Моделювання часових рядів

МАРІАННА ОЛІСКЕВИЧ

ПРОФЕСОР КАФЕДРИ

МАТЕМАТИЧНОЇ ЕКОНОМІКИ, ЕКОНОМЕТРІЇ,

ФІНАНСОВОЇ ТА СТРАХОВОЇ МАТЕМАТИКИ

Література

1. **Оліскевич М. О.** Основи економетрії часових рядів. Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2008.
2. **Hamilton, James D.** Times series analysis. Princeton University Press, New Jersy, 1994.
3. **Enders, Walter.** Applied Econometric Time series. John Wiley & Sons. Inc., New York, 2010.
4. **Brooks, Chris.** Introductory Econometrics for Finance. Cambridge University Press, New York, 2008.
5. **Lutkepohl, Helmut.** Applied Time Series Econometrics. Cambridge University Press, 2004.

Моделювання детермінованого тренду

Декомпозиція часового ряду
Прогнозування

Маріанна Оліскевич

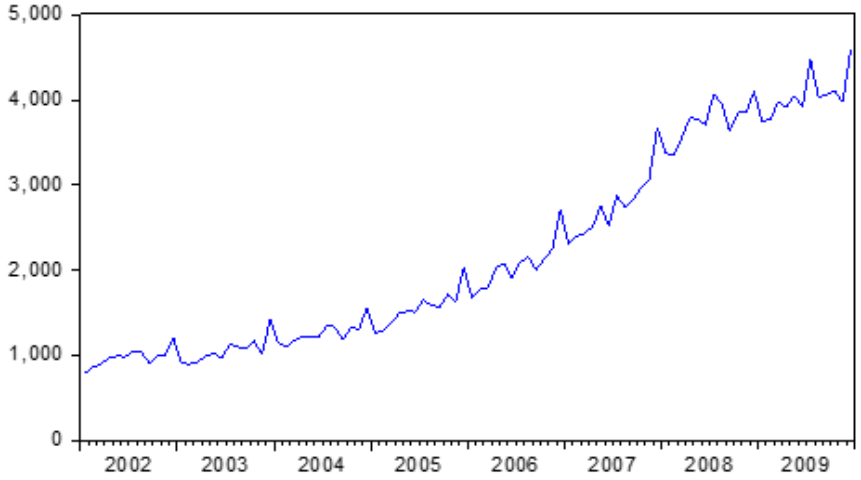
Модуль 1

- 1. Адитивний та мультиплікативний розклади
- 2. Індивідуальне завдання, аналіз даних
- 3. Моделювання детермінованого тренду
- 4. Прогнозування, міри точності
- 5. Методи виділення сезонності
- Пакет EViews

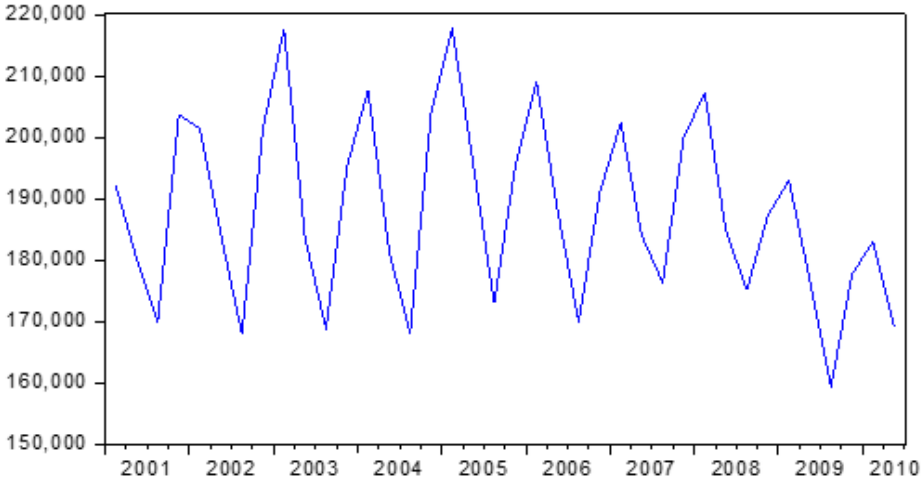
Часовий ряд

Часовий ряд (**times series**)

- набір послідовних значень $y_1, y_2, \dots, y_T$, що зафіксовані в рівновіддалені між собою моменти часу $t = 1,2,\dots,$T (інтервал $(t, t+1)$ є сталим).
- спостереження економічного показника впорядковані за часом, зокрема щорічні, щоквартальні, щомісячні, щоденні дані тощо.



середня заробітна плата

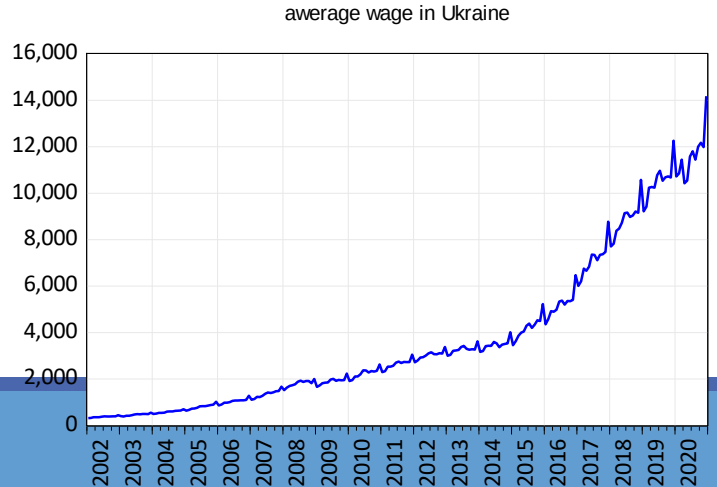


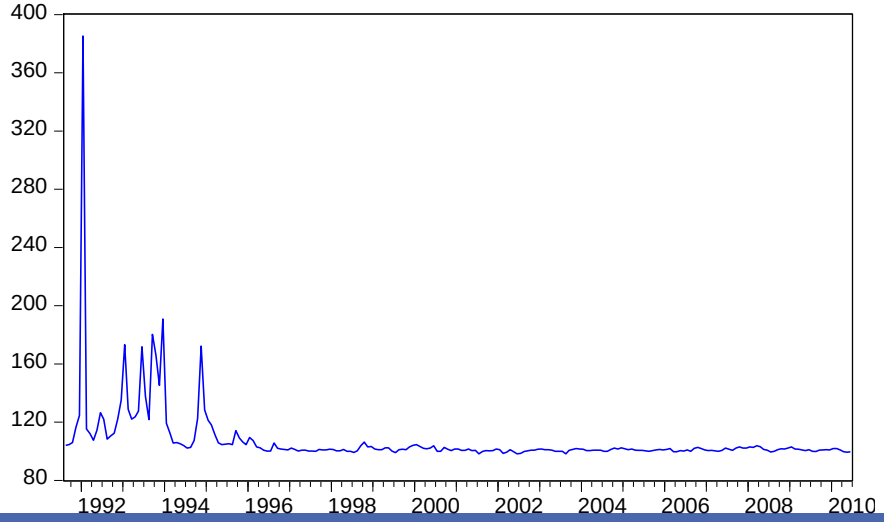
кількість померлих

Часовий ряд

Описові властивості

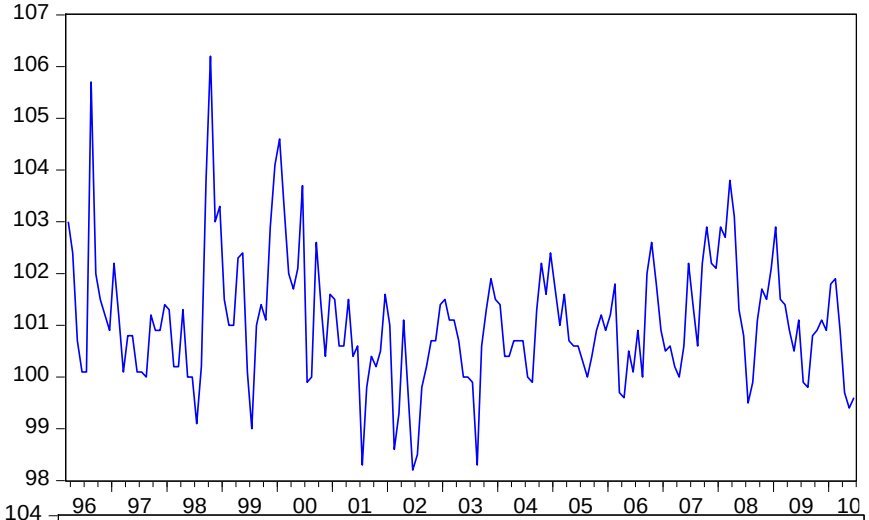
- чи коливаються навколо деякого середнього значення
- чи варіація коливань є сталою (дисперсія ряду, гомоскедастичність)
- чи наявна кореляція між спостереженнями
- чи рух ряду характеризується детермінованим чи стохастичним трендом
- розвиток ряду повільний чи швидкий
- чи ряд характеризується сезонністю
- чи наявні скачки (структурні зміни)

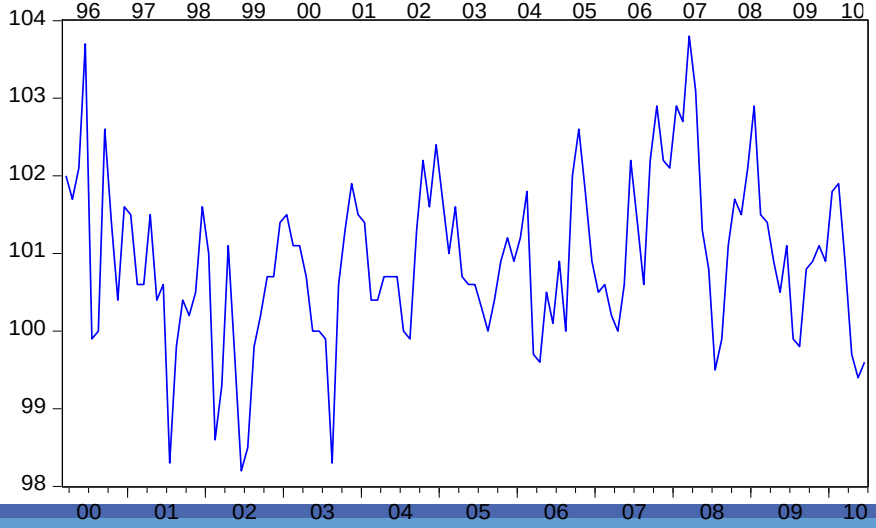




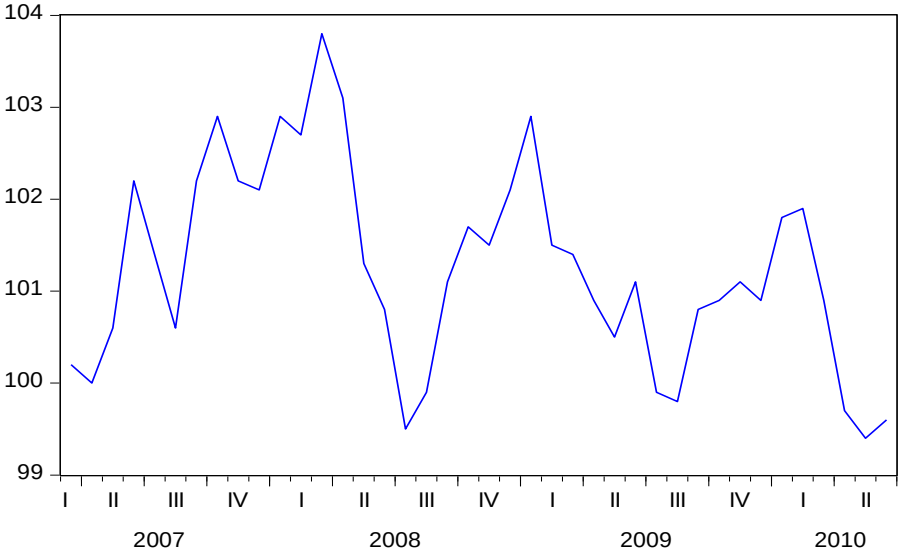
індекс споживчих цін 1991-2010 р.р.

Часовий ряд

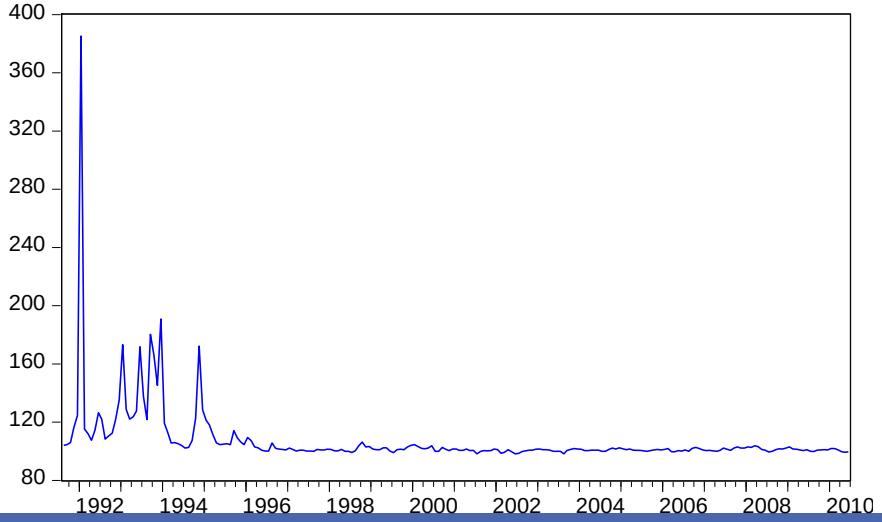




індекс споживчих цін 2000-2010 р.р.



індекс споживчих цін 2007-2010 р.р.



індекс споживчих цін 1991-2010 р.р.

Адитивний розклад

$$Y_t = T_t + S_t + C_t + U_t$$

T_t **– тренд :**

загальний рух ряду в певному напрямку,
відображає гладкі зміни впродовж великого проміжку часу
(тенденція до зростання чи спадання, повільна чи швидка)
пов'язані з наук.-тех. прогресом, збільшенням населення,
зростанням інвестицій, поширенням інформації, рекламою тощо

S_t **– сезонні коливання :**

регулярні зміни впродовж року
пов'язані з погодою, інтенсивністю людської діяльності
(свята, відпустки), суспільними звичками

C_t **– циклічні коливання :**

відображають цикли ділової активності, народжуваності,
природні цикли (між високими врожаями),
(терміни урядів, президентів, парламентів)

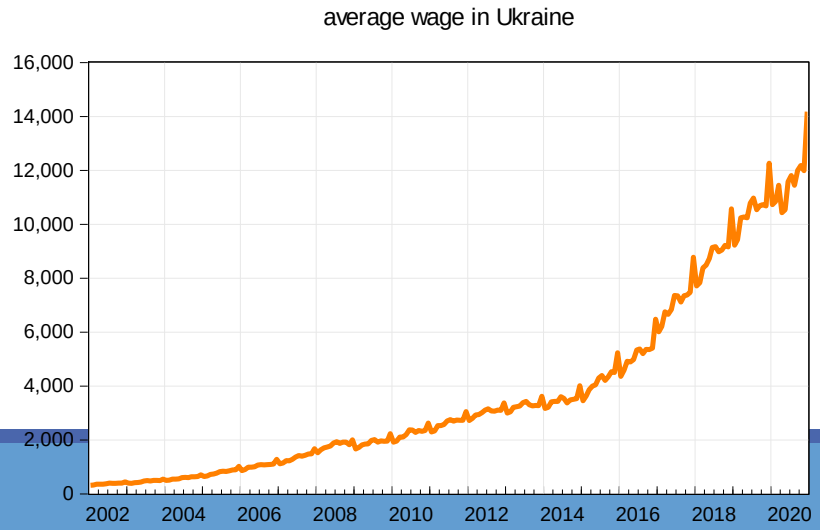
Мультиплікативний розклад

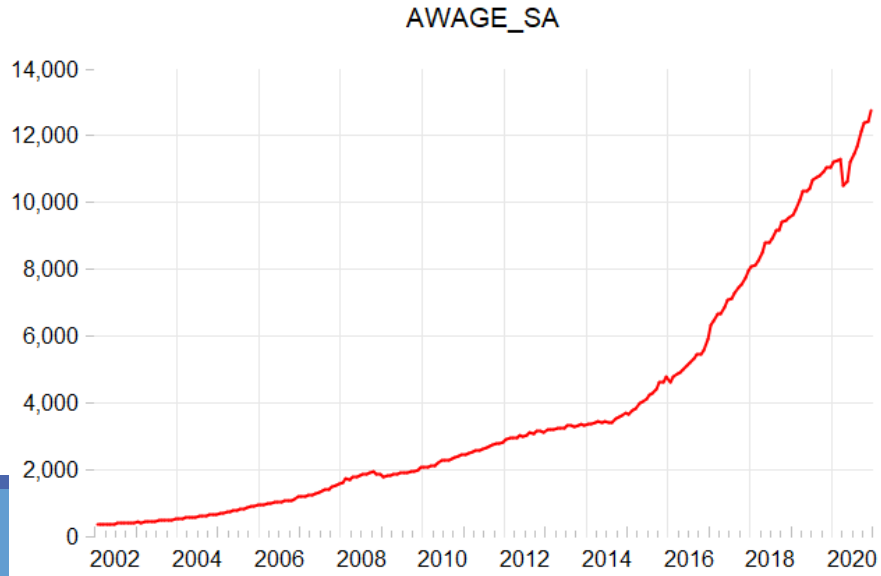
$$\boldsymbol{Y_t = T_t \cdot S_t \cdot C_t \cdot U_t}$$

$$\log \boldsymbol{Y_t} = \log \boldsymbol{T_t} + \log \boldsymbol{S_t} + \log \boldsymbol{C_t} + \log \boldsymbol{U_t}$$

$$y_t = \log Y_t$$
$$t_t = \log T_t$$
$$s_t = \log S_t$$
$$u_t = \log U_t$$

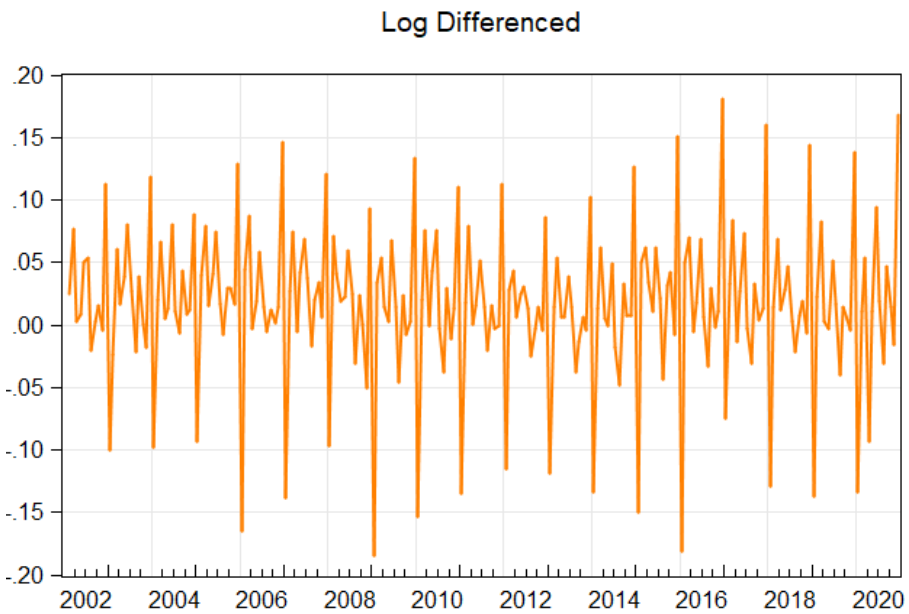
$$\boldsymbol{y_t = t_t + s_t + c_t + u_t}$$





Мультиплікативний розклад

Фільтр – перетворення ряду
($\Delta \log y_t = \log y_t - \log y_{t-1}$ – темпи росту)



Модуль 1

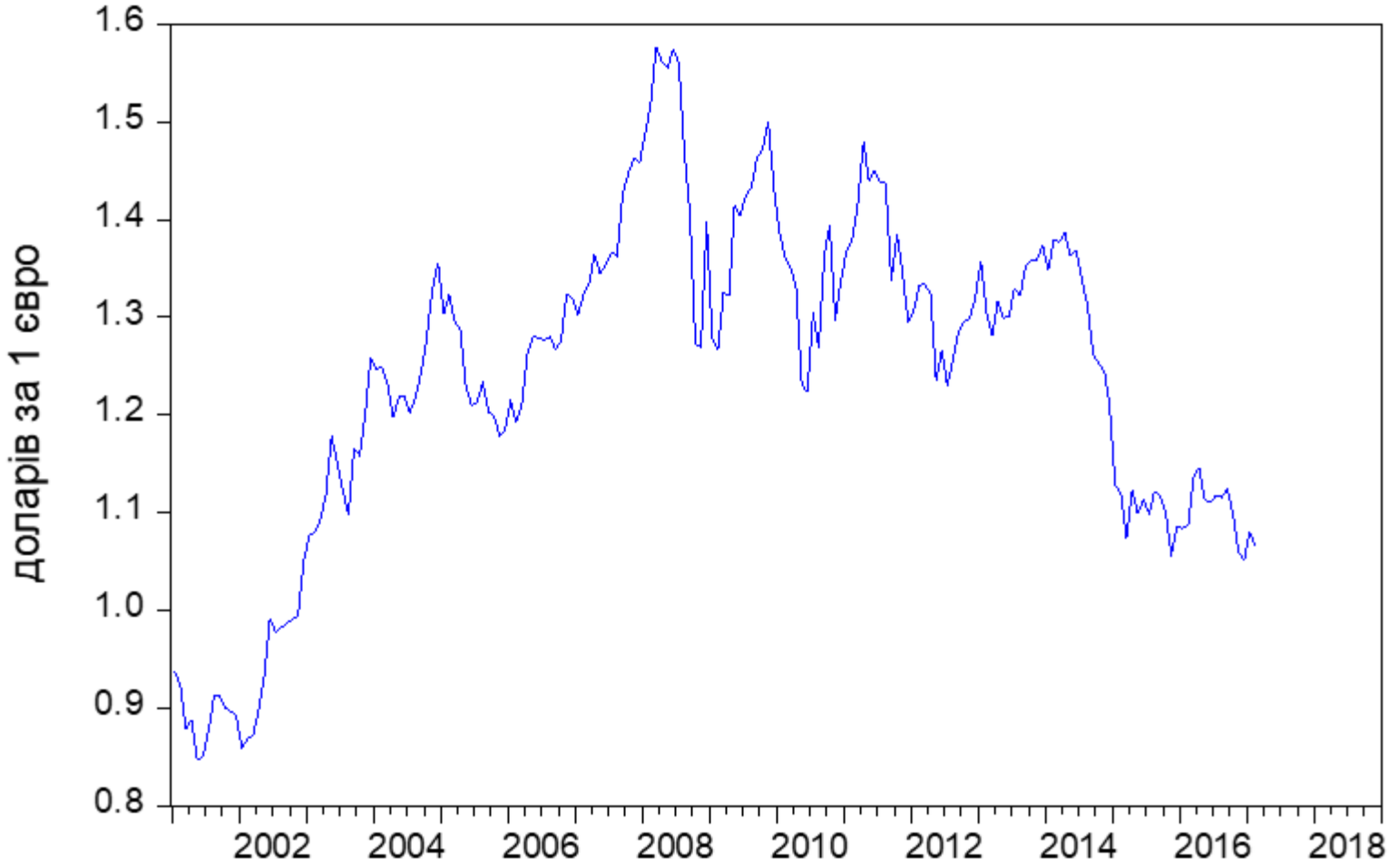
- 1. Адитивний та мультиплікативний розклади
- 2. Індивідуальне завдання, аналіз даних
- 3. Моделювання детермінованого тренду
- 4. Прогнозування, міри точності
- 5. Методи виділення сезонності
- Пакет EViews

Індивідуальне завдання 1

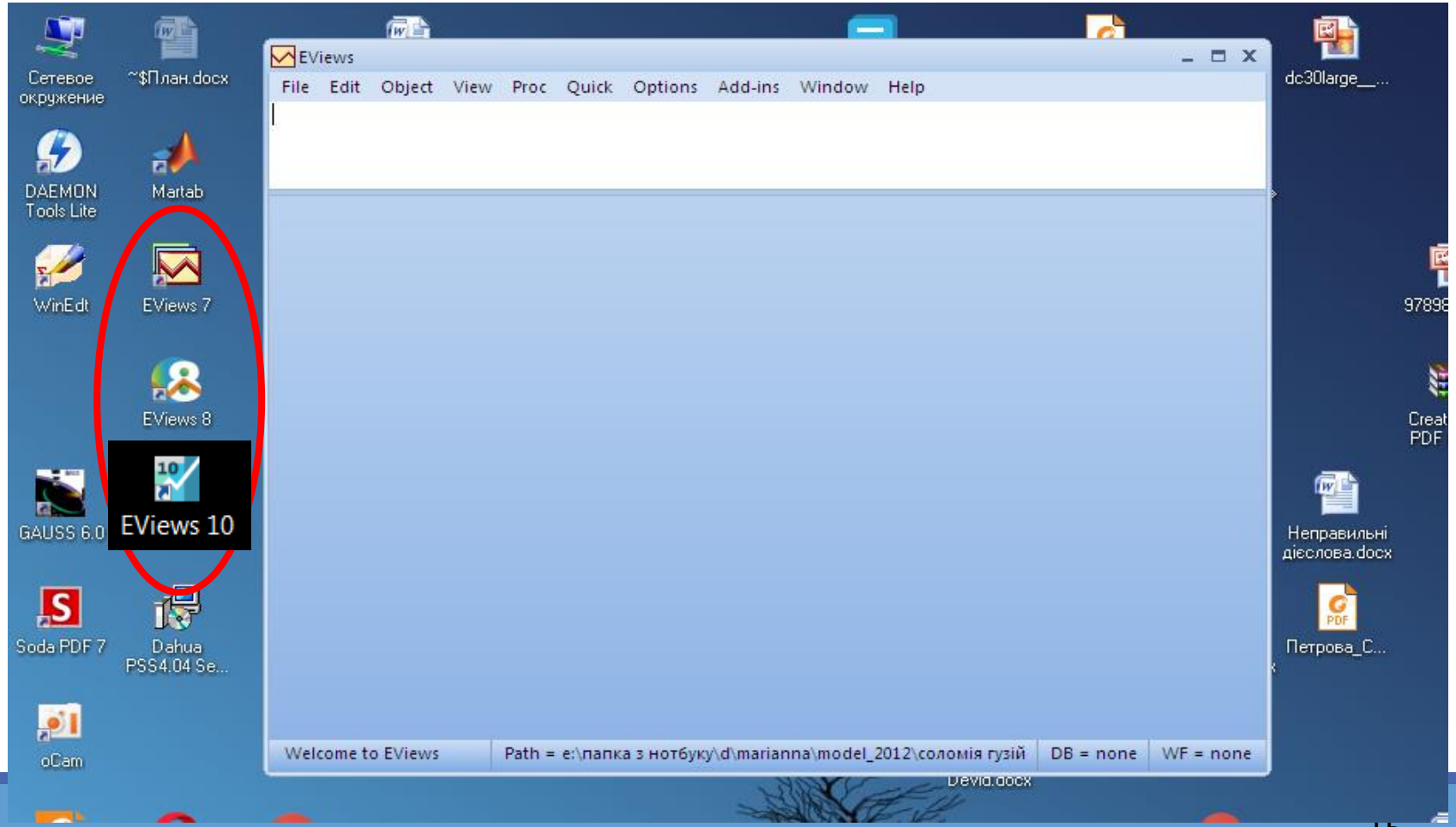
1. описати зміст рядів, що досліджуються;
2. графічно зобразити динаміку рядів, коротко описати їх візуальні властивості;
3. обчислити середнє значення кожного ряду, дисперсію, середньоквадратичне відхилення, асиметрію, ексцес, протестувати нормальність розподілу ряду;
4. побудувати декілька Scatter діаграм залежності між кожним з обраних часових рядів та трендом;
5. протестувати гіпотези про рівність середнього та дисперсії на різних часових проміжках;
6. оцінити модель детермінованого тренду для вихідного ряду (y) на тренувальній вибірці, враховуючи різну трендову динаміку для різних періодів часу (використати фіктивні змінні), проаналізувати результати; зобразити динаміку фактичних та оцінених значень, динаміку залишків моделі;
7. оцінити модель детермінованого тренду для логарифмів вихідних рядів (ln y) на тренувальній вибірці, враховуючи різну трендову динаміку для різних періодів часу (використати фіктивні змінні), проаналізувати результати; зобразити динаміку фактичних та оцінених значень, динаміку залишків моделі;
8. побудувати прогнози рядів на усьому часовому проміжку на основі обох моделей (y і ln y); описати характеристики обох Forecast таблиць, проаналізувати точність отриманих ex-post прогнозів;
9. обчислити межі прогнозованих інтервалів, зобразити фактичні та прогнозовані значення (отримані на основі обох моделей тренду) разом з границями прогнозованих інтервалів на одному рисунку, зробити висновок про якість прогнозів;
10. окремо обчислити RMSE обох прогнозів; перевірити правильність обчислень, здійснивши прогнозування для обох моделей лише для періоду прогнозування; проаналізувати точність отриманих ex-post прогнозів на основі Forecast таблиць; порівняти прогнози моделей детермінованого тренду між собою.

Валютний курс євро до долара

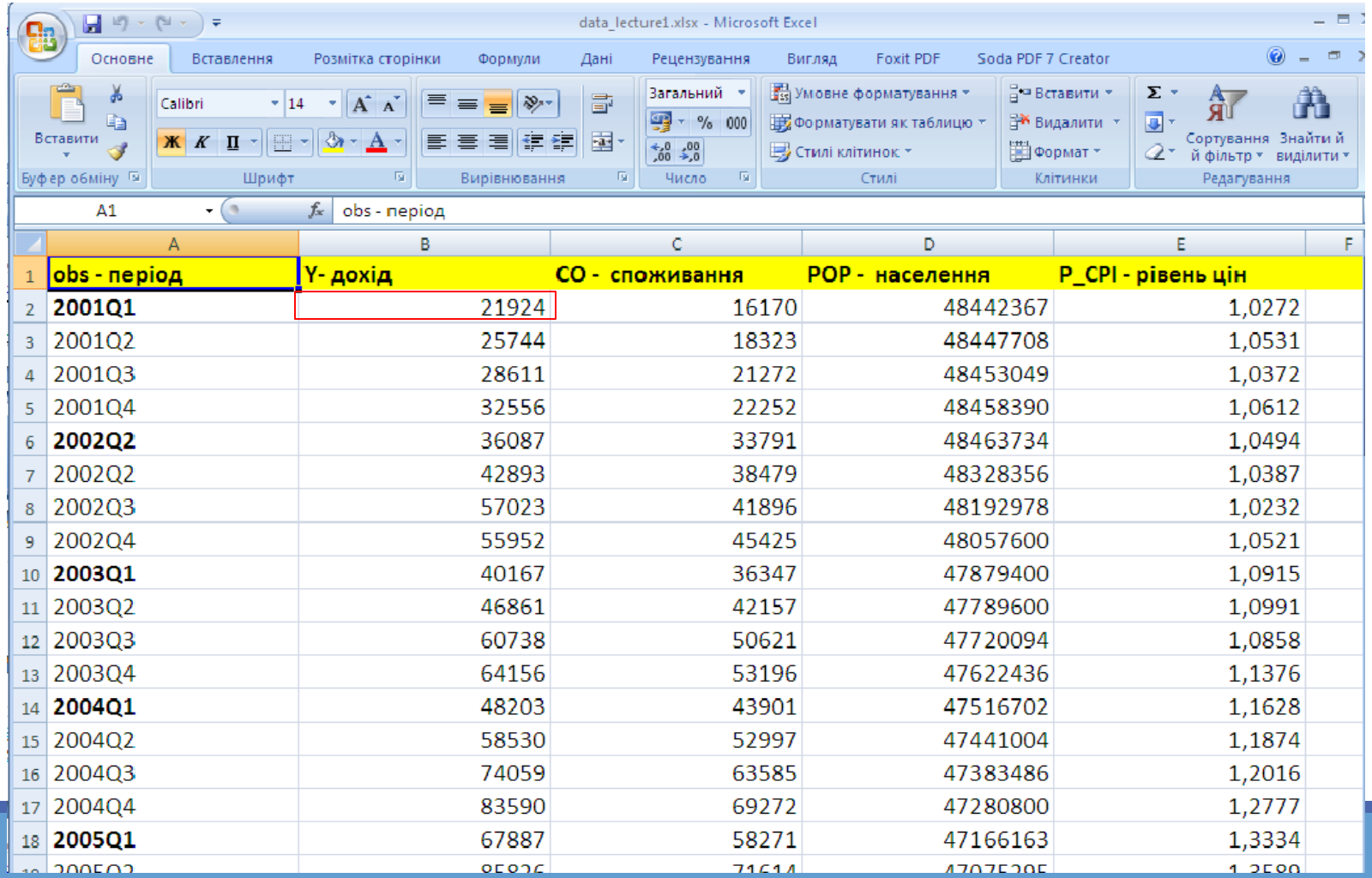
Валютний курс євро до долара



Пакет EViews

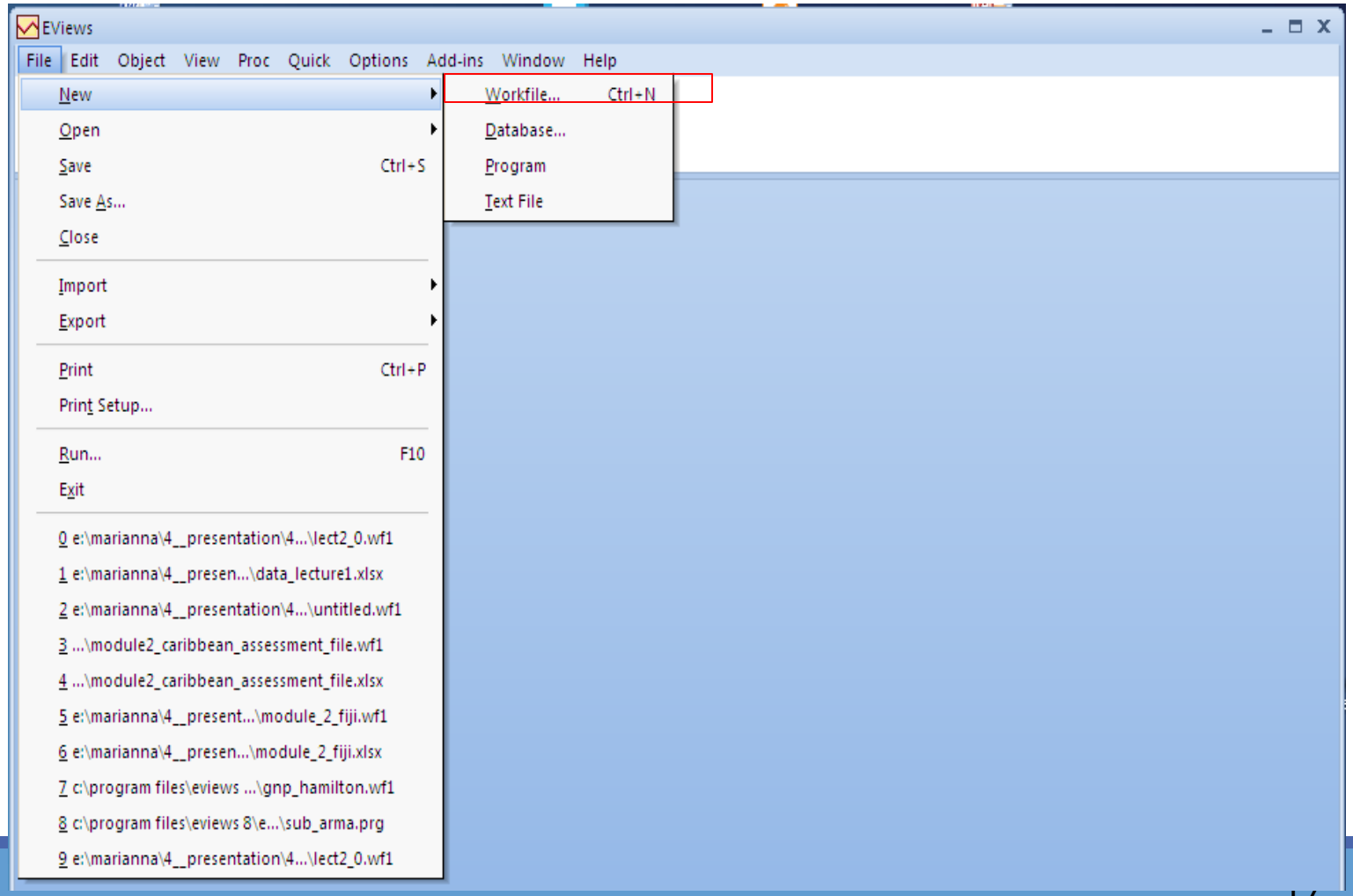


Дані в Exel файлі

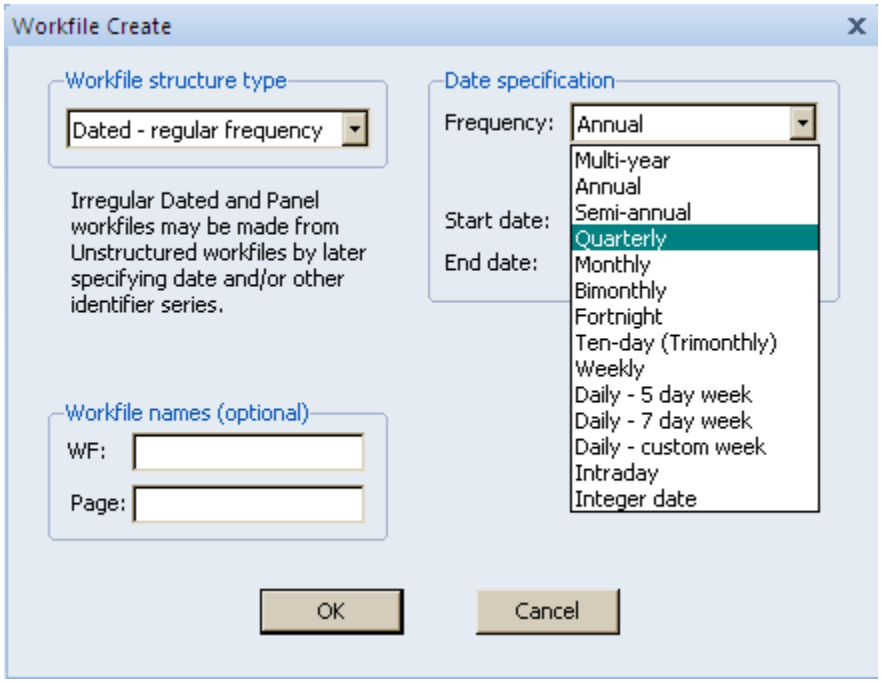


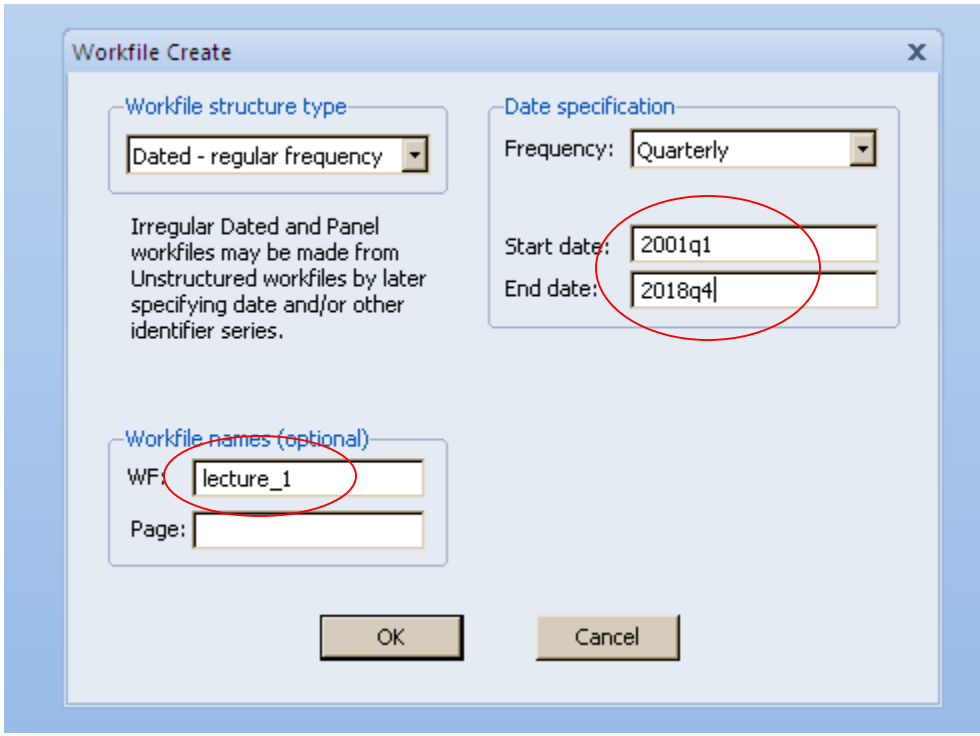
	A	B	C	D	E	F
1	**obs - період**	**Y- дохід**	**CO - споживання**	**POP - населення**	**P_CPI - рівень цін**	
2	**2001Q1**	21924	16170	48442367	1,0272	
3	2001Q2	25744	18323	48447708	1,0531	
4	2001Q3	28611	21272	48453049	1,0372	
5	2001Q4	32556	22252	48458390	1,0612	
6	**2002Q2**	36087	33791	48463734	1,0494	
7	2002Q2	42893	38479	48328356	1,0387	
8	2002Q3	57023	41896	48192978	1,0232	
9	2002Q4	55952	45425	48057600	1,0521	
10	**2003Q1**	40167	36347	47879400	1,0915	
11	2003Q2	46861	42157	47789600	1,0991	
12	2003Q3	60738	50621	47720094	1,0858	
13	2003Q4	64156	53196	47622436	1,1376	
14	**2004Q1**	48203	43901	47516702	1,1628	
15	2004Q2	58530	52997	47441004	1,1874	
16	2004Q3	74059	63585	47383486	1,2016	
17	2004Q4	83590	69272	47280800	1,2777	
18	**2005Q1**	67887	58271	47166163	1,3334	

Створення EViews файлу

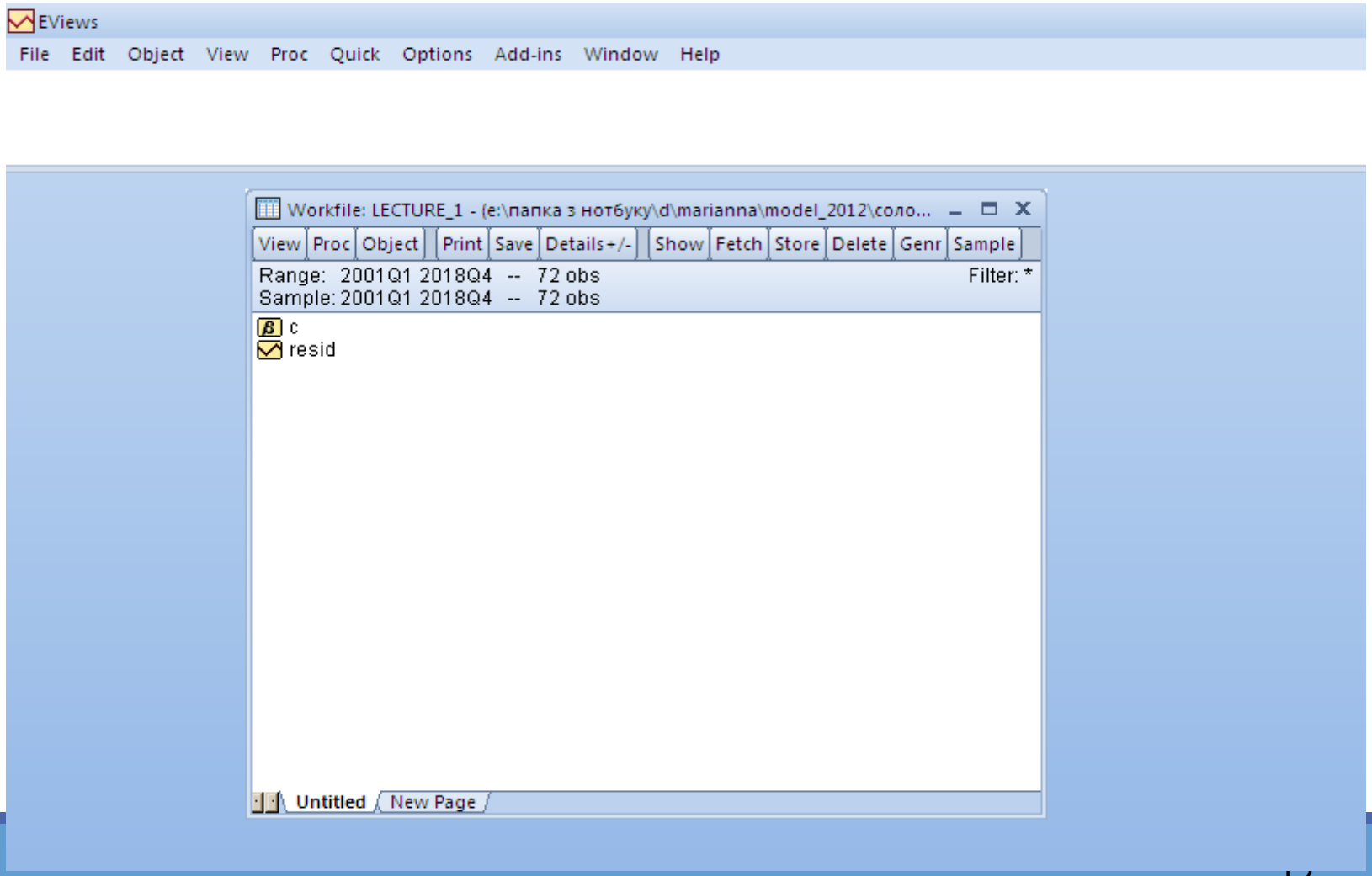


Створення EViews файлу



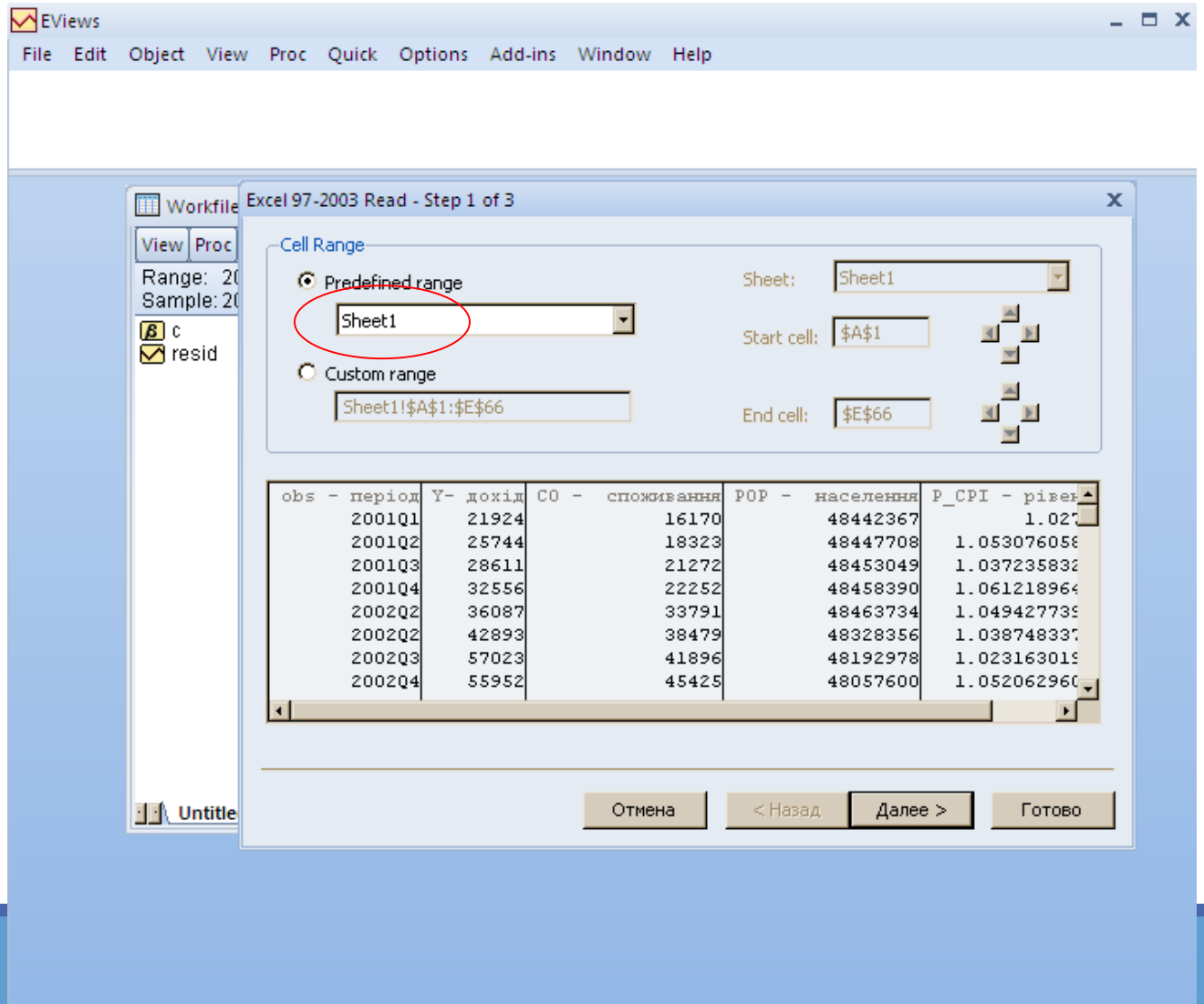


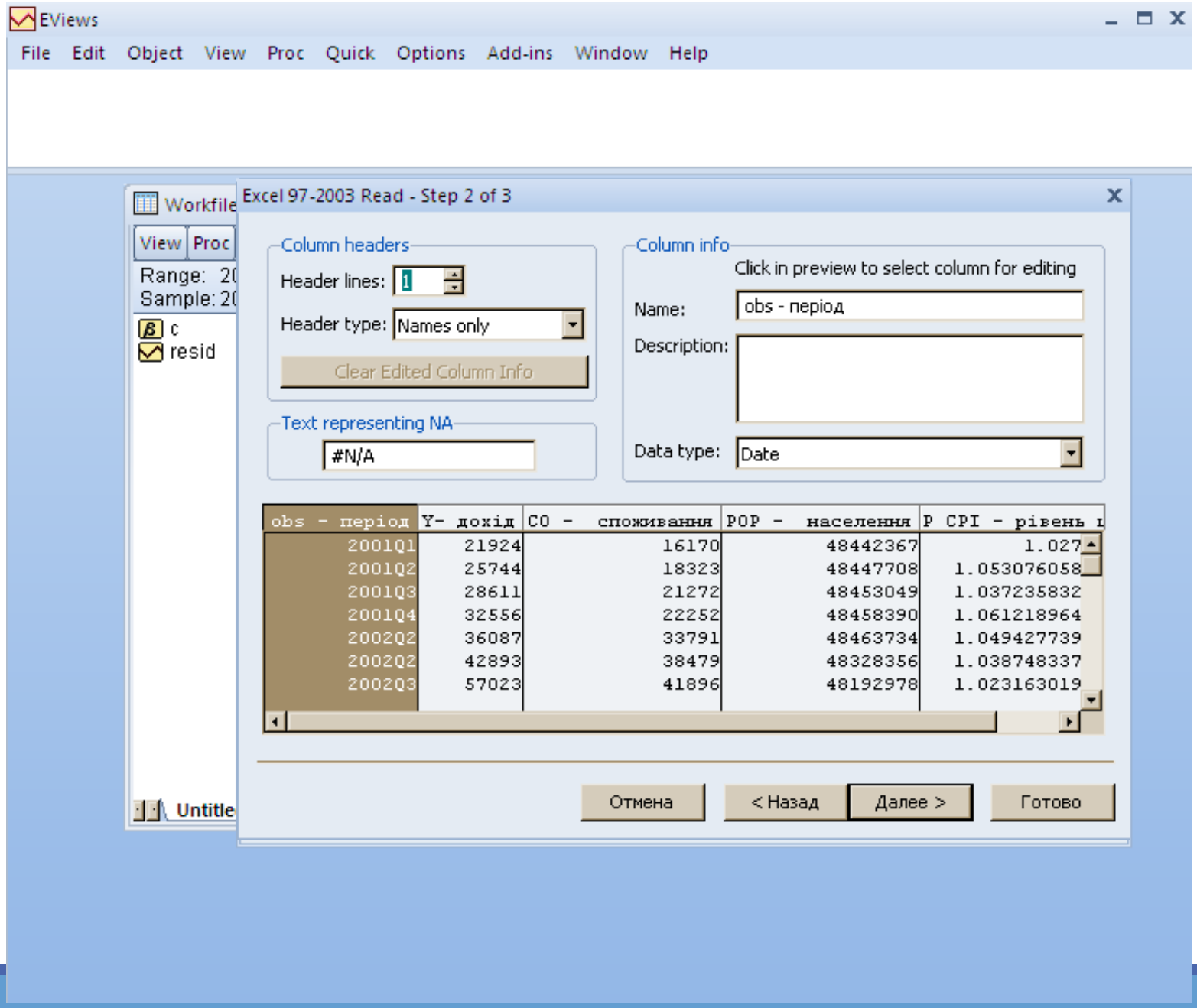
Створення EViews файлу

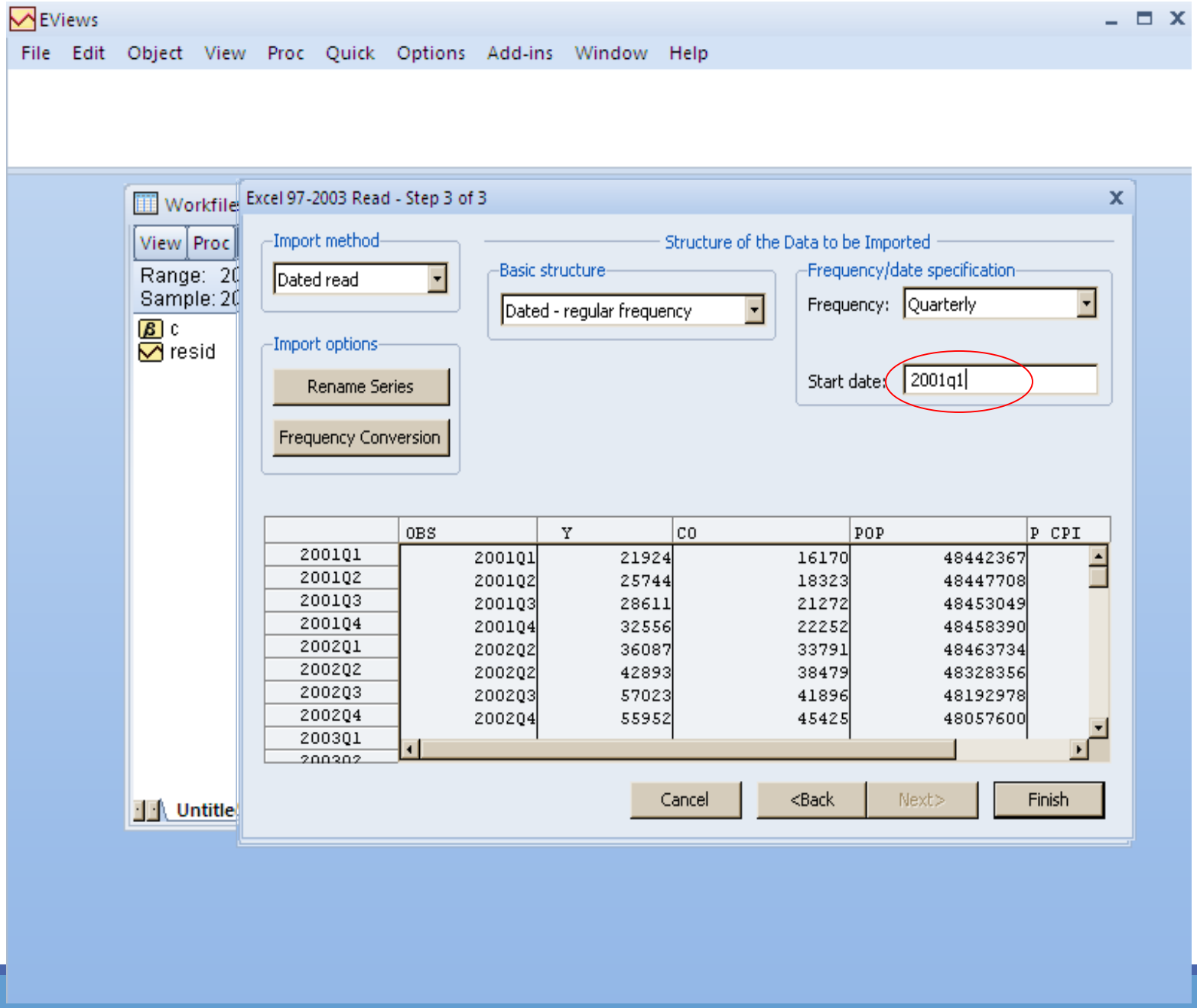


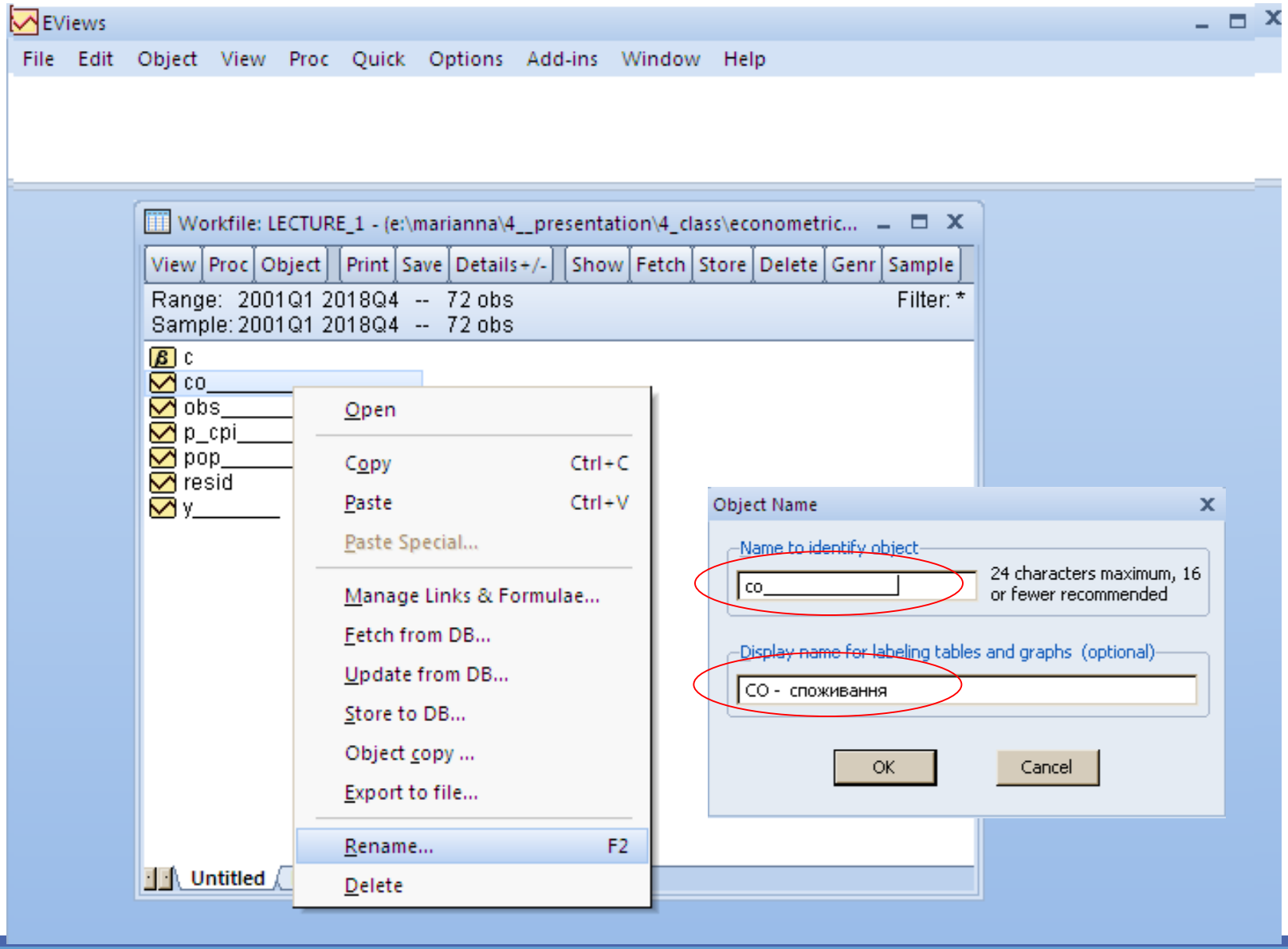
Імпортування даних

Натягнути Exel файл на відкрите EViews вікно

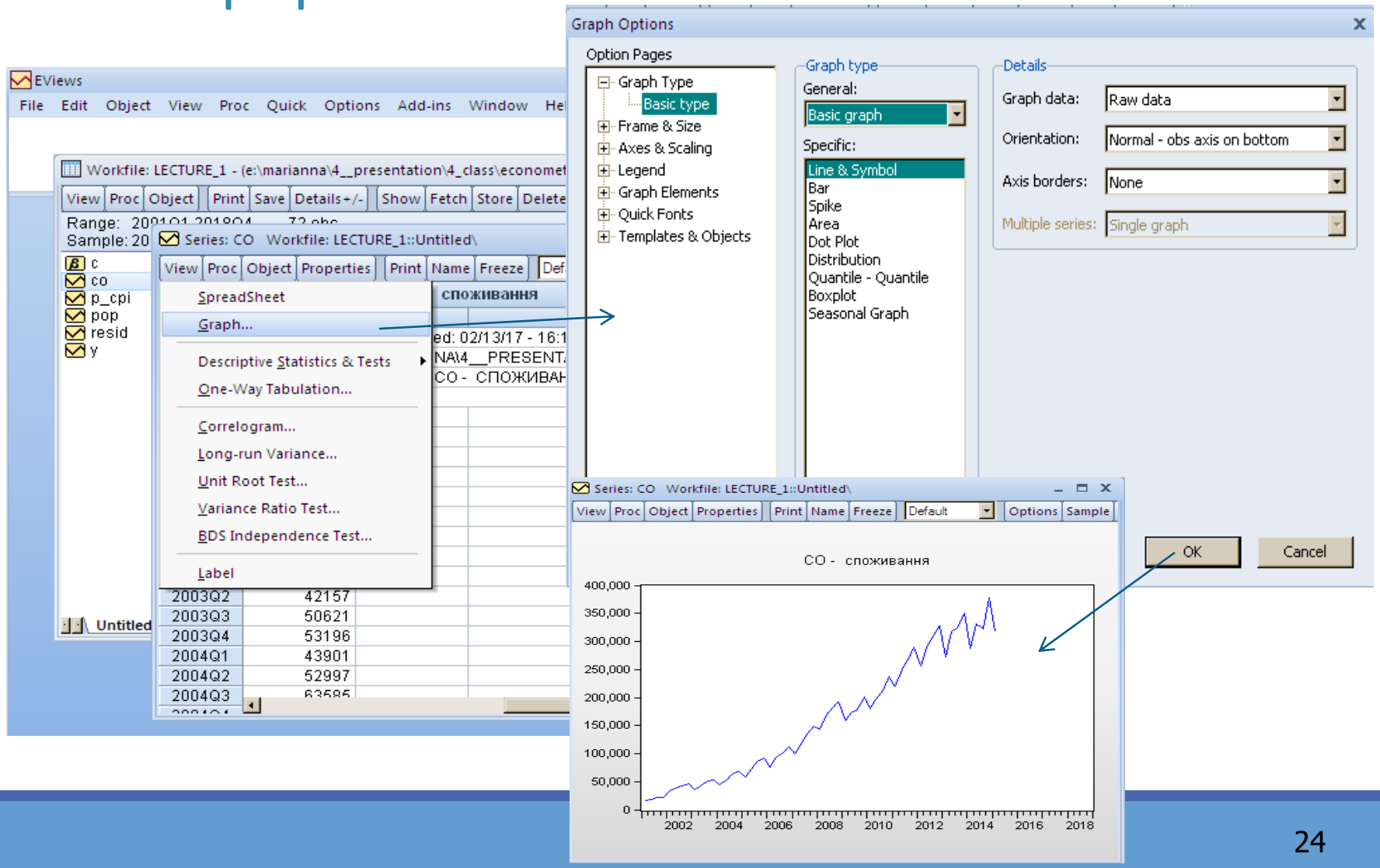



EViews
File Edit Object View Proc Quick Options Add-ins Window Help
Workfile
View Proc
Range: 20
Sample: 20
c
resid
Untitle
Excel 97-2003 Read - Step 2 of 3
Column headers
Header lines: 1
Header type: Names only
Clear Edited Column Info
Text representing NA
#N/A
Column info
Click in preview to select column for editing
Name: obs - період
Description:
Data type: Date
obs - період | Y- дохід | CO - споживання | POP - населення | P CPI - рівень
2001Q1 | 21924 | 16170 | 48442367 | 1.027
2001Q2 | 25744 | 18323 | 48447708 | 1.053076058
2001Q3 | 28611 | 21272 | 48453049 | 1.037235832
2001Q4 | 32556 | 22252 | 48458390 | 1.061218964
2002Q2 | 36087 | 33791 | 48463734 | 1.049427739
2002Q2 | 42893 | 38479 | 48328356 | 1.038748337
2002Q3 | 57023 | 41896 | 48192978 | 1.023163019
Отмена
< Назад
Далее >
Готово


EViews
File Edit Object View Proc Quick Options Add-ins Window Help
Workfile
View Proc
Range: 20
Sample: 20
c
resid
Untitle
Excel 97-2003 Read - Step 3 of 3
Import method
Dated read
Import options
Rename Series
Frequency Conversion
Structure of the Data to be Imported
Basic structure
Dated - regular frequency
Frequency/date specification
Frequency: Quarterly
Start date: 2001q1
OBS Y CO POP P CPI
2001Q1 2001Q1 21924 16170 48442367
2001Q2 2001Q2 25744 18323 48447708
2001Q3 2001Q3 28611 21272 48453049
2001Q4 2001Q4 32556 22252 48458390
2002Q1 2002Q2 36087 33791 48463734
2002Q2 2002Q2 42893 38479 48328356
2002Q3 2002Q3 57023 41896 48192978
2002Q4 2002Q4 55952 45425 48057600
2003Q1
Cancel
<Back
Next>
Finish


EViews
File Edit Object View Proc Quick Options Add-ins Window Help
Workfile: LECTURE_1 - (e:\marianna\4__presentation\4_class\econometric...
View Proc Object Print Save Details+/- Show Fetch Store Delete Genr Sample
Range: 2001Q1 2018Q4 -- 72 obs
Sample: 2001Q1 2018Q4 -- 72 obs
Filter: *
c
co
obs
p_cpi
pop
resid
y
Open
Copy Ctrl+C
Paste Ctrl+V
Paste Special...
Manage Links & Formulae...
Fetch from DB...
Update from DB...
Store to DB...
Object copy ...
Export to file...
Rename... F2
Delete
Untitled
Object Name
Name to identify object
co
24 characters maximum, 16 or fewer recommended
Display name for labeling tables and graphs (optional)
CO - споживання
OK
Cancel

Графіки в EViews

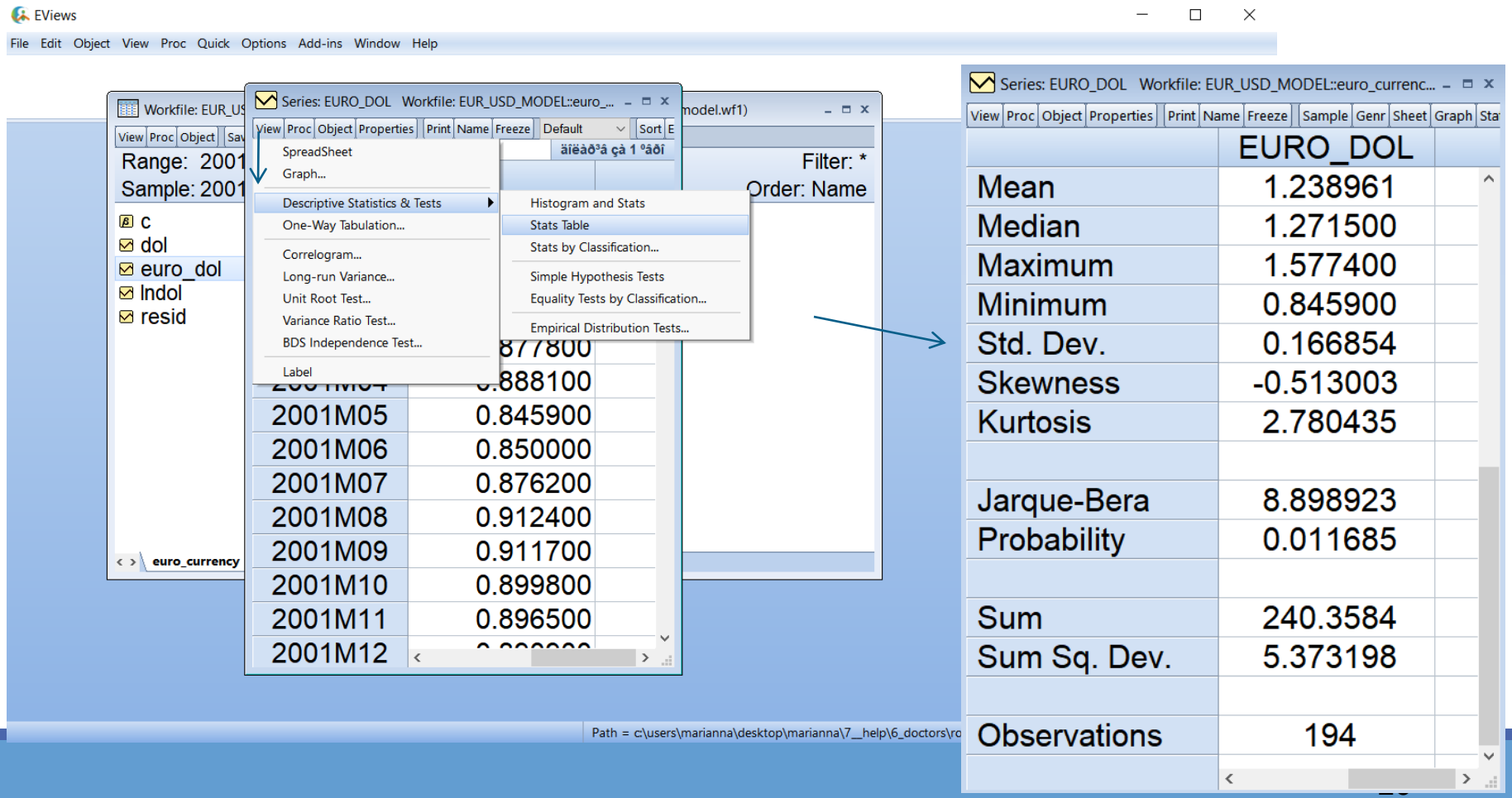


3. обчислити середнє значення кожного ряду, дисперсію, середньоквадратичне відхилення, асиметрію, ексцес

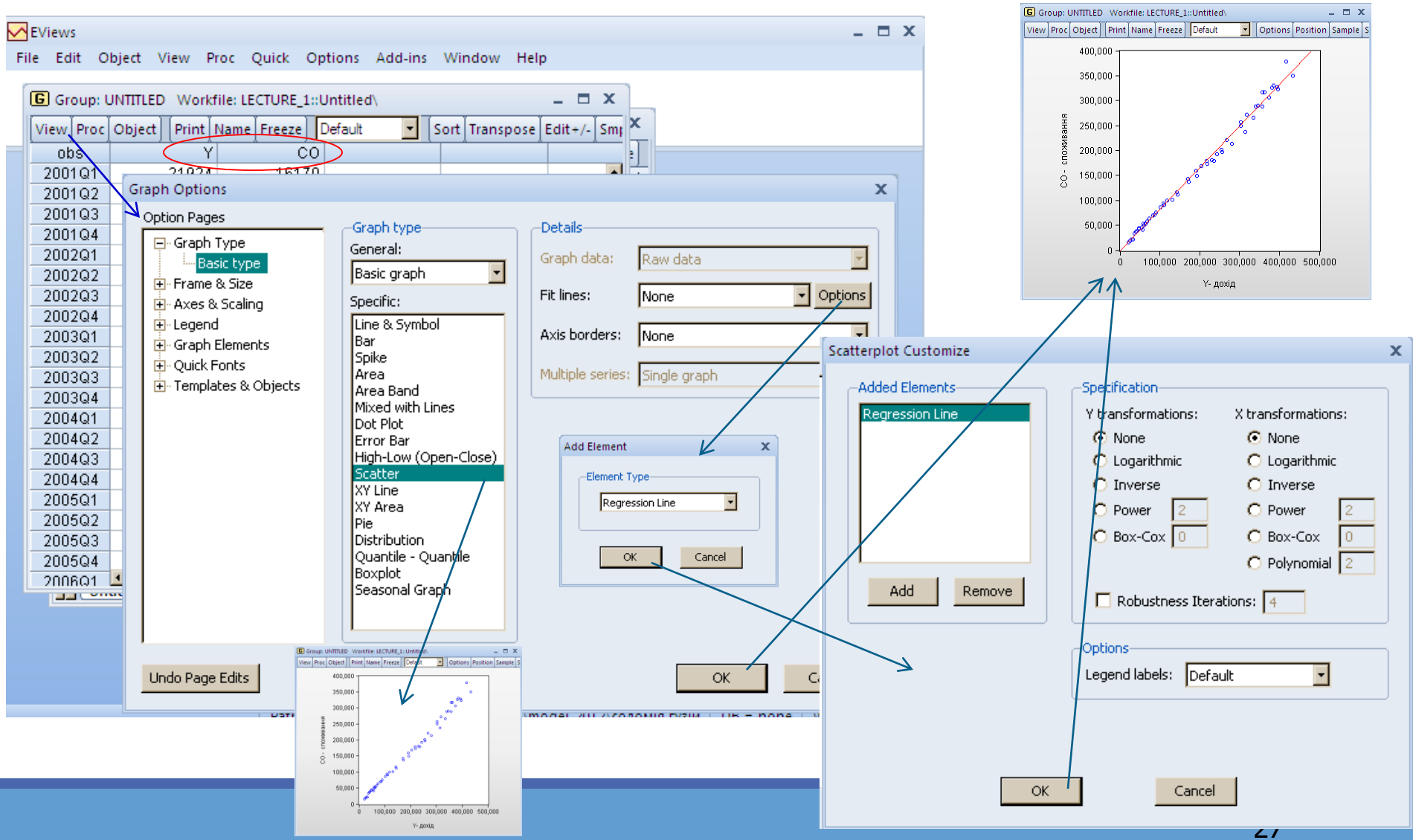
- **середнє** (mean) $\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$
- **дисперсія** (variation) $s^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2$, $\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2$
- **стандартне відхилення** (standard deviation) $s = \sqrt{s^2}$
- **коваріація** (covariation) $s_{xy} = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$
- **коефіцієнт кореляції** (correlation) $r_{xy} = \frac{s_{xy}}{s_x s_y}$
- **асиметрія** (skewness) $S = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{x_i - \bar{x}}{\hat{\sigma}}\right)^3$
- **ексцес** (kurtosis) $K = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{x_i - \bar{x}}{\hat{\sigma}}\right)^4$

H_0: $S = 0, K = 3$
(нормальний розподіл)
Jarque-Bera =
$(n/6)\,(S^2 + (K-3)^2/4) \sim \chi^2[2]$

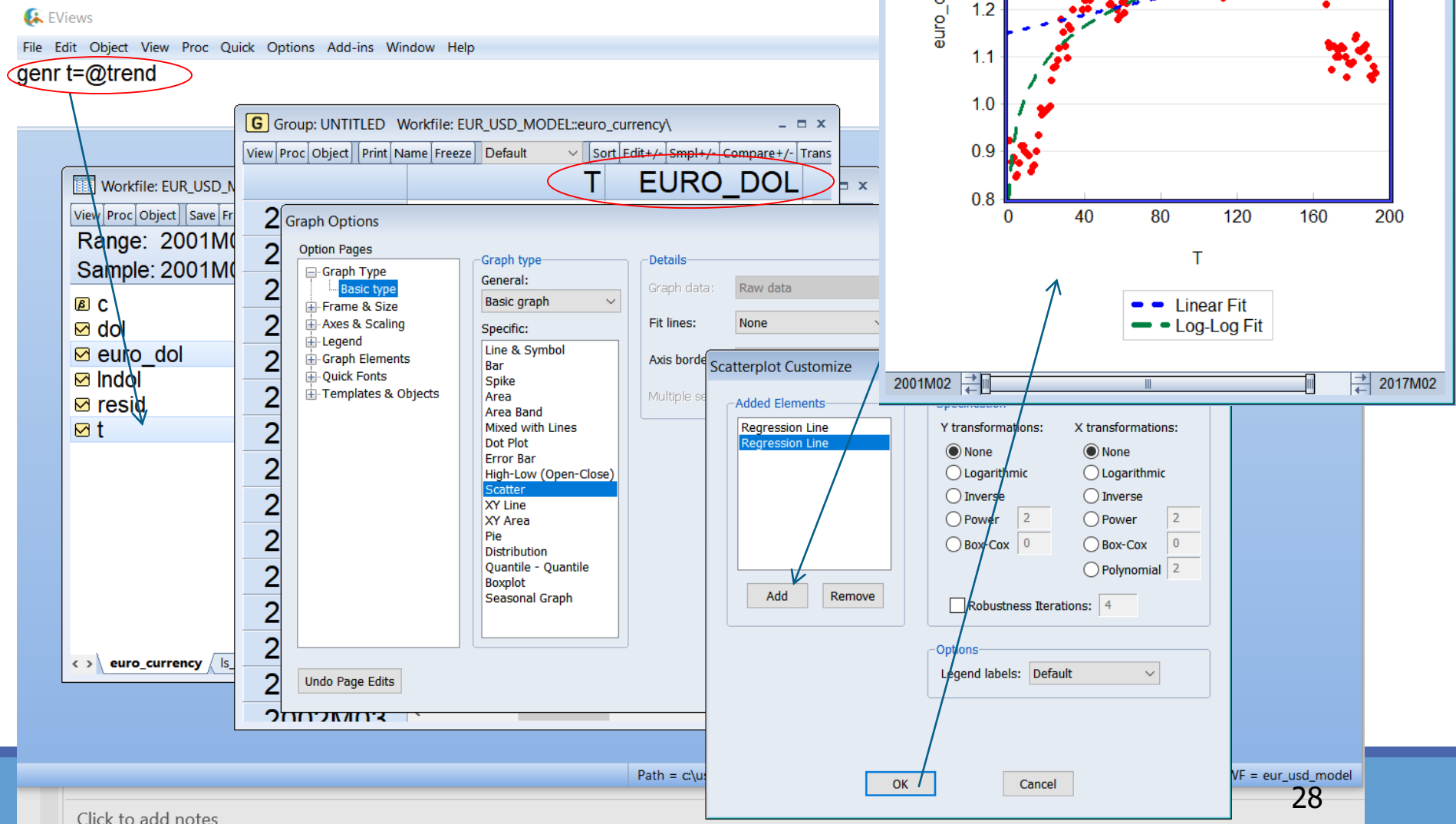
3. обчислити середнє значення кожного ряду, дисперсію, середньоквадратичне відхилення, асиметрію, ексцес



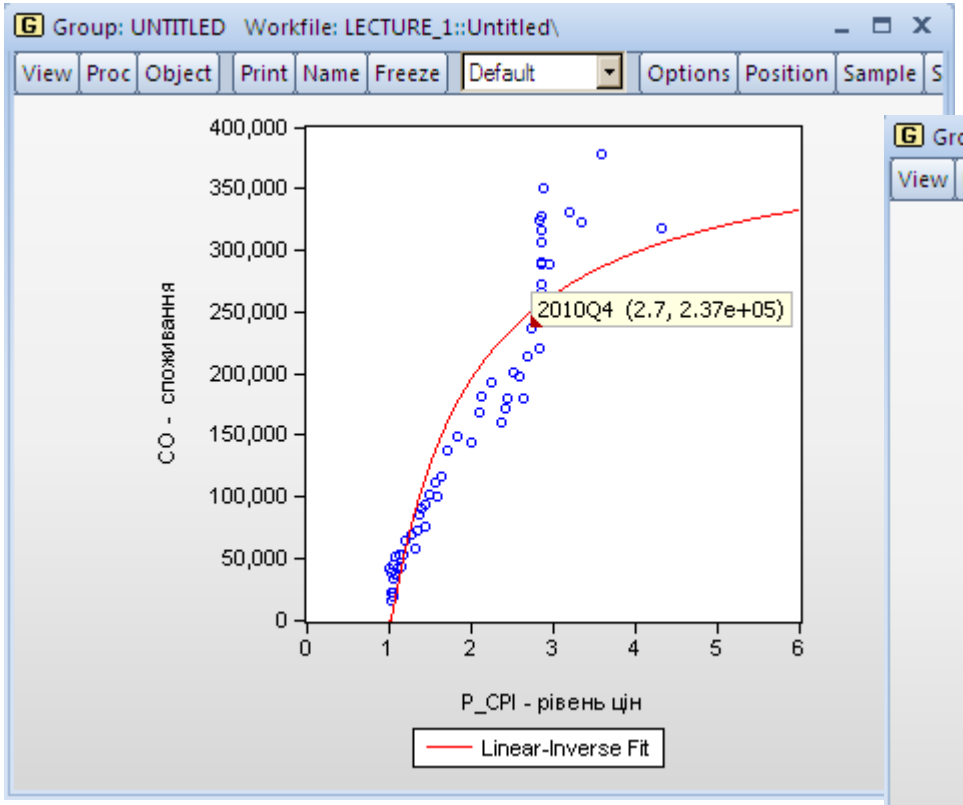
4. побудувати декілька Scater діаграм залежності між кожним з обраних часових рядів та трендом

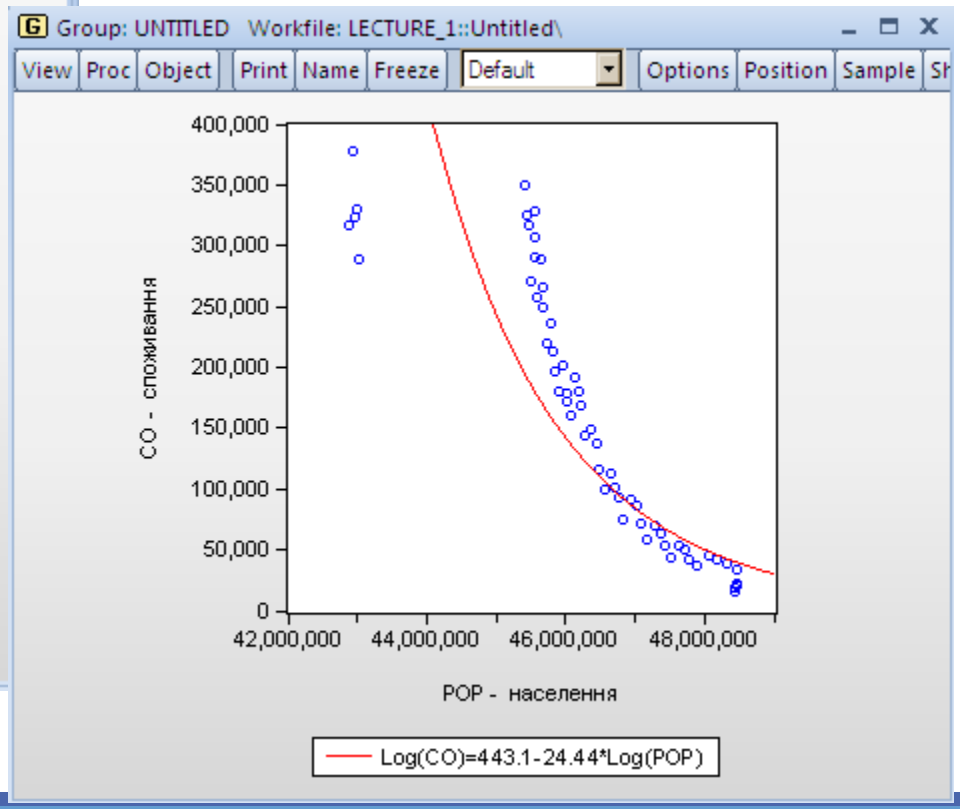


4. побудувати декілька Scater діаграм залеж
кожним з обраних часових рядів та тренд



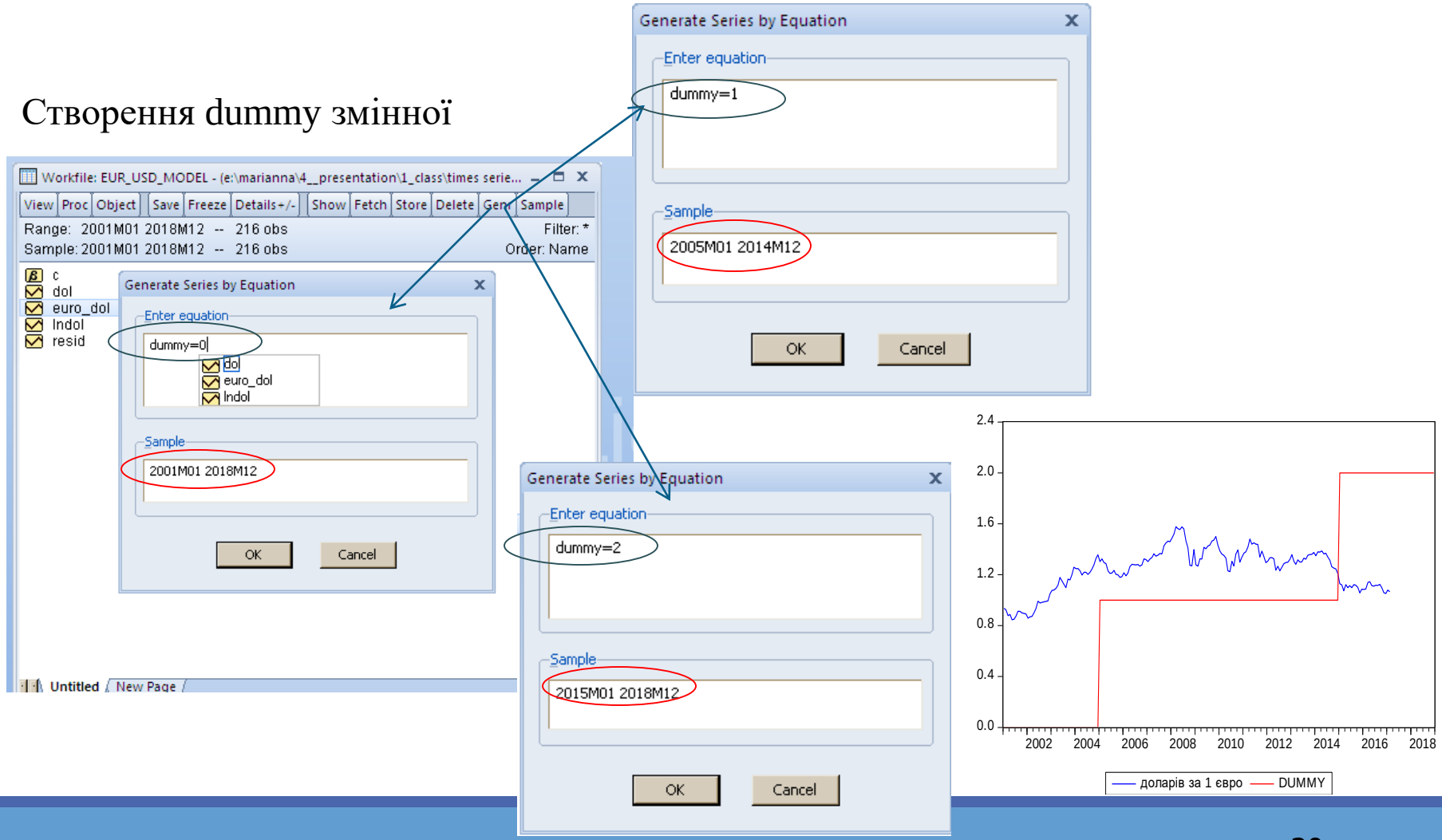
4. побудувати декілька Scater діаграм залежності між кожним з обраних часових рядів та трендом



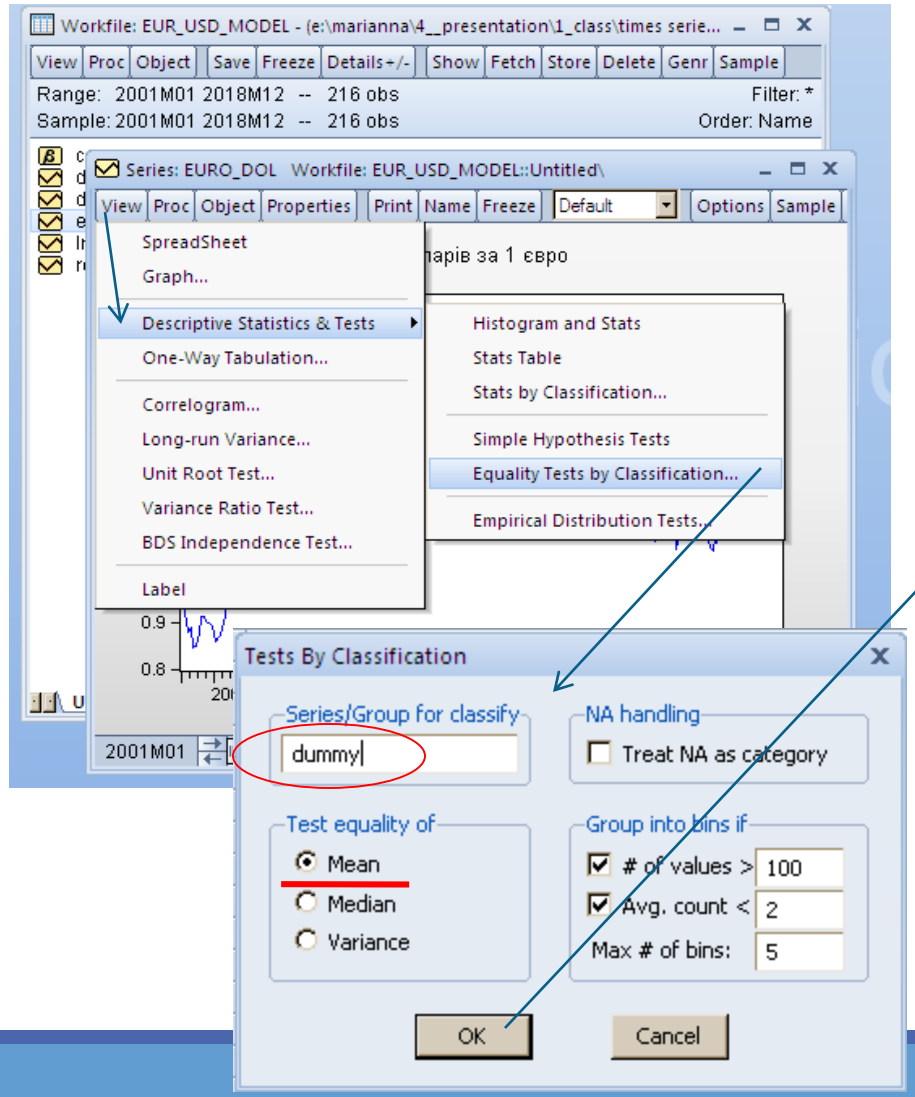


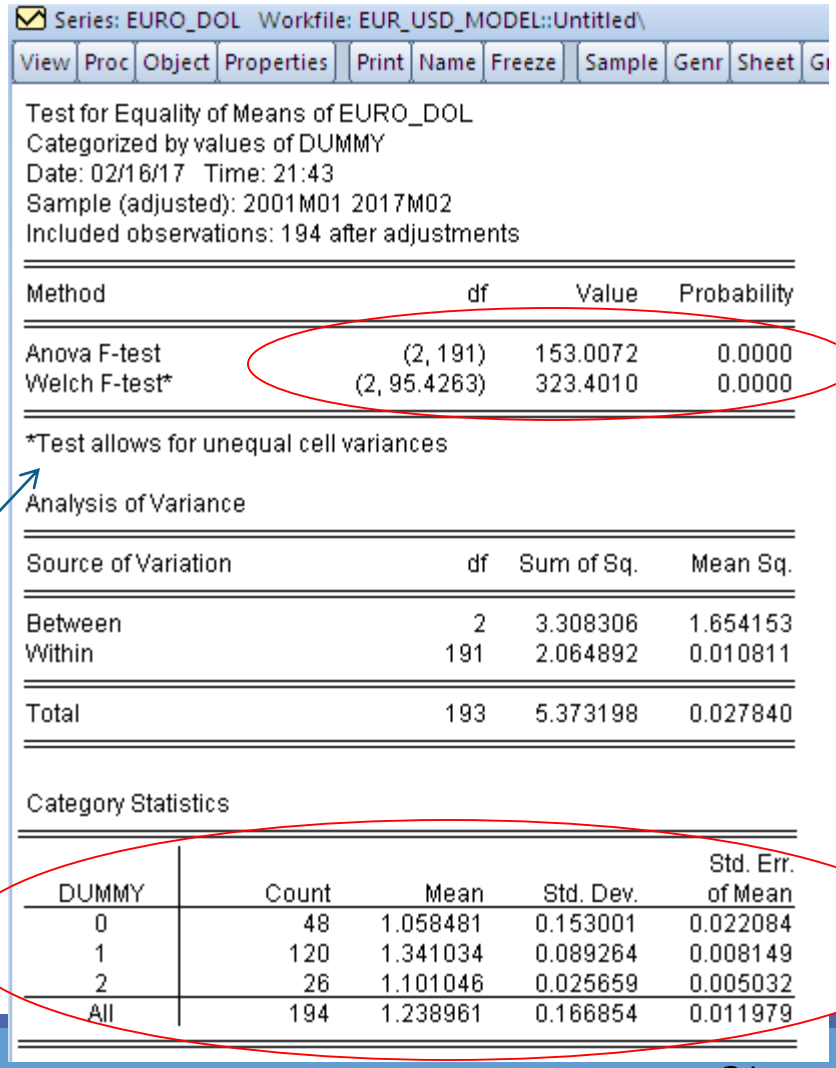
5. протестувати гіпотези про рівність середнього та дисперсії на різних часових проміжках

Створення dummy змінної

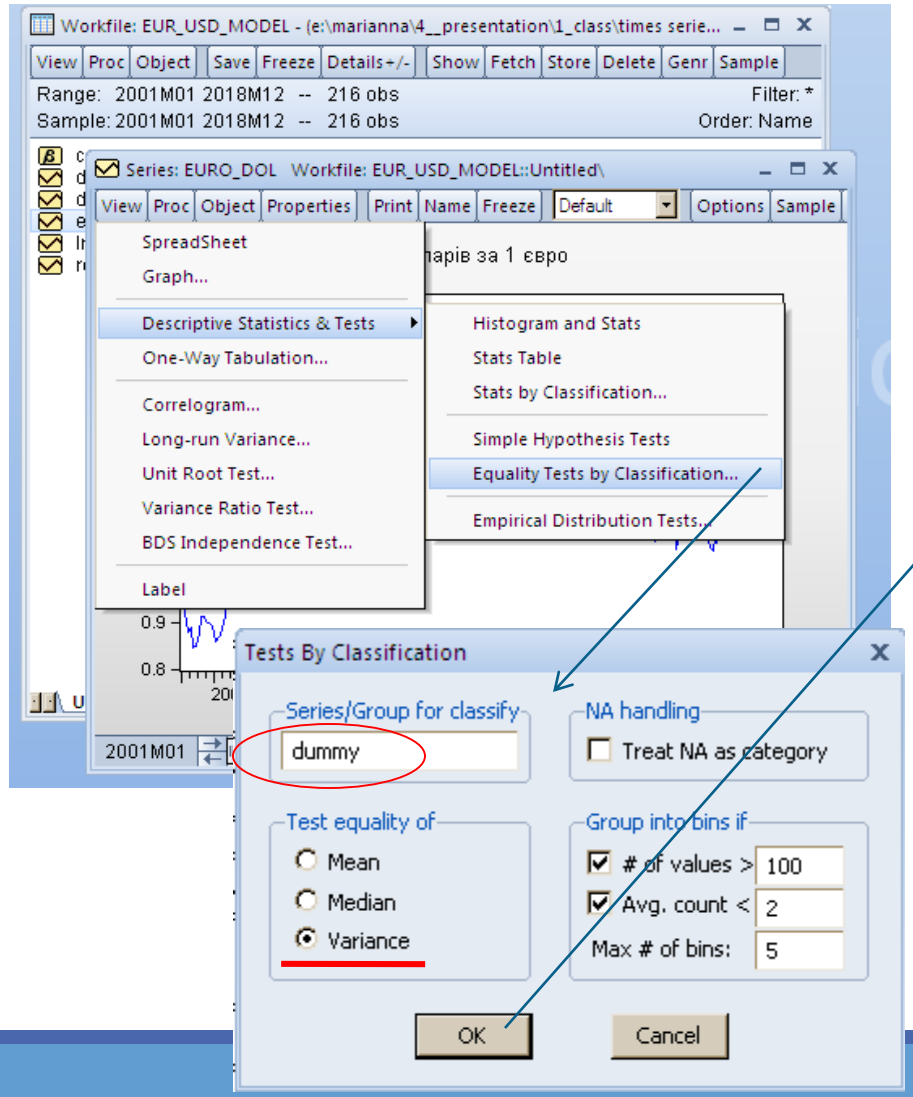


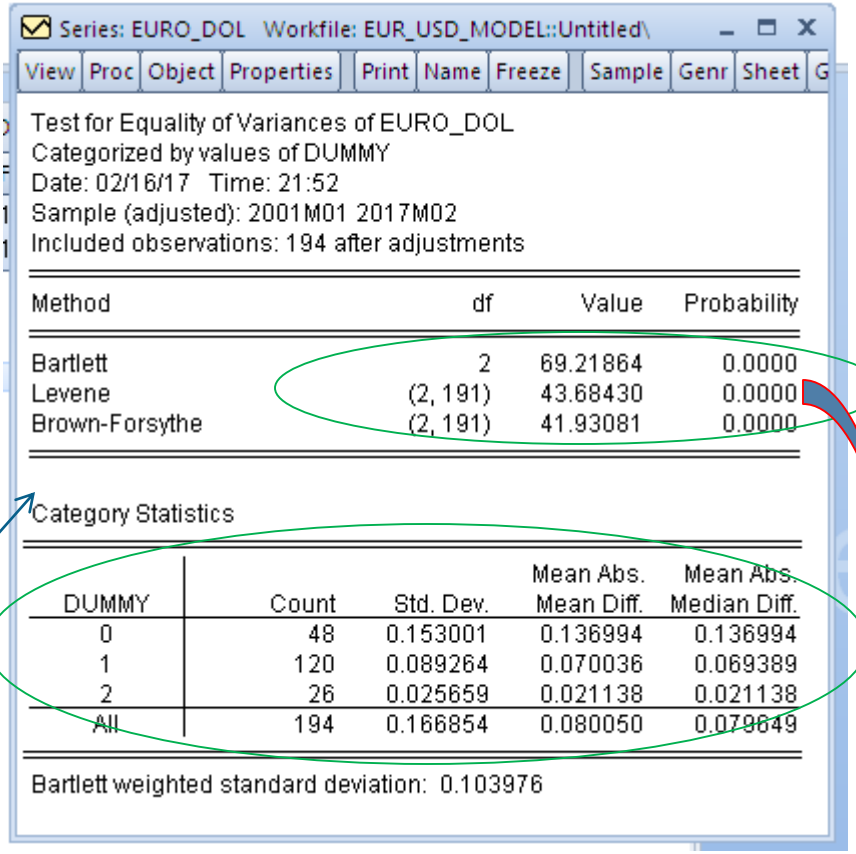
5. протестувати гіпотези про рівність середнього та дисперсії на різних часових проміжках





5. протестувати гіпотези про рівність середнього та дисперсії на різних часових проміжках





p<0,05 – гіпотезу про рівність дисперсій на різних часових проміжках відхиляємо

Модуль 1

- 1. Адитивний та мультиплікативний розклади
- 2. Індивідуальне завдання, аналіз даних
- 3. Моделювання детермінованого тренду
- 4. Прогнозування, міри точності
- 5. Методи виділення сезонності
- Пакет EViews

Індивідуальне завдання 1

1. описати зміст рядів, що досліджуються;
2. графічно зобразити динаміку рядів, коротко описати їх візуальні властивості;
3. обчислити середнє значення кожного ряду, дисперсію, середньоквадратичне відхилення, асиметрію, ексцес, протестувати нормальність розподілу ряду;
4. побудувати декілька Scatter діаграм залежності між кожним з обраних часових рядів та трендом;
5. протестувати гіпотези про рівність середнього та дисперсії на різних часових проміжках;
6. оцінити модель детермінованого тренду для вихідного ряду (y) на тренувальній вибірці, враховуючи різну трендову динаміку для різних періодів часу (використати фіктивні змінні), проаналізувати результати; зобразити динаміку фактичних та оцінених значень, динаміку залишків моделі;
7. оцінити модель детермінованого тренду для логарифмів вихідних рядів (ln y) на тренувальній вибірці, враховуючи різну трендову динаміку для різних періодів часу (використати фіктивні змінні), проаналізувати результати; зобразити динаміку фактичних та оцінених значень, динаміку залишків моделі;
8. побудувати прогнози рядів на усьому часовому проміжку на основі обох моделей (y і ln y); описати характеристики обох Forecast таблиць, проаналізувати точність отриманих ex-post прогнозів;
9. обчислити межі прогнозованих інтервалів, зобразити фактичні та прогнозовані значення (отримані на основі обох моделей тренду) разом з границями прогнозованих інтервалів на одному рисунку, зробити висновок про якість прогнозів;
10. окремо обчислити RMSE обох прогнозів; перевірити правильність обчислень, здійснивши прогнозування для обох моделей лише для періоду прогнозування; проаналізувати точність отриманих ex-post прогнозів на основі Forecast таблиць; порівняти прогнози моделей детермінованого тренду між собою.

EViews : page – ls_trend

ls y c @trend @trend ∧ 2 → $y_t = \alpha + \beta_1 t + \beta_2 t^2 + \varepsilon_t, \qquad t = 1, \ldots, T - n.$

EViews

File Edit Object View Proc Quick Options Add-ins Window Help

ls y c @trend @trend^2

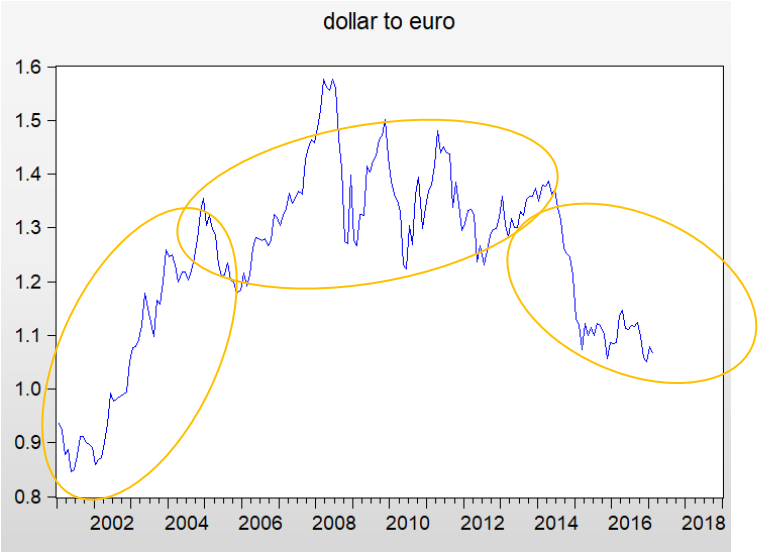
Equation: UNTITLED Workfile: MODEL_2017::euro_currency\

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Estimate | Forecast | Stats | Resids

Dependent Variable: Y
Method: Least Squares
Date: 02/23/17 Time: 20:17
Sample (adjusted): 2001M01 2017M02
Included observations: 194 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.836330	0.015276	54.74763	0.0000
@TREND	0.010624	0.000366	29.05183	0.0000
@TREND^2	-5.00E-05	1.83E-06	-27.27006	0.0000

R-squared	0.817481	Mean dependent var	1.238961
Adjusted R-squared	0.815570	S.D. dependent var	0.166854
S.E. of regression	0.071656	Akaike info criterion	-2.418529
Sum squared resid	0.980712	Schwarz criterion	-2.367996
Log likelihood	237.5974	Hannan-Quinn criter.	-2.398067
F-statistic	427.7323	Durbin-Watson stat	0.272888
Prob(F-statistic)	0.000000		



EViews :
page – ls_trend

Equation: EQ_T Workfile: MODEL_2017::ls_trend_EU\

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Estimate | Forecast | Stats | Resids

Dependent Variable: Y
Method: Least Squares
Date: 02/23/17 Time: 21:02
Sample: 2001M01 2016M06
Included observations: 186

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.848330	0.027828	30.48453	0.0000
@TREND	0.005887	0.002734	2.152936	0.0327
@TREND^2	9.65E-05	5.62E-05	1.715465	0.0880
D_2005Q1	0.042028	0.068314	0.615221	0.5392
D_2005Q1*@TREND	0.003207	0.003002	1.068037	0.2870
D_2005Q1*@TREND^2	-0.000138	5.65E-05	-2.437316	0.0158
D_2015Q1	3.240173	1.812300	1.787879	0.0755
D_2015Q1*@TREND	-0.038828	0.017493	-2.276748	0.0240

R-squared	0.845307	Mean dependent var	1.245413
Adjusted R-squared	0.839223	S.D. dependent var	0.167326
		Akaike info criterion	-2.523424
		Schwarz criterion	-2.384682
		Hannan-Quinn criter.	-2.467201
		Durbin-Watson stat	0.324301

Equation Estimation

Specification | Options

Equation specification

Dependent variable followed by list of regressors including ARMA and PDL terms, OR an explicit equation like Y=c(1)+c(2)*X.

y c @trend @trend^2 d_2005q1 d_2005q1*@trend d_2005q1*@trend^2 d_2015q1 d_2015q1*@trend

Estimation settings

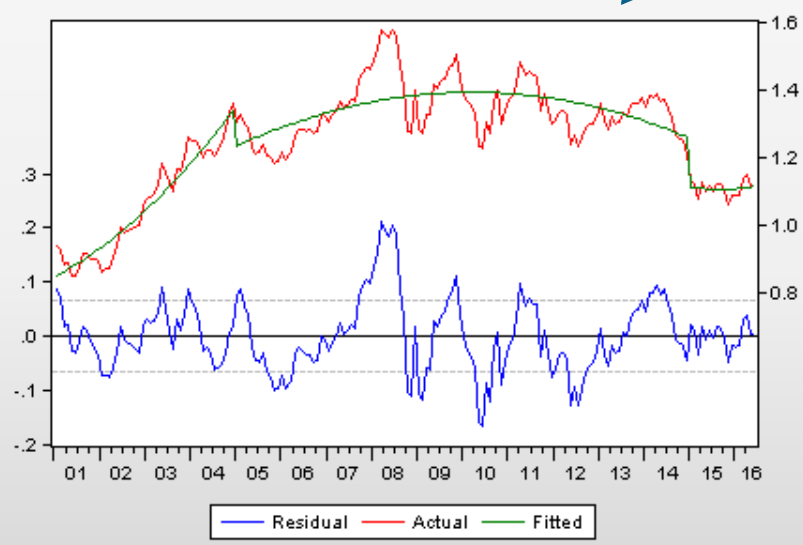
Method: LS - Least Squares (NLS and ARMA)

Sample: 2001m01 2016m06

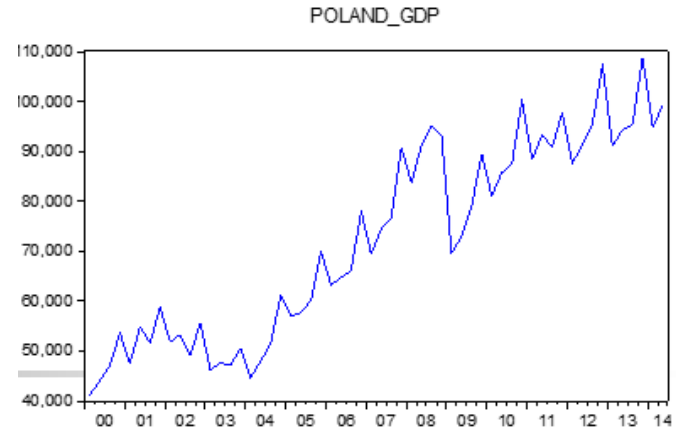
тренувальна вибірка

Equation: EQ_T Workfile: MODEL_2017::ls_trend_EU\

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Estimate | Forecast | Stats | Resids



EViews :
page – ls_trend



$$\alpha_0 + \alpha_1 D_1 + \alpha_2 D_2 + \beta_0 t + \beta_1 D_1 t + \beta_2 D_2 t + \gamma t^2 + \varepsilon\,.$$

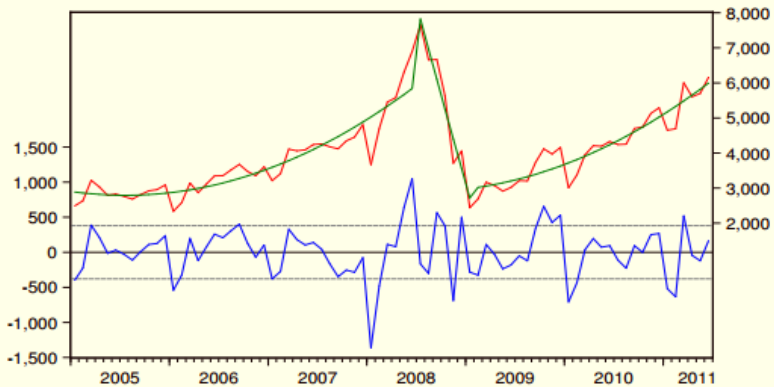


Рис. 4.1: M

Workfile: MODEL_2017 - (e:\marianna\3__education\1_lectures\time_series\20...

View | Proc | Object | Save | Freeze | Details+/- | Show | Fetch | Store | Delete | Genr | Sample

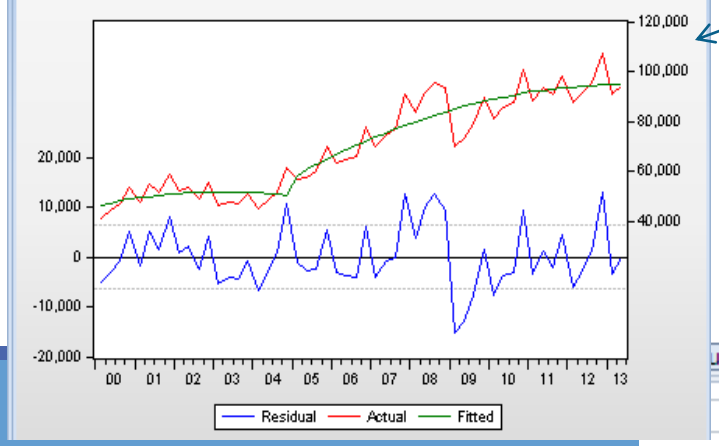
Range: 2000Q1 2015Q4 -- 64 obs — Filter: *

Sample: 2000Q1 2013Q2 -- 54 obs — Order: Name

- c
- d2005q1
- eq_t
- poland_c
- resid
- y

Equation: EQ_T Workfile: MODEL_2017::ls_trend_GDP\

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Estimate | Forecast | Stats | Resids



Equation: EQ_T Workfile: MODEL_2017::ls_trend_GDP\

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Estimate | Forecast | Stats | Resids

Dependent Variable: POLAND_GDP
Method: Least Squares
Date: 02/23/17 Time: 21:07
Sample: 2000Q1 2013Q2
Included observations: 54

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	46384.44	2829.810	16.39136	0.0000
@TREND	835.0763	339.4616	2.460002	0.0175
@TREND^2	-32.81898	12.27056	-2.674611	0.0101
D2005Q1	-45033.79	15312.90	-2.940906	0.0050
D2005Q1*@TREND	2664.998	715.7536	3.723346	0.0005

R-squared	0.896431	Mean dependent var	70385.56
Adjusted R-squared	0.887976	S.D. dependent var	19010.39
S.E. of regression	6362.779	Akaike info criterion	20.44234
Sum squared resid	1.98E+09	Schwarz criterion	20.62650
Log likelihood	-546.9432	Hannan-Quinn criter.	20.51336
F-statistic	106.0281	Durbin-Watson stat	1.582698
Prob(F-statistic)	0.000000		

page – ls_trend : логарифмічні моделі

ls log(y) c @trend @trend ∧ 2 → $\ln y = \alpha + \beta_1 t + \beta_2 t^2 + \varepsilon\,,$

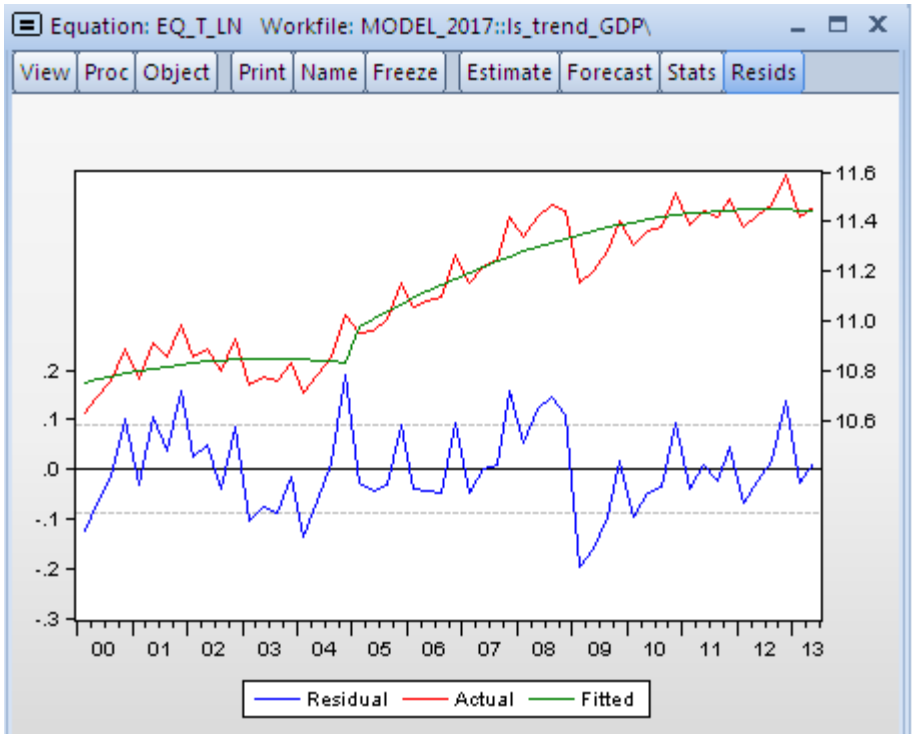
Equation: EQ_T_LN Workfile: MODEL_2017::ls_trend_GDP\

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Estimate | Forecast | Stats | Resids

Dependent Variable: LOG(POLAND_GDP)
Method: Least Squares
Date: 02/23/17 Time: 22:15
Sample: 2000Q1 2013Q2
Included observations: 54

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	10.74920	0.039824	269.9185	0.0000
@TREND	0.014421	0.004777	3.018673	0.0040
@TREND^2	-0.000533	0.000173	-3.085815	0.0033
D2005Q1	-0.620247	0.215498	-2.878198	0.0059
D2005Q1*@TREND	0.038618	0.010073	3.833901	0.0004

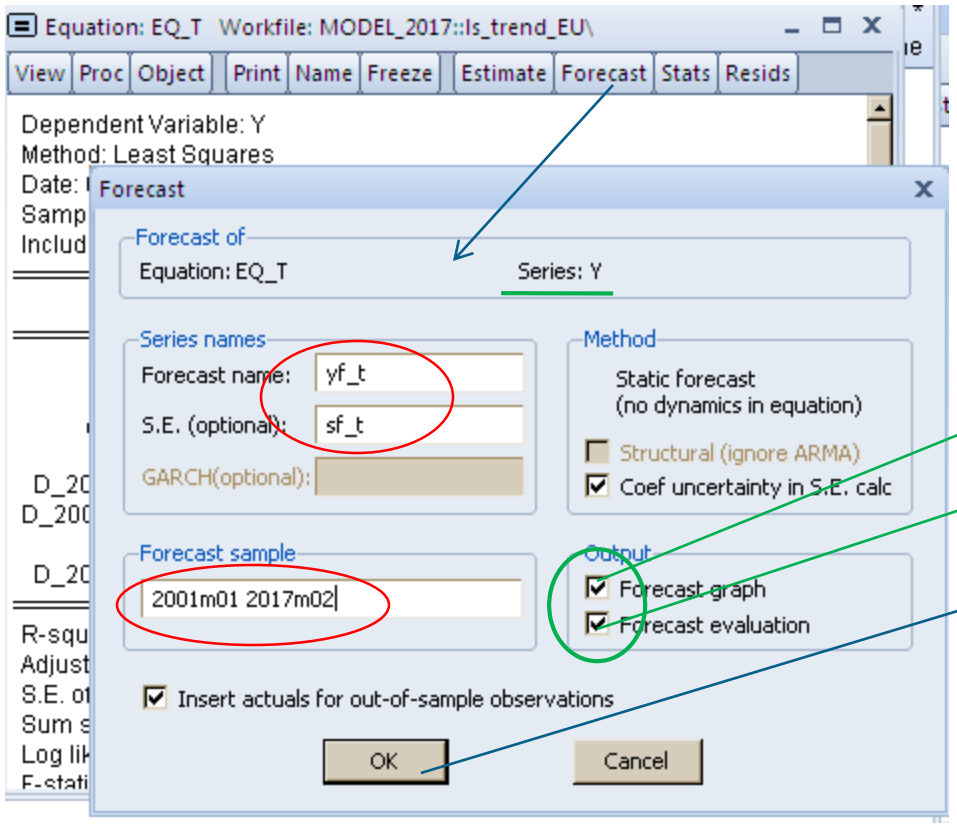
R-squared	0.903633	Mean dependent var	11.12468
Adjusted R-squared	0.895766	S.D. dependent var	0.277351
S.E. of regression	0.089543	Akaike info criterion	-1.900167
Sum squared resid	0.392882	Schwarz criterion	-1.716002
Log likelihood	56.30452	Hannan-Quinn criter.	-1.829142
F-statistic	114.8683	Durbin-Watson stat	1.530891
Prob(F-statistic)	0.000000		

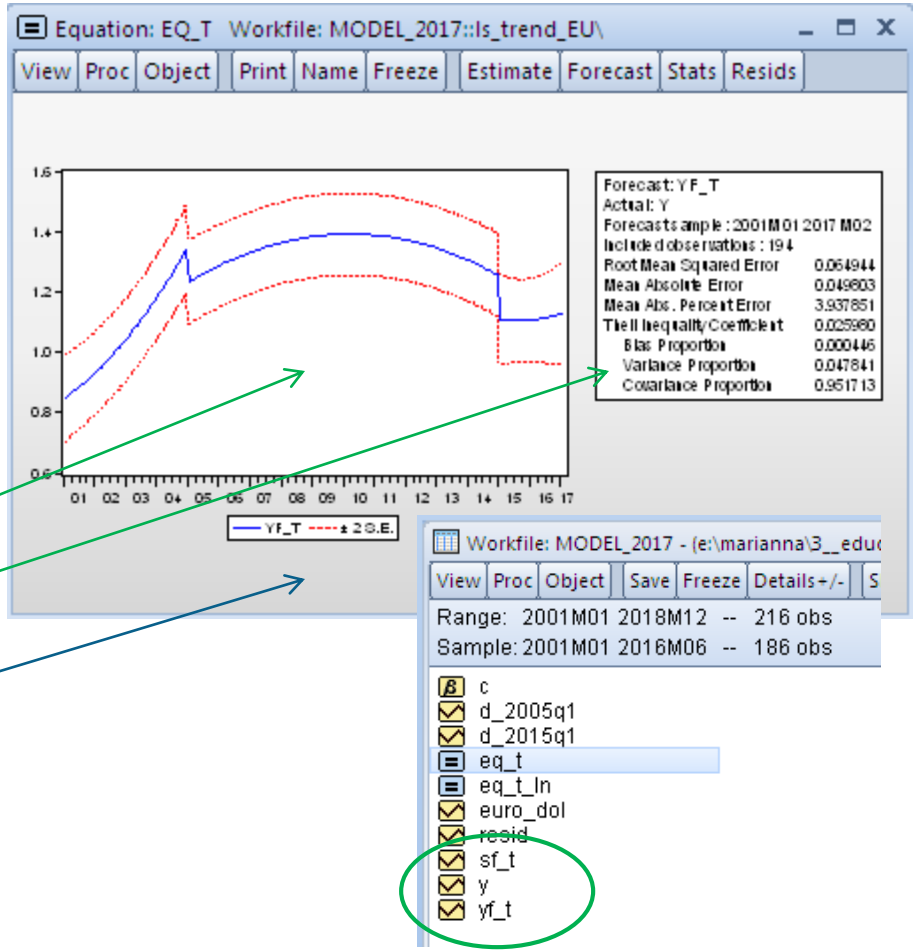


Модуль 1

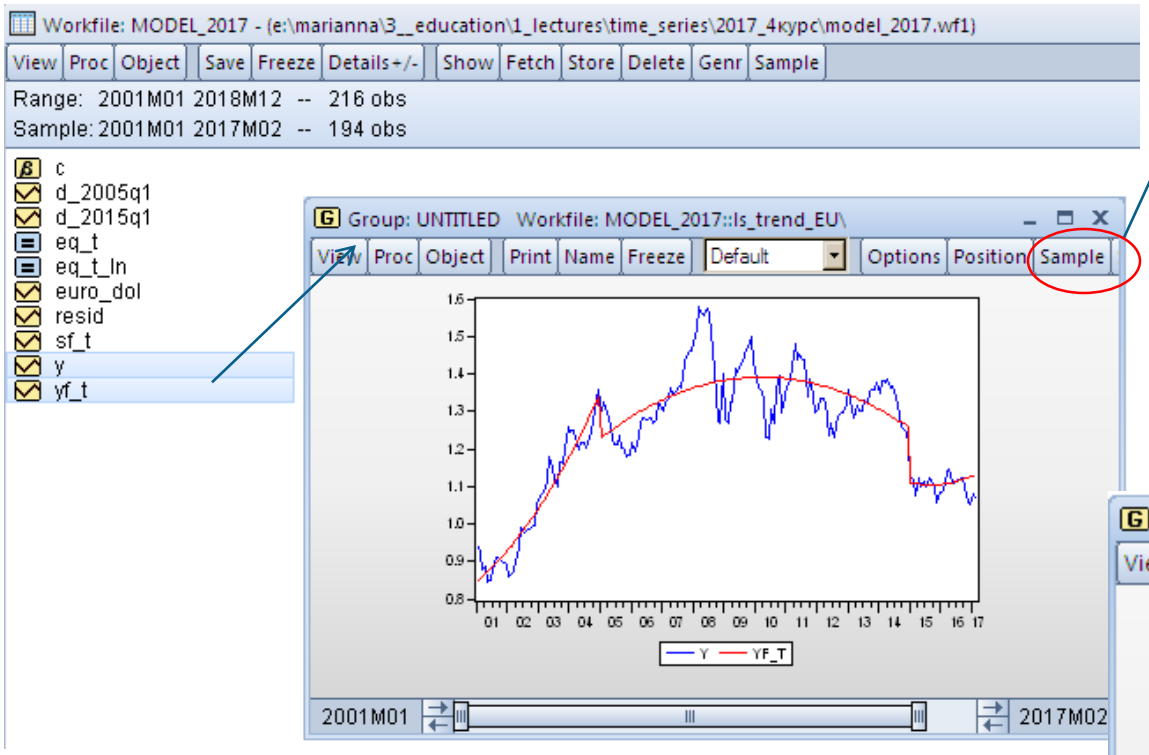
- 1. Адитивний та мультиплікативний розклади
- 2. Індивідуальне завдання, аналіз даних
- 3. Моделювання детермінованого тренду
- 4. Прогнозування, міри точності
- 5. Методи виділення сезонності
- Пакет EViews

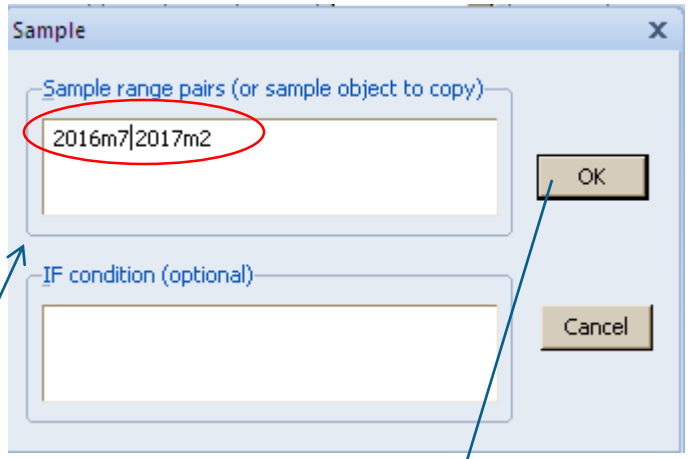
page – ls_trend : прогнозування

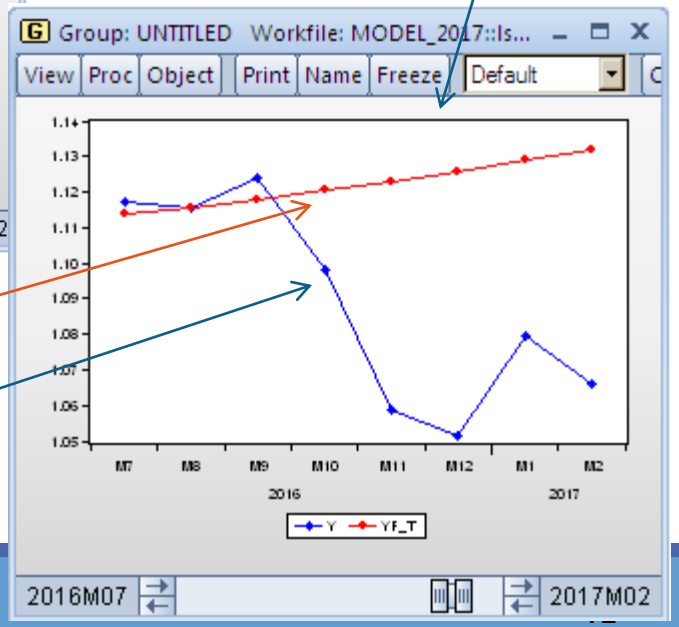




page – ls_trend : прогнозування



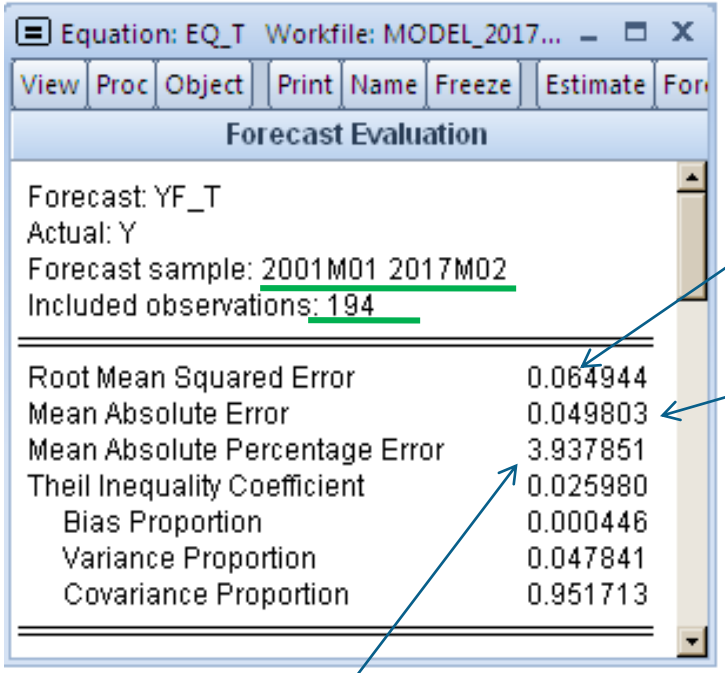




прогнозовані значення

фактичні дані

page – ls_trend : прогнозування



середньоквадратична похибка прогнозу

$$\text{MSE} = \text{Mean Squared Error} = \frac{1}{n}\sum_{t=T+1}^{T+n}(y_t - \hat{y}_t)^2 ;$$

корінь з середньоквадратичної похибки прогнозу

$$\text{RMSE} = \text{Root Mean Squared Error} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{t=T+1}^{T+n}(y_t - \hat{y}_t)^2}$$

$$\text{MAE} = \text{Mean Absolute Error} = \frac{1}{n}\sum_{t=T+1}^{T+n}|y_t - \hat{y}_t|$$

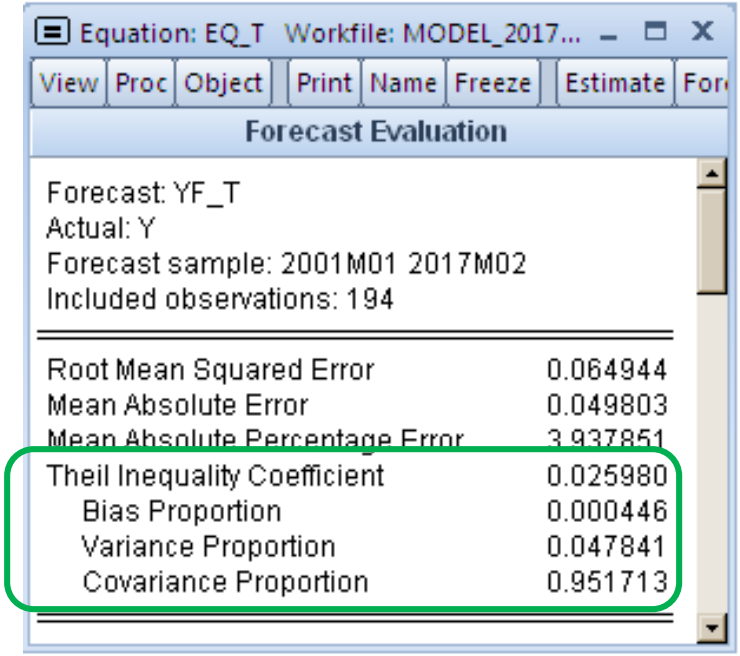
корінь із середньоквадратичної похибки у відсотках від фактичних значень

$$RMSPE = 100 * \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{t=T+1}^{T+n}\left(\frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t}\right)^2}$$

середня абсолютна похибка прогнозу у відсотках від фактичних значень

$$\text{MAPE} = \text{Mean Absolute Percetage Error} = 100 * \frac{1}{n}\sum_{t=T+1}^{T+n}\frac{|y_t - \hat{y}_t|}{y_t}$$

page – ls_trend : прогнозування



коефіцієнт нерівності Тейла

нуль означає ідеальність прогнозу.

$$\text{Theil Inequality Coefficient} = \frac{\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{t=T+1}^{T+n}(\hat{y}_t - y_t)^2}}{\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{t=T+1}^{T+n}\hat{y}_t^2} + \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{t=T+1}^{T+n}y_t^2}}$$

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{t=T+1}^{T+n}(\hat{y}_t - y_t)^2 =$$

$$= \left(\frac{1}{n}\sum_{t=T+1}^{T+n}\hat{y}_t - \overline{y}\right)^2 + (s_{\hat{y}} - s_y)^2 + 2(1 - r_{\hat{y}y})\, s_{\hat{y}} s_y$$

частка зміщення

$$\text{Bias Proportion} = \frac{\left(\frac{1}{n}\sum \hat{y}_t - \overline{y}\right)^2}{\frac{1}{n}\sum(\hat{y}_t - y_t)^2},$$

частка дисперсії

$$\text{Variance Proportion} = \frac{(s_{\hat{y}} - s_y)^2}{\frac{1}{n}\sum(\hat{y}_t - y_t)^2},$$

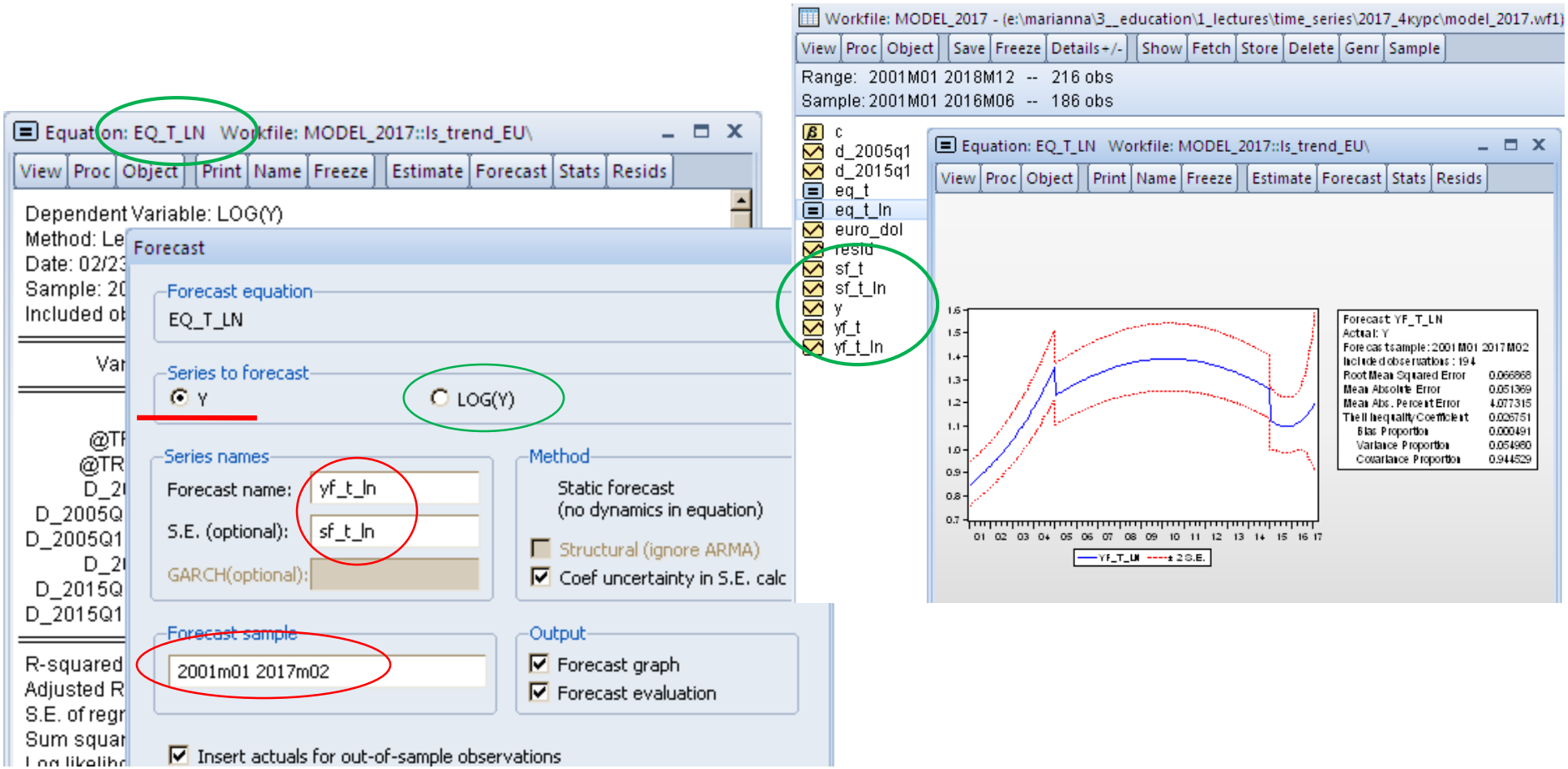
частка коваріації

$$\text{Convariance Proportion} = \frac{2(1 - r_{\hat{y}y})s_{\hat{y}s_y}}{\frac{1}{n}\sum(\hat{y}_t - y_t)^2}.$$

Частка зміщення характеризує наскільки середнє значення прогнозу відрізняється від фактичного середнього ряду. Частка дисперсії визначає наскільки відрізняється дисперсія прогнозу від фактичної дисперсії ряду. Частка коваріації вимірює несистематичні залишкові похибки прогнозування. Зауважимо, що сума часток зміщення, дисперсії і коваріації дорівнює одиниці.

Для хорошого прогнозу частки зміщення та дисперсії повинні бути невеликими, а більша частина відхилення повинна бути зосереджена в частці коваріації. Якщо великою є частка зміщення, то це вказує на те, що середнє прогнозу погано відображає середнє залежної змінної. Якщо великою є частка дисперсії, то це вказує на те, що амплітуда зміни прогнозованих значень погано відображає амплітуду коливань залежної змінної.

page – ls_trend : прогнозування



page – ls_trend : прогнозування

межі інтервальних прогнозів на усій вибірці

1) для yf_t:

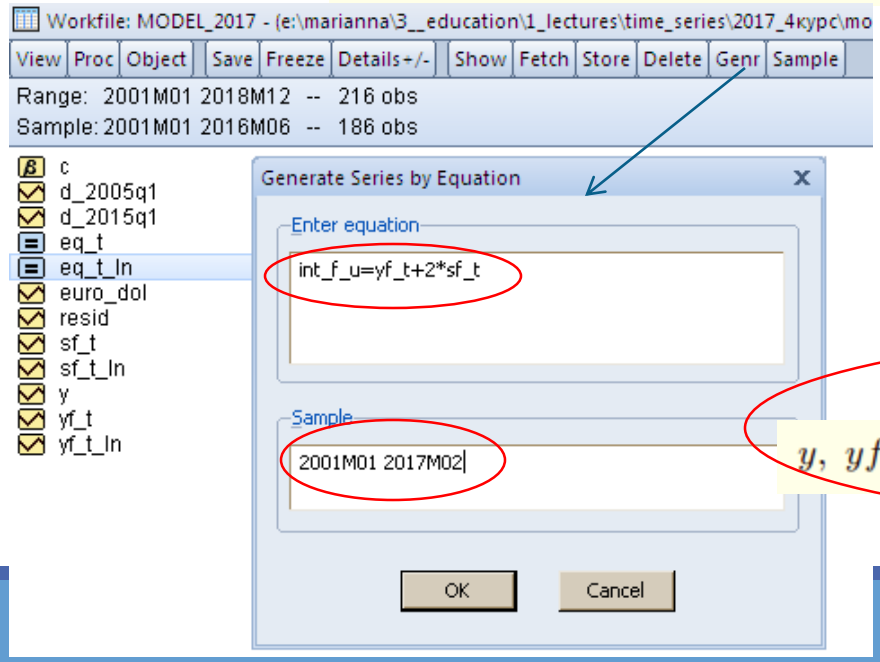
$$int_f_u = yf_t + 2 * sf_t,$$

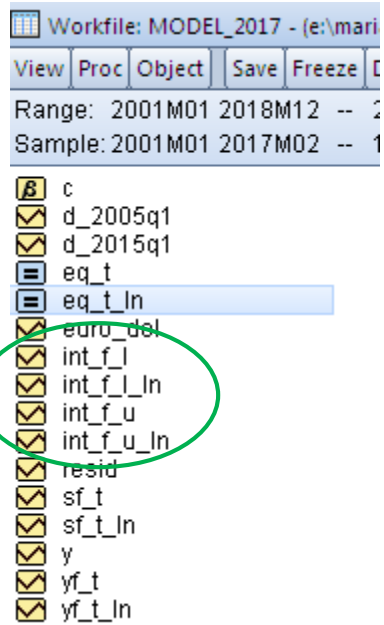
$$int_f_l = yf_t - 2 * sf_t,$$

2) для y_f_log:

$$int_f_u_ln = yf_t_ln + 2 * sf_t_ln,$$

$$int_f_l_ln = yf_t_ln - 2 * sf_t_ln.$$





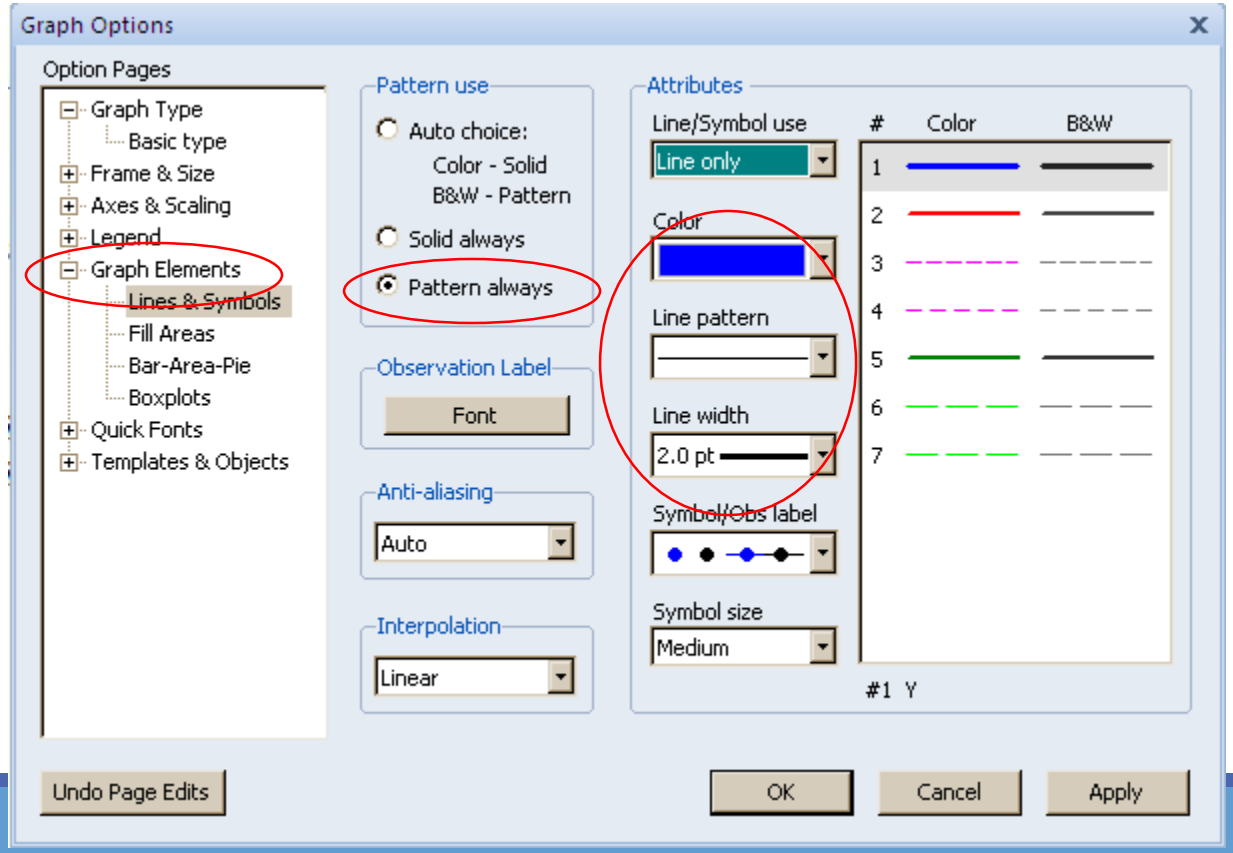
group_yf_t)

$y,\ yf_t,\ int_f_u,\ int_f_l,\ yf_t_ln,\ int_f_u_ln,\ int_f_l_ln$

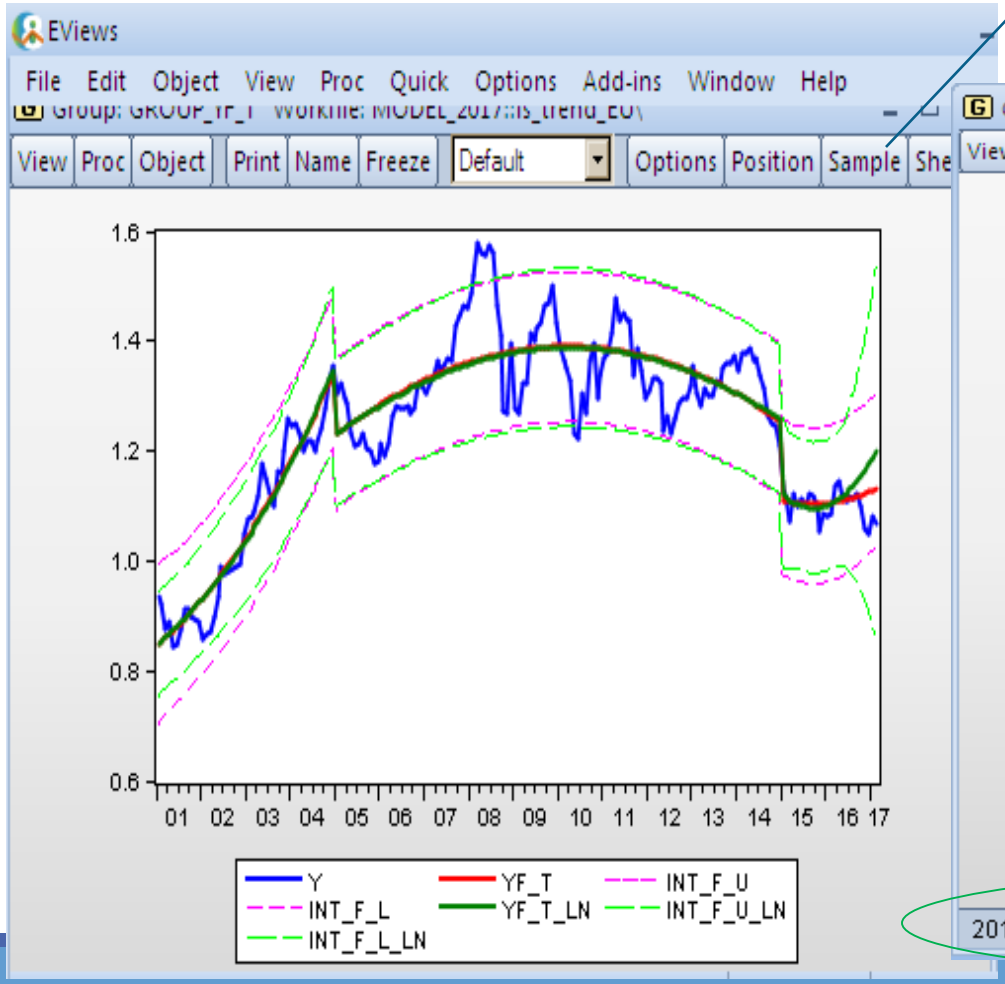
page – ls_trend : прогнозування

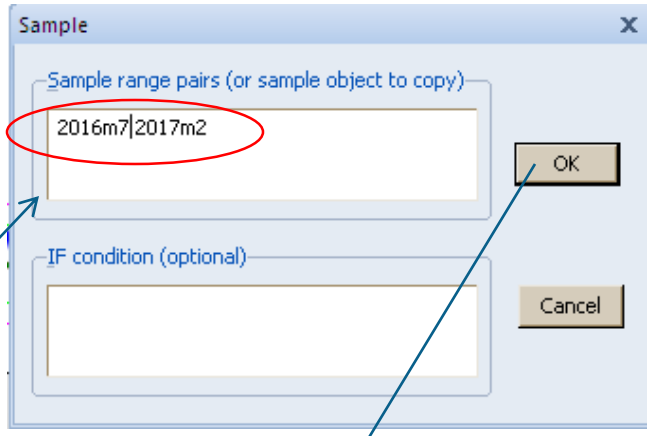
group_yf_t)

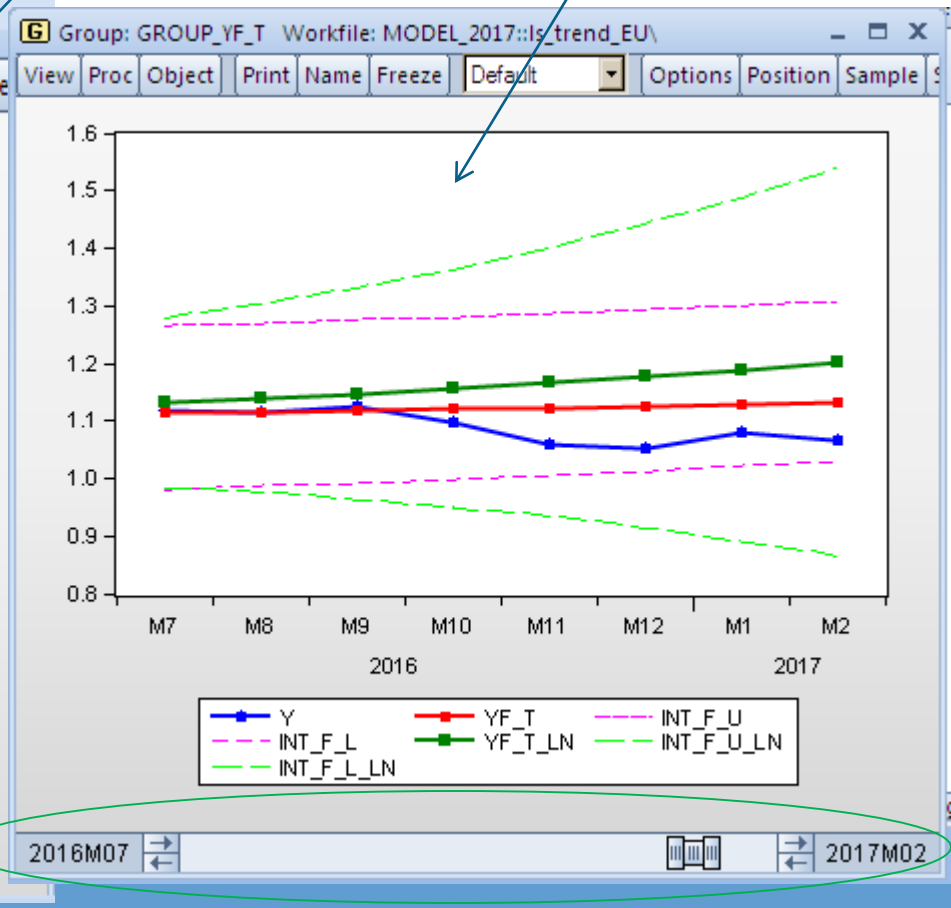
$y,\ yf_t,\ int_f_u,\ int_f_l,\ yf_t_ln,\ int_f_u_ln,\ int_f_l_ln$



page – ls_trend : group_yf_t





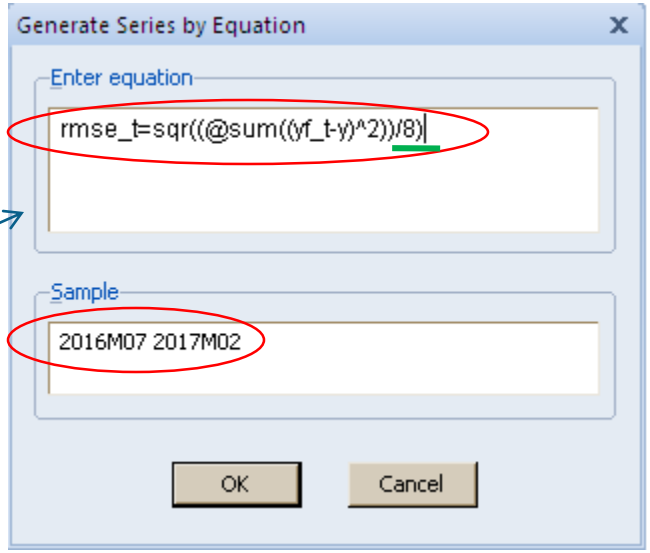


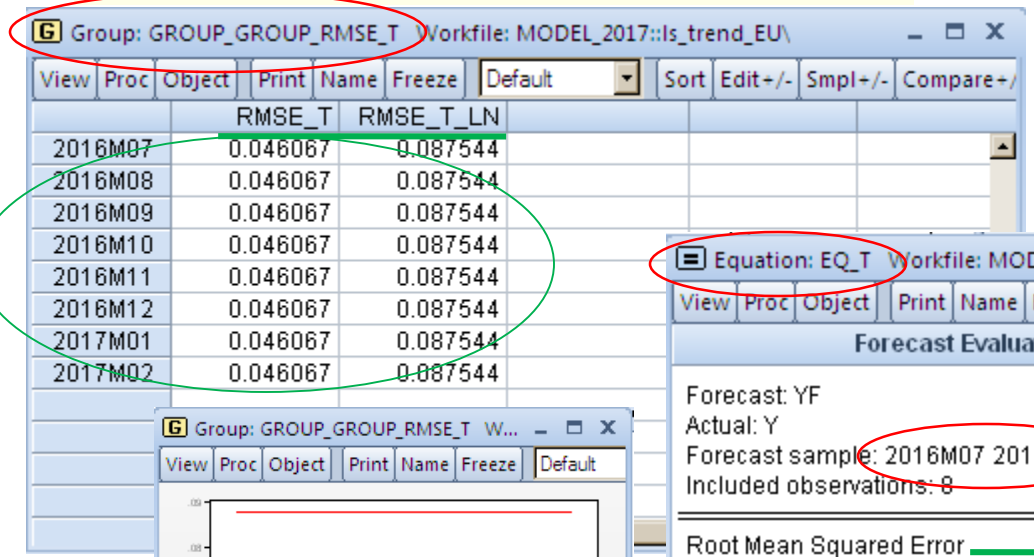
page – ls_trend : похибки прогнозів

$n = 4$ – для квартальних даних і $n = 6$ – для місячних даних.

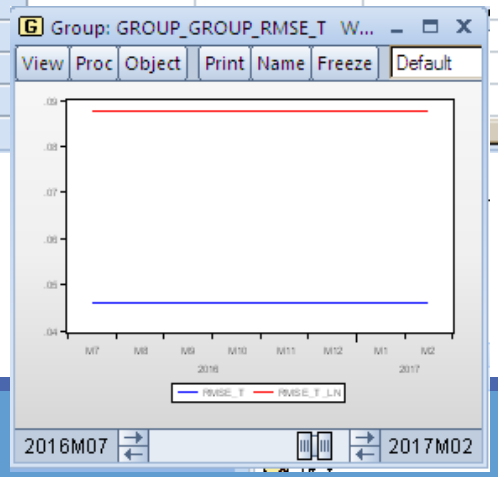
$$rmse_t = sqr((@sum((yf_t - y)^2))/n)$$

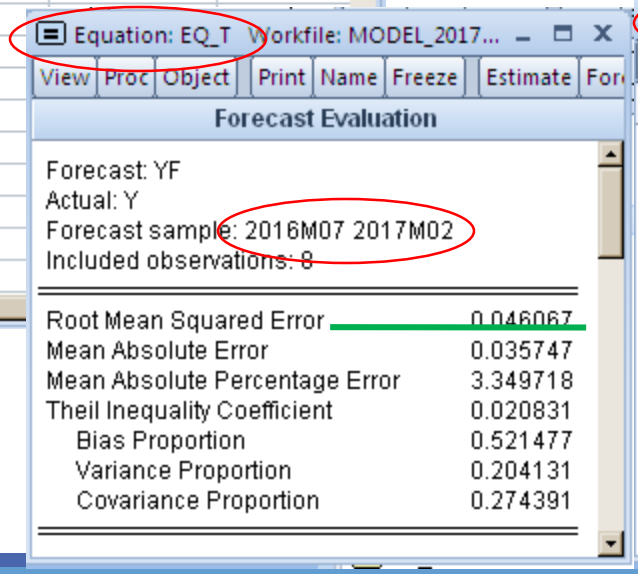
$$rmse_t_ln = sqr((@sum((yf_t_ln - y)^2))/n)$$

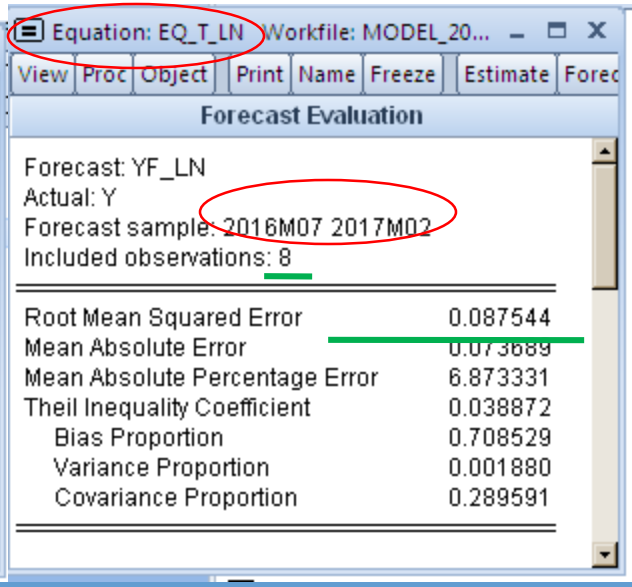




	RMSE_T	RMSE_T_LN
2016M07	0.046067	0.087544
2016M08	0.046067	0.087544
2016M09	0.046067	0.087544
2016M10	0.046067	0.087544
2016M11	0.046067	0.087544
2016M12	0.046067	0.087544
2017M01	0.046067	0.087544
2017M02	0.046067	0.087544







Дякую за увагу!
Успіхів у моделюванні !