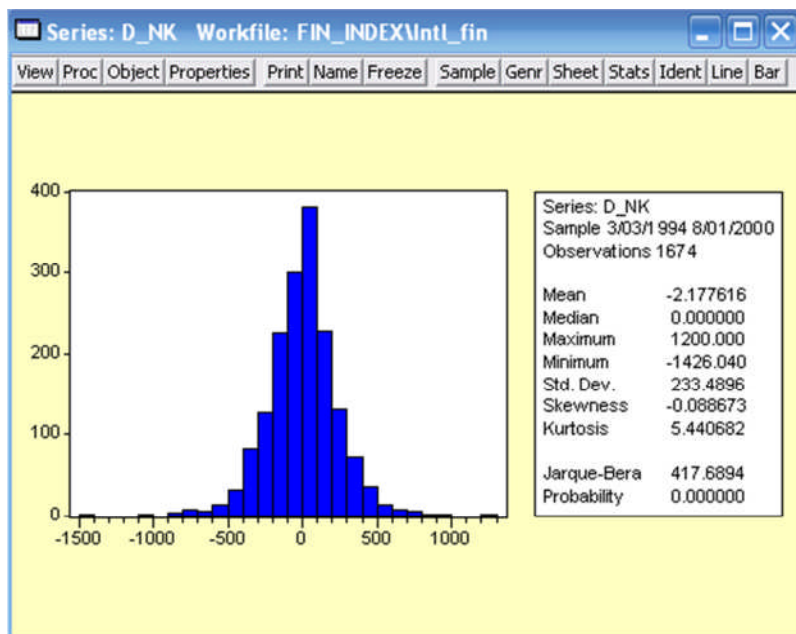


Рис. 8.3 – Гистограмма функции распределения ряда *d_nk*

Проверка наличия «тяжелых хвостов» и острой вершины осуществляется с помощью гистограммы функции распределения.

Необходимо создать временной ряд приростов с помощью команды **series d_nk = d (nikkei)**, открыть вновь созданный объект **d_nk** и выполнить последовательность шагов **View – Descriptive Statistics – Histogram and Stats**. В открывшемся окне (см. Рис. 8.3) значение коэффициента эксцесса **Kurtosis = 5.440682**. Это значение больше **3** – следовательно, имеет место острая вершина. Среднеквадратическое отклонение **Std. Dev = 233,4896**. Умножаем это значение на **3**, получаем примерно **700,4688**. Фактические значения слева – **1500**, а справа – **1400**. Модуль этих значений также больше **700,4688**, поэтому имеет место эффект «тяжелых хвостов».

Проверка наличия кластерности предполагает сравнение дисперсии в различных частях временного ряда.

Для этого создайте фиктивную переменную **f** с помощью команды **series f = 0** (первоначально все значения ряда равны **0**), затем уменьшите рабочий диапазон временного ряда (двойной щелчок на **Sample**, в открывшемся окне введите новый диапазон **3/03/1994 1/01/1997 ОК**), введите команду **series f = 1** (она в выбранном диапазоне установит в ряду **f** значение **1**), затем верните первоначальные значения диапазона (двойной щелчок на **Sample**, в открывшемся окне введите **3/03/1994 8/01/2000 ОК**).

В тесте проверяется нулевая гипотеза о равенстве дисперсии в двух выделенных частях временного ряда. Сравниваем полученное значение **Probability** с пороговым значением **$\epsilon = 0,05$** и делаем вывод об отклонении нулевой гипотезы.

Следовательно, дисперсия в первой половине ряда отличается от дисперсии во второй половине – значит, имеет место кластерность.

Итак, для приростов индекса **NIKKEI** имеются признаки условной гетероскедастичности.

Series: D_NK Workfile: FIN_INDEX\ntl_fin

View Proc Object Properties Print Name Freeze Sample Genr Sheet Stats Ident Line Bar

Test for Equality of Variances of D_NK
Categorized by values of F
Date: 08/29/14 Time: 07:22
Sample: 3/03/1994 8/01/2000
Included observations: 1674

Method	df	Value	Probability
F-test	(739, 933)	1.555603	0.0000
Siegel-Tukey		3.523807	0.0004
Bartlett	1	39.24706	0.0000
Levene	(1, 1672)	20.62337	0.0000
Brown-Forsythe	(1, 1672)	20.42270	0.0000

Category Statistics

F	Count	Std. Dev.	Mean Abs. Mean Diff.	Mean Abs. Median Diff.	Mean Tukey-Siegel Rank
0	934	254.5052	186.2551	186.0876	800.4456
1	740	204.0550	150.8483	150.8216	884.2687
All	1674	233.4896	170.6033	170.4981	837.5000

Bartlett weighted standard deviation: 233.5547

Рис. 8.4 – Таблица для оценки постоянства дисперсии ряда d_nk

5. Одним из способов снижения гетероскедастичности является преобразование значений временного ряда с помощью логарифмирования.

Получите преобразованный временной ряд с помощью команды **series l_nk = log (nikkei)** и повторите операции, описанные в *пп. 2–4* (Лабораторная работа № 8) – повторно создавать фиктивную переменную не требуется. Для получения приростов логарифмов индекса используйте команду **series dl_nk = d (l_nk)**.

6. Постройте модель доходности индекса **NIKKEI** (модель авторегрессии первого порядка), используя **МНК**, и оцените ее адекватность.

В качестве регрессора используйте значение *эндогенной переменной с лагом 1* (**dl_nk (- 1)**). При необходимости исключите незначащие *регрессоры*.

7. Оцените адекватность модели.

Адекватность модели оценивается по результатам анализа остатков (ошибок) регрессионного уравнения.

Проверяется четыре условия. Если хотя бы одно из условий не выполняется, то модель не может быть признана адекватной.

ξ.1. Оцените математическое ожидание остатков (**Mean**).

Условие адекватности:

Математическое ожидание остатков равно нулю:

$$E\{\xi\} = \mathbf{0} \in \mathbb{R}^T \text{ (симметричность).}$$

ξ.2. Оцените наличие автокорреляции остатков.

Условие адекватности:

Остатки (и квадраты остатков) должны быть взаимно независимыми:

$$\text{Cov} \{ \xi_t, \xi_\tau \} = \mathbf{0}$$

для $t \neq \tau, t, \tau = 1, 2, \dots, T$ (некоррелированность).

Проводится пять тестов:

- *Тест множителей Лагранжа (Breusch-Godfrey LM test).*
- *Тест множителей Лагранжа для квадратов остатков (ARCH-LM test ...).*
- *Статистика и тест Дарбина-Уотсона.*
- *Q-статистики Льюнга-Бокса остатков (Correlogram Q-statistics).*
- *Коррелограмма квадратов остатков (Correlogram Squared Residuals).*

Примечание. Выводы об отсутствии автокорреляции делаются по результатам пяти тестов. Признаком безусловной гетероскедастичности является наличие автокорреляции квадратов остатков при отсутствии автокорреляции остатков.

ξ.3. Оцените постоянство дисперсии остатков.

Условие адекватности:

Дисперсия остатков должна быть постоянной:

$$D \{\xi_t\} \equiv \sigma^2,$$

$t = 1, 2, \dots, T$ (гомоскедастичность).

Для оценки постоянства дисперсии остатков проводится *тест Уайта (White Heteroscedasticity test)*.

ξ.4. Оцените вид распределения ошибок.

Условие адекватности:

Случайные ошибки $\{\xi_t\}$ должны быть в совокупности гауссовскими, т.е. должны подчиняться нормальному закону распределения:

$$L(\xi_t) = N(0, \sigma^2) \quad (t = 1, 2, \dots, T).$$

Для проверки условия проводится *тест Jarque-Bera*.

› Исходя из проверки четырех условий, сделайте общие выводы об адекватности построенной модели.

8. Постройте модель **GARCH**.

Выберите, в отличие от построенной ранее модели в диалоговом окне **Equation Specification**, двухшаговый метод наименьших квадратов для оценивания параметров регрессионного уравнения **ARCH – Autoregressive Conditional Heteroskedasticity** (см. Рис. 8.5).

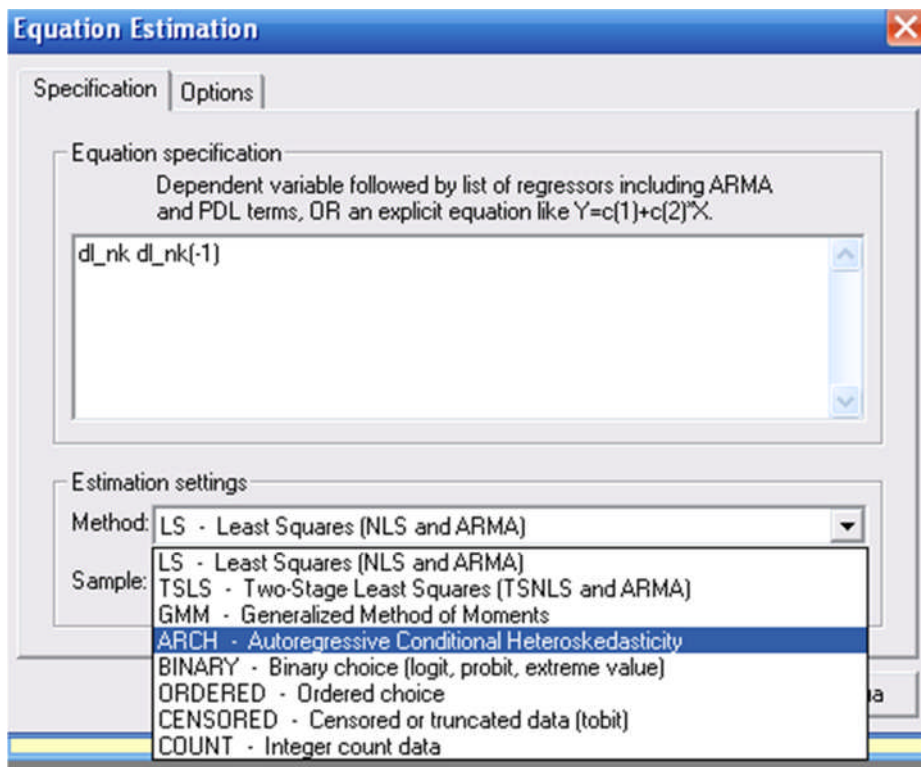


Рис. 8.5 – Спецификация регрессионного уравнения

Проверьте адекватность модели.

ξ.1. Оцените математическое ожидание остатков (**Mean**).

Условие адекватности:

Математическое ожидание остатков равно нулю:

$$E \{ \xi \} = \mathbf{0} \in \mathfrak{R}^T \text{ (симметричность).}$$

ξ.2. Оцените наличие автокорреляции остатков.

Условие адекватности:

Остатки (и квадраты остатков) должны быть взаимно независимыми:

$$\text{Cov} \{ \xi_t, \xi_\tau \} = \mathbf{0}$$

для $t \neq \tau$, $t, \tau = 1, 2, \dots, T$ (некоррелированность).

Проводится пять тестов:

- *Тест множителей Лагранжа для квадратов остатков (ARCH-LM test ...).*
- *Статистика и тест Дарбина-Уотсона.*
- *Q-статистики Льюнга-Бокса остатков (Correlogram Q-statistics).*
- *Коррелограмма квадратов остатков (Correlogram Squared Residuals).*

Примечание. Выводы об отсутствии автокорреляции делаются по результатам четырех тестов. Признаком снижения безусловной гетероскедастичности является отсутствие автокорреляции квадратов остатков и остатков.

ξ.3. Оцените вид распределения ошибок.

Условие адекватности:

Случайные ошибки $\{\xi_t\}$ должны быть в совокупности гауссовскими, т.е. должны подчиняться нормальному закону распределения:

$$L(\xi_t) = N1(0, \sigma^2) (t = 1, 2, \dots, T).$$

› *Отобразите модель доходности по индексу **NIKKEI** и модель волатильности (изменчивости), что эквивалентно модели риска, и сделайте выводы. Для отображения общего вида модели выполните последовательность действий **View – Representations**.*

Лабораторная работа № 9

Тема:

Построение векторной модели коррекции ошибок по нестационарным коинтегрированным временным рядам с использованием подхода Йохансена

Задание 1

Постройте векторную модель коррекции ошибок зависимости временного ряда инвестиций в основной капитал (**invesic_osn_capital**) от значений временного ряда потребления населения (**potrebl**) (месячные данные с января 2003 г. по декабрь 2013 г.).

Исходные данные находятся в файле *lab9.txt*.

Методические указания

Подход Йохансена может быть применен для построения векторной модели коррекции ошибок в случае, если временные ряды, включаемые в модель, являются нестационарными, но интегрируемыми одного и того же порядка. Поэтому построение модели начинается с исследования стационарности и анализа временных рядов с целью определить порядок их интегрированности.

Вторым этапом является определение порядка авторегрессии, тестирование коинтегрированности и определение ранга коинтеграции (*количества долгосрочных равновесных зависимостей*).

Третий этап состоит в построении векторной модели коррекции ошибок и проверки ее адекватности. Временной ряд номинальных значений инвестиций в основной капитал субъектов хозяйствования необходимо преобразовать в ряд реальных значений за счет корректировки на индекс потребительских цен (см. **Рис. 9.1**) по формуле (9.1):

$$r_invest = invesic_osn_capital / ipc, \quad (9.1)$$

где **ipc** – индекс потребительских цен.

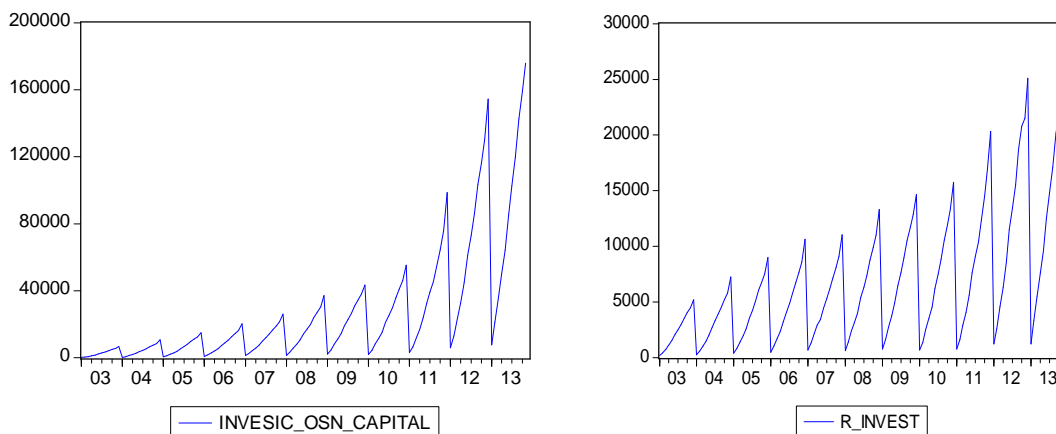


Рис. 9.1 – Динамика номинального значения инвестиций в основной капитал (INVESIC_OSN_CAPITAL) и инвестиций в основной капитал (R_INVEST) в реальных ценах

С целью преодоления гетероскедастичности показатель реальных инвестиций в основной капитал необходимо прологарифмировать (9.2):

$$lr_invest = \log (r_invest). \quad (9.2)$$

Полученный временной ряд имеют ярко выраженные сезонные колебания, поэтому необходимо провести его сезонное сглаживание с помощью процедуры **Tramo / Seats** (см. Рис. 9.2).

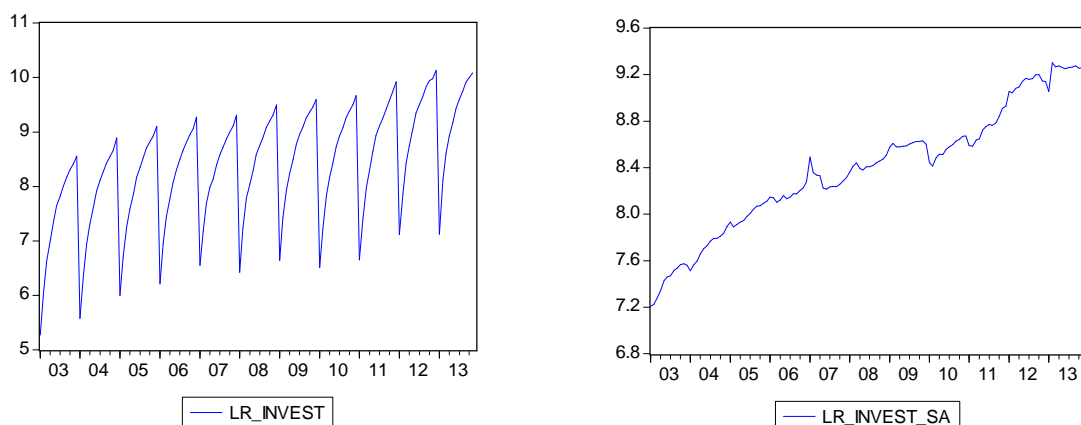


Рис. 9.2 – Динамика логарифма реальных инвестиций в основной капитал (LR_INVEST) и сезонно сглаженного логарифма реальных инвестиций в основной капитал (LR_INVEST_SA)

Для этого откройте объект **lr_invest** и выполните в следующей последовательности шаги: **Proc – Seasonal Adjustment – Tramo / Seats** – указать базовое имя для **Series to Save** и добавку **Seasonally adjusted (_SA)**.

Будет создан новый временной ряд сезонно сглаженных значений.

› Проверьте стационарность полученного ряда **LR_INVEST_SA** с помощью расширенного теста *Augmented Dickey-Fuller test statistic* (порядок тестирования указан в **Лабораторной работе № 8**).

Результатом тестирования является вывод:

*Тестируемый временной ряд **LR_INVEST_SA** является нестационарным интегрированным рядом первого порядка.*

Величину потребления населения определите, как разность между доходами населения (**DEN_DOHODY_NAS**) и депозитами физических лиц (**DEP_FIZ**). Причем временной ряд **денежные доходы населения**, имеющий явно выраженные сезонные колебания, необходимо предварительно сгладить с помощью процедуры **Tramo / Seats** (см. **Рис. 9.3**)

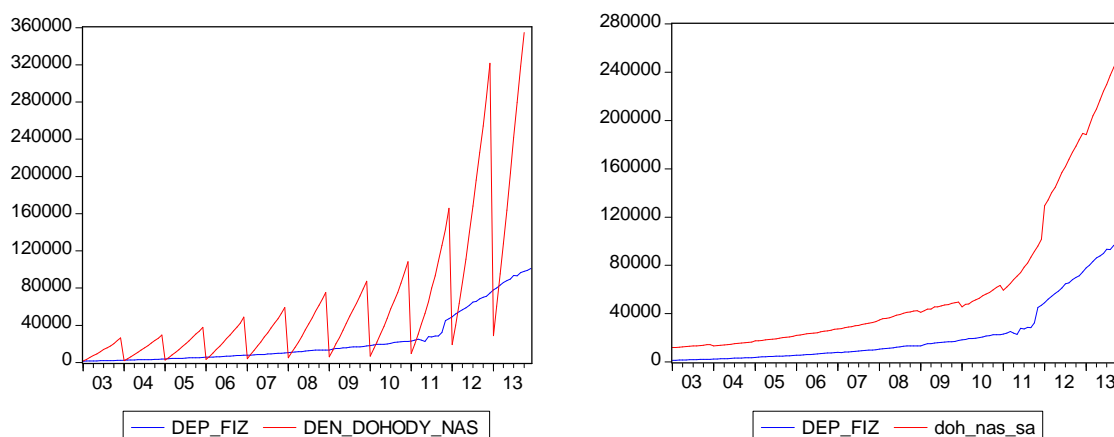


Рис. 9.3 – Динамика пары наблюдаемых значений депозитов физических лиц и денежных доходов населения и пары наблюдаемых значений депозитов физических лиц и сезонно сглаженных денежных доходов населения (doh_nas_sa**)**

Значения временного ряда потребления (**potrebl**) вычисляются по формуле (9.3):

$$\text{Potrebl} = \text{doh_nas_sa-dep_fiz}. \quad (9.3)$$

Значение величины реального потребления (**rpotrebl**) получить путем преобразования по формуле (9.4):

$$\text{Rpotrebl} = \text{potrebl} / \text{ипс}. \quad (9.4)$$

Дополнительно значения временного ряда реального потребления населения необходимо прологарифмировать (см. **Рис. 9.4**) и проверить на стационарность.

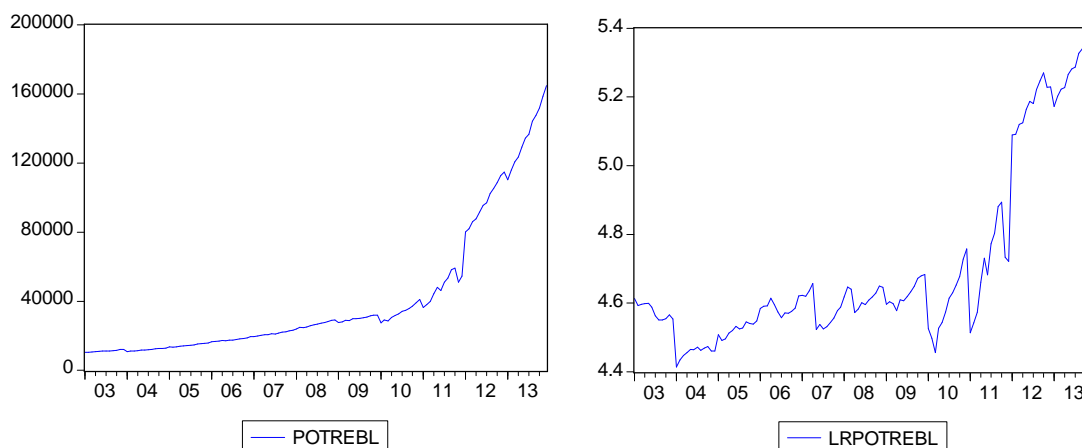


Рис. 9.4 – Динамика показателя потребления населения и логарифма реального потребления населения(LRPOTREBL)

Расширенный тест на стационарность полученного временного ряда **rpotrebl (Augmented Dickey-Fuller test statistic)** позволяет классифицировать его, как нестационарный интегрированный временной ряд первого порядка.

Следовательно, имеются основания предполагать наличие коинтеграционных связей между логарифмом реального потребления населения и сезонно сглаженным логарифмом инвестиций в основной капитал в реальном исчислении (см. **Рис. 9.5**).

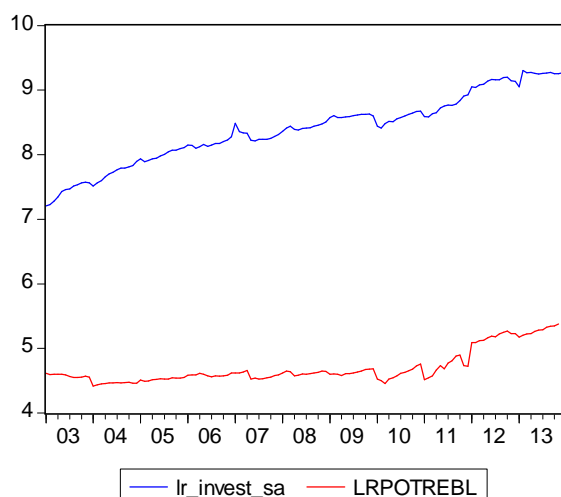


Рис. 9.5 – Соотношение логарифма реальных сезонно сглаженных инвестиций в основной капитал (lr_invest_sa) и логарифма реального потребления населения (LRPOTREBL)

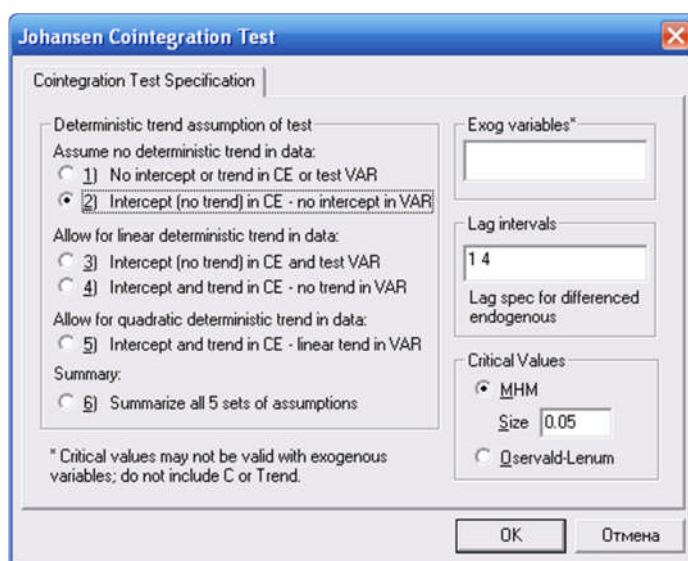


Рис. 9.6 – Окно выбора спецификации коинтеграционного соотношения

Пример.

*Проведите коинтеграционный тест Йохансена на наличие коинтеграционного соотношения между **lr_invest_sa** и **LRPOTREBL**.*

Для этого откройте временные ряды **lr_invest_sa** и **LRPOTREBL**, как группу.

В окне **Group** выполните последовательность действий:
View – Cointegration Test ...

Далее необходимо правильно выбрать спецификацию коинтеграционного соотношения.

В рассматриваемом примере нет ярко выраженных детерминированных трендов в исходных данных, поэтому протестируйте два варианта спецификации (**No trend in data**) (см. **Рис. 9.6**).

*Проведите дополнительно тест Йохансена, последовательно увеличивая лаговый интервал (**Lag intervals**). Получается, что даже при интервале 1–10 имеет место долгосрочная равновесная зависимость.*

Далее выполните построение векторной модели авторегрессии, осуществив в окне **Group** последовательность действий: **Proc – Make Vector Autoregression ...**

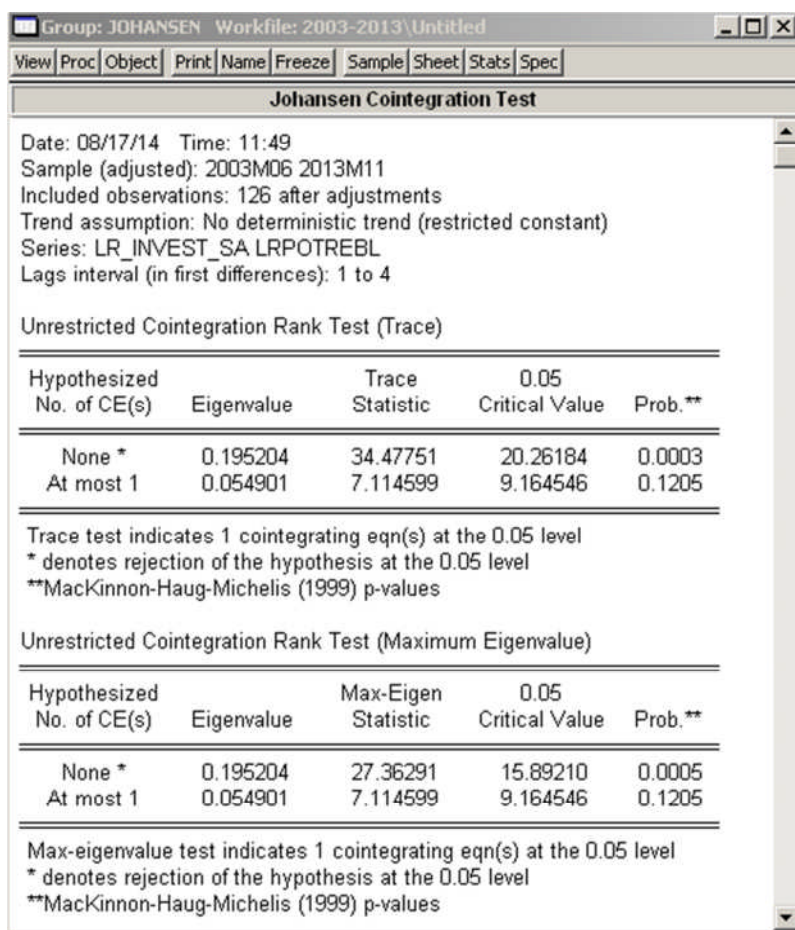


Рис. 9.7 – Результаты теста Йохансена

Откроется окно спецификации **VAR (VAR Specification)**.

В **VAR type** на вкладке **Basics** выберите **Vector Error Correction** (*лаговый интервал* поставьте **1_3**). На вкладке **Cointegration** установите одно коинтеграционное соотношение, выбранную ранее в тесте спецификацию и нажмите **ОК**.

Получится коинтеграционное соотношения с константой (9.5), т.е. имеет место долгосрочная равновесная зависимость:

$$\text{LR_INVEST_SA} = \underset{(0.3)}{0.92} \times \text{LRPOTREBL} + \underset{(1.42)}{4.36} \quad (9.5)$$

Механизм коррекции ошибок (отклонение от равновесной траектории **coint1**) представлен двумя значимыми уравнением (9.6):

$$\begin{aligned} D(\text{LR_INVEST_SA}) &= -0.03 \times (\text{coint}) + 0.002 \times D(\text{LR_INVEST_SA}(-1)) + \\ &+ 0.07 \times D(\text{LR_INVEST_SA}(-2)) + 0.05 \times D(\text{LR_INVEST_SA}(-3)) - 0.02 \times \\ &\times D(\text{LRPOTREBL}(-1)) - 0.07 \times D(\text{LRPOTREBL}(-2)) - 0.04 \times D(\text{LRPOTREBL}(-3)); \\ D(\text{LRPOTREBL}) &= 0.04 \times (\text{coint}) + 0.17 \times D(\text{LR_INVEST_SA}(-1)) + 0.34 \times \\ &\times D(\text{LR_INVEST_SA}(-2)) + 0.32 \times D(\text{LR_INVEST_SA}(-3)) - 0.17 \times \\ &\times D(\text{LRPOTREBL}(-1)) - 0.32 \times D(\text{LRPOTREBL}(-2)) - 0.22 \times D(\text{LRPOTREBL}(-3)). \end{aligned} \quad (9.6)$$

где **coint** – отклонение от долгосрочной зависимости;

D(LRPOTREBL) – прирост логарифма реального потребления;

D(LR_INVEST_SA(-1)),

D(LR_INVEST_SA(-2)),

D(LR_INVEST_SA(-3)) – приросты логарифмов сезонно сглаженных инвестиций в основной капитал в реальном исчислении с *лагом* **1**, **2** и **3** соответственно;

D(LRPOTREBL(-1)),

D(LRPOTREBL(-2)),

D(LRPOTREBL(-3)) – приросты логарифма реального потребления с *лагом* **1**, **2** и **3** соответственно.

› *Оцените статистическую значимость полученных коэффициентов.*

Значимость определяется по значению *статистики Стьюдента*.

Полученное уравнение краткосрочной зависимости (9.6) определяет скорость возврата экономической системы в состояние равновесия (7 % корректировки отклонения за каждый месяц).

› *Осуществите проверку адекватности модели.*

Адекватность модели оценивается по результатам совместного анализа остатков (ошибок) двух регрессионных уравнений.

Проверяется три условия. Если хотя бы одно из условий не выполняется, то модель не может быть признана адекватной.

ξ.1. Оцените наличие автокорреляции остатков.

Условие адекватности:

Остатки должны быть взаимно независимыми.

Проводятся три тестирования:

1. *Графический анализ коррелограммы остатков.*

Формулировка нулевой гипотезы:

Остатки являются взаимно независимыми.

Тест проводится в окне объекта **Var** последовательным выполнением команд **View – Residual Tests – Correlograms ... – Graph – ОК**. Если гистограммы остатков не выходят за пределы доверительного интервала, то нулевая гипотеза не отклоняется.

2. *Тест Порманто (VAR Residual Portmanteau Tests for Autocorrelations).*

Формулировка нулевой гипотезы:

Остатки являются взаимно независимыми.

Тест проводится в окне объекта **Var** последовательным выполнением команд **View – Residual Tests – Portmanteau Autocorrelation Test ...**

После указания количества *включаемых лагов* открывается окно для оценивания теста.

Для принятия решения следует использовать **эквивалентную форму критерия**, который представляет собой сравнение уровня значимости ε и **Р-значения**, которое указывается в столбцах **Prob.** в окне оценивания теста.

3. Тест множителей Лагранжа (VAR Residual Serial Correlation LM Tests).

Формулировка нулевой гипотезы:

Остатки являются взаимно независимыми.

Тест проводится в окне объекта **Var** последовательным выполнением команд **View – Residual Tests – Autocorrelation LM Test ...**

После указания количества *включаемых лагов* открывается окно для оценивания теста.

Для принятия решения следует использовать **эквивалентную форму критерия**, который представляет собой сравнение уровня значимости ε и **Р-значения**, которое указывается в столбцах **Prob.** в окне оценивания теста.

ξ.2. Случайные ошибки должны иметь совместное нормальное распределение.

Для оценки наличия совместного нормального распределения остатков проводится *тест Жака-Бера (Jarque-Bera)*.

Формулировка нулевой гипотезы:

Случайные ошибки имеют совместное нормальное распределение.

Тест проводится в окне объекта **Var** последовательным выполнением команд **View – Residual Tests – Normality Test ...**, в окне многовариантных тестов выбираем метод ортогонализации **Cholesky of covariance (Lutkepohl)**.

Для принятия решения следует использовать **эквивалентную форму критерия**, представляющего собой сравнение уровня значимости ε и **P-значения**, которое указывается в таблице совместного оценивания в строке **Joint**, в столбце **Prob.**, в окне оценивания теста.

§.3. Оцените постоянство дисперсии остатков.

Для оценки постоянства дисперсии остатков проводится *тест Уайта (White Heteroscedasticity Tests: No Cross Terms)*.

Формулировка нулевой гипотезы:

Дисперсия остатков является постоянной.

Тест проводится в окне объекта **Var** последовательным выполнением команд **View – Residual Tests – White Heteroskedasticity (no cross terms)**.

Для принятия решения следует использовать **эквивалентную форму критерия**, который представляет собой сравнение уровня значимости ε и **P-значения**, которое указывается в таблице **Joint test** в столбце **Prob.**, в окне оценивания теста.

› Исходя из трех условий, сделайте общие выводы об адекватности построенной векторной модели коррекции ошибок.

› В итоговых выводах опишите построенную модель, включая:

- уравнение для долгосрочной зависимости (коинтеграционное соотношение);*
- экономическую интерпретацию долгосрочной зависимости;*

- уравнения для краткосрочных зависимостей (с компонентами коррекции ошибок в обоих уравнениях с комментариями о значимости коэффициентов коррекции);
- краткую характеристику построенной модели (адекватность, функционирование механизма коррекции ошибок).

ЛИТЕРАТУРА

1. Айвазян, С.А. Эконометрика. Краткий курс [Текст] : учебное пособие / С.А. Айвазян, С.С. Иванова. – М. : Маркет ДС, 2010. – 104 с.
2. Доугерти, К. Введение в эконометрику : учебник / К. Доугерти ; пер. с англ. : О.О. Замков. – 2-е изд. – М. : ИНФРА-М, 2007. – 432 с.
3. Кремер, Н.Ш. Эконометрика [Текст] : учебник / Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко. – 3-е изд., испр. и доп. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2010. – 328 с.
4. Магнус, Я.Р. Эконометрика. Начальный курс : учебник / Я.Р. Магнус, П.К. Катышев, А.А. Пересецкий. – 7-е изд., испр. – М. : ДЕЛО, 2005. – 504 с.
5. Харин, Ю.С. Эконометрическое моделирование [Текст] : учебное пособие / Ю.С. Харин, В.И. Малюгин, А.Ю. Харин. – Минск : БГУ, 2003. – 313 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

**Таблица 1 – d-статистика Дарбина-Уотсона: d_L и d_U ,
уровень значимости в 5 %**

n	k=1		k=2		k=3		k=4		k=5	
	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U
15	1,08	1,36	0,95	1,54	0,82	1,75	0,69	1,97	0,56	2,21
16	1,1	1,37	0,98	1,54	0,86	1,73	0,74	1,93	0,62	2,15
17	1,13	1,38	1,02	1,54	0,9	1,71	0,78	1,9	0,67	2,1
18	1,16	1,39	1,05	1,53	0,93	1,69	0,82	1,87	0,71	2,06
19	1,18	1,4	1,08	1,53	0,97	1,68	0,86	1,85	0,75	2,02
20	1,2	1,41	1,1	1,54	1	1,68	0,9	1,83	0,79	1,99
21	1,2	1,42	1,13	1,54	1,03	1,67	0,93	1,81	0,83	1,96
22	1,22	1,43	1,15	1,54	1,05	1,66	0,96	1,8	0,86	1,94
23	1,24	1,44	1,17	1,54	1,08	1,66	0,99	1,79	0,9	1,92
24	1,26	1,45	1,19	1,55	1,1	1,66	1,01	1,78	0,93	1,9
25	1,27	1,45	1,21	1,55	1,12	1,66	1,04	1,77	0,95	1,89
26	1,29	1,46	1,22	1,55	1,14	1,65	1,06	1,76	0,98	1,88
27	1,3	1,47	1,24	1,56	1,16	1,65	1,08	1,76	1,01	1,86
28	1,32	1,48	1,26	1,56	1,18	1,65	1,1	1,75	1,03	1,85
29	1,33	1,48	1,27	1,56	1,2	1,65	1,12	1,74	1,05	1,84
30	1,34	1,49	1,28	1,57	1,21	1,65	1,14	1,74	1,07	1,83
31	1,35	1,5	1,3	1,57	1,23	1,65	1,16	1,74	1,09	1,83
32	1,36	1,5	1,31	1,57	1,24	1,65	1,18	1,73	1,11	1,82
33	1,37	1,51	1,32	1,58	1,26	1,65	1,19	1,73	1,13	1,81
34	1,38	1,51	1,33	1,58	1,27	1,65	1,21	1,73	1,15	1,81
35	1,39	1,52	1,34	1,58	1,28	1,65	1,22	1,73	1,16	1,8
36	1,4	1,52	1,35	1,59	1,29	1,65	1,24	1,73	1,18	1,8
37	1,41	1,53	1,36	1,59	1,31	1,66	1,25	1,72	1,19	1,8
38	1,42	1,54	1,37	1,59	1,32	1,66	1,26	1,72	1,21	1,79
39	1,43	1,54	1,38	1,6	1,33	1,66	1,27	1,72	1,22	1,79
40	1,44	1,54	1,39	1,6	1,34	1,66	1,29	1,72	1,23	1,79
45	1,48	1,57	1,43	1,62	1,38	1,67	1,34	1,72	1,29	1,78
50	1,5	1,59	1,46	1,63	1,42	1,67	1,38	1,72	1,34	1,77
55	1,53	1,6	1,49	1,64	1,45	1,68	1,41	1,72	1,38	1,77
60	1,55	1,62	1,51	1,65	1,48	1,69	1,44	1,73	1,41	1,77
65	1,57	1,63	1,54	1,66	1,5	1,7	1,47	1,73	1,44	1,77
70	1,58	1,64	1,55	1,67	1,52	1,7	1,49	1,74	1,46	1,77
75	1,6	1,65	1,57	1,68	1,54	1,71	1,51	1,74	1,49	1,77
80	1,61	1,66	1,59	1,69	1,56	1,72	1,53	1,74	1,51	1,77
85	1,62	1,67	1,6	1,7	1,57	1,72	1,55	1,75	1,52	1,77
90	1,63	1,68	1,61	1,7	1,59	1,73	1,57	1,75	1,54	1,78
95	1,64	1,69	1,62	1,71	1,6	1,73	1,58	1,75	1,56	1,78
100	1,65	1,69	1,63	1,72	1,61	1,74	1,59	1,76	1,57	1,78

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица 1 – χ^2 -распределение

$k \backslash \varepsilon$	.995	.950	.900	.750	.500	.250	.100	.050	.025	.010	.005
1	$4 \cdot 10^{-6}$	$4 \cdot 10^{-4}$	.016	.101	.454	1.32	2.71	3.84	5.02	6.63	7.88
2	.010	.103	.211	.58	1.39	2.77	4.61	5.99	7.38	9.21	10.60
3	.072	.352	.584	1.21	2.37	4.11	6.25	7.81	9.35	11.34	12.84
4	.207	.711	1.06	1.92	3.36	5.39	7.78	9.49	11.14	13.28	14.86
5	.412	1.15	1.61	2.67	4.35	6.63	9.24	11.07	12.83	15.09	16.75
6	.676	1.64	2.20	3.45	5.35	7.84	10.64	12.59	14.45	16.81	18.55
7	.989	2.17	2.83	4.25	6.35	9.04	12.02	14.07	16.01	18.48	20.28
8	1.34	2.73	3.49	5.07	7.34	10.22	13.37	15.51	17.53	20.09	21.96
9	1.73	3.33	4.17	5.90	8.34	11.39	14.68	16.92	19.02	21.67	23.59
10	2.16	3.94	4.87	6.74	9.34	12.55	15.99	18.31	20.48	23.21	25.19
11	2.60	4.57	5.58	7.58	10.34	13.70	17.28	19.68	21.92	24.73	26.76
12	3.07	5.23	6.30	8.44	11.34	14.85	18.55	21.03	23.34	26.22	28.30
13	3.57	5.89	7.04	9.30	12.34	15.98	19.81	22.36	24.74	27.69	29.19
14	4.07	6.57	7.79	10.1	13.34	17.12	21.06	23.69	26.12	29.14	31.32
15	4.60	7.26	8.55	11.04	14.34	18.25	22.31	25.00	27.49	30.58	32.80
16	5.14	7.96	9.31	11.91	15.34	19.37	23.54	26.30	28.85	32.00	34.27
17	5.68	8.67	10.09	12.79	16.34	20.49	24.77	27.59	30.19	33.41	35.72
18	6.26	9.39	10.86	13.68	17.34	21.60	25.99	28.87	31.53	34.81	37.16
19	6.84	10.12	11.65	14.56	18.34	22.72	27.20	30.14	32.85	36.19	38.58
20	7.43	10.85	12.44	15.45	19.34	23.88	28.41	31.41	34.17	37.57	40.00
21	8.03	11.59	13.24	16.34	20.34	24.93	29.61	32.67	35.48	38.93	41.40
22	8.64	12.34	14.04	17.24	21.34	26.04	30.81	33.92	36.78	40.29	42.80
23	9.26	13.09	14.85	18.14	22.34	27.14	32.01	35.17	38.08	41.64	44.18
24	9.89	13.85	15.66	19.04	23.34	28.24	33.20	36.42	39.36	42.98	45.56
25	10.52	14.61	16.47	19.94	24.34	29.34	34.38	37.65	40.65	44.31	46.93
26	11.16	15.38	17.29	20.84	25.34	30.43	35.56	38.89	41.92	45.64	48.29
27	11.81	16.15	18.11	21.78	26.34	31.53	36.74	40.11	43.19	46.96	49.64
28	12.46	16.93	18.94	22.66	27.34	32.62	37.92	41.34	44.46	48.28	50.99
29	13.12	17.71	19.77	23.57	28.34	33.71	39.09	42.56	45.72	49.59	52.34
30	13.78	18.49	20.60	24.48	29.34	34.80	40.26	43.77	46.98	50.89	53.67
40	20.71	26.51	29.05	33.66	39.34	45.62	51.81	55.76	59.34	63.69	66.77
50	27.99	34.76	37.69	42.94	49.33	56.33	63.17	67.50	71.42	76.15	79.49
60	35.53	43.19	46.46	52.29	59.33	66.98	74.38	79.08	83.30	88.38	91.95
70	43.28	51.74	55.33	61.70	69.33	77.58	85.53	90.53	95.02	100.4	104.2
80	51.17	60.39	64.28	71.14	79.33	88.13	96.58	101.9	106.6	112.3	116.3
90	59.20	69.13	73.29	80.62	89.33	98.65	107.6	113.1	118.1	124.1	128.3
100	67.32	77.93	82.36	90.13	99.33	109.1	118.5	124.3	129.6	135.8	140.2

Учебное издание

Янковский Игорь Анатольевич

Прикладная эконометрика

Часть 2

Методические указания
по выполнению лабораторных работ

Ответственный за выпуск *П.Б. Пигаль*

Редактор *Т.И. Сакович*

Подписано в печать 05.11.2014. Формат 60x84/16.
Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс». Ризография.
Усл. печ. л. 2,21. Уч.-изд. л. 0,89.
Тираж. 110 экз. Заказ № 649.

Отпечатано в редакционно-издательском отделе
Полесского государственного университета
225710, г. Пинск, ул. Днепровской флотилии, 23.