Економетрика

ЛЕКЦІЯ 7. МОДЕЛЬ ЛІНІЙНОЇ РЕГРЕСІЇ З АВТОКОРЕЛЬОВАНИМИ ЗБУРЕННЯМИ

Д.Е.Н., ПРОФЕСОР СТАВИЦЬКИЙ А.В.

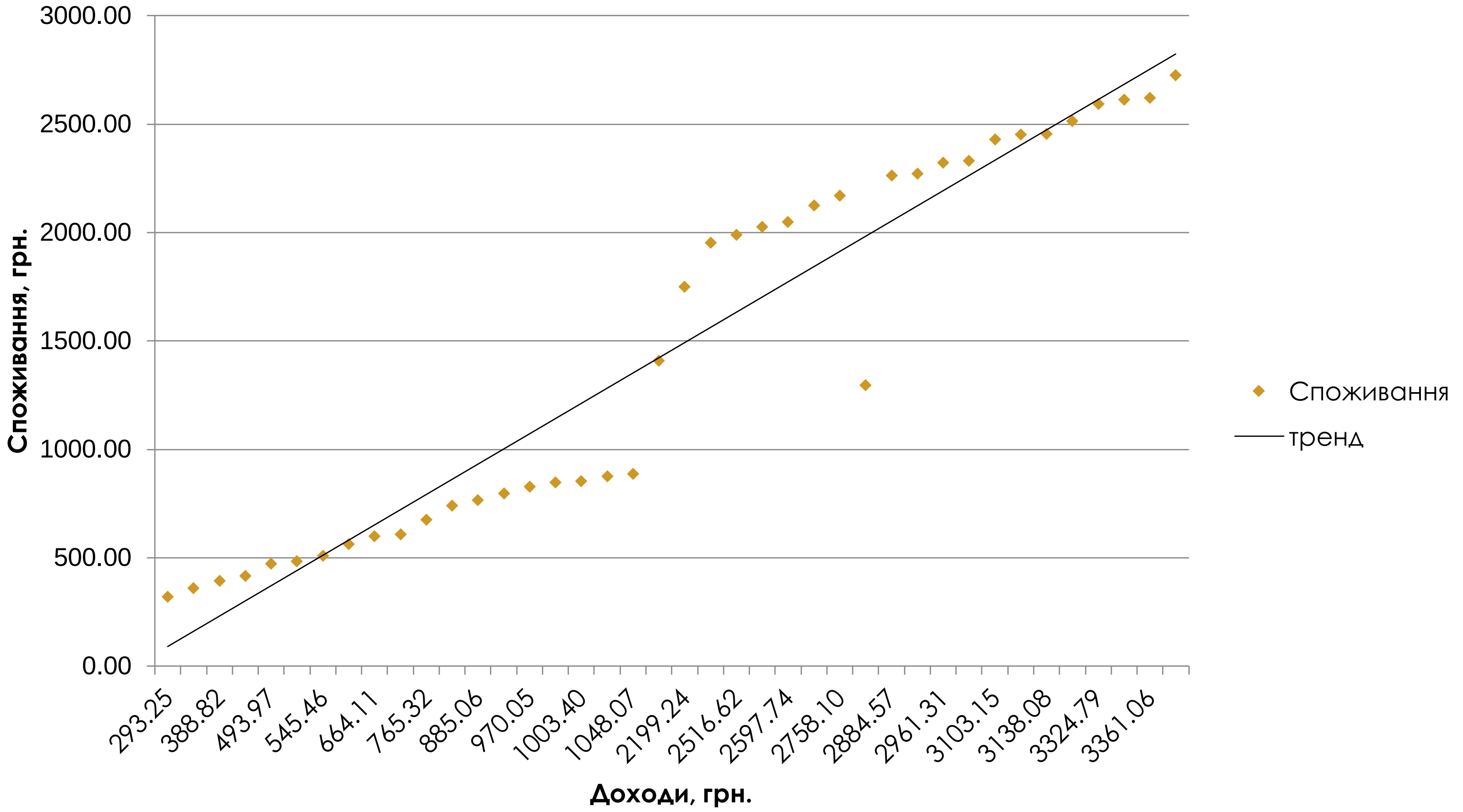
Модель

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \ldots + \beta_{k-1} x_{k-1t} + \varepsilon_t, t = \overline{1,n}$$

Припущення щодо збурень

- Нульове середнє: $M\varepsilon_t = 0, t = \overline{1,n}$
- Рівність дисперсій (гомоскедастичність): $D\varepsilon_t = M\varepsilon_t^2 = \sigma^2 = const, t = \overline{1,n}$
- Незалежність збурень: $\operatorname{cov}(\varepsilon_t, \varepsilon_\tau) = M\varepsilon_t\varepsilon_\tau = 0, t \neq \tau$
- Незалежність збурень та регресорів: $\operatorname{cov}(\varepsilon_t, x_{jt}) = 0, \forall t, j$
- Нормальність збурень: $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2)\ \forall t$

Споживання в залежності від доходів



Причини автокореляції

- Наявність ознаки для групування даних.
- Наявність лагових значень змінних.
- Помилки специфікації моделі, коли помилково включаються чи навпаки виключаються певні змінні, а тому їх вплив перманентно вноситься до збурень.
- Неточність або явна взаємозалежність початкових даних, наприклад, при аналізі ВВП країни та грошової маси.

Наслідки автокорельованості збурень на оцінки методу найменших квадратів

- Оцінки МНК будуть **незміщеними**, але **не будуть ефективними** (не матимуть найменшої дисперсії).
- Стандартні оцінки коваріаційної матриці оцінки МНК будуть зміщеними, і, як наслідок, **процедури перевірки гіпотез** та інтервального оцінювання, основані на стандартних статистиках, **будуть некоректними**.

Модель з автокорельованими збуреннями

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \ldots + \beta_{k-1} x_{k-1t} + v_t, t = \overline{1,n}$$

- Нульове середнє: $Mv_t = 0, t = \overline{1,n}$
- Рівність дисперсій (гомоскедастичність): $D\varepsilon_t = M\varepsilon_t^2 = \sigma^2 = const, t = \overline{1,n}$
- Залежність збурень між собою: $\mathrm{cov}(v_t, v_\tau) = Mv_t v_\tau \neq 0, \forall t, \tau$
- Незалежність збурень та регресорів: $\mathrm{cov}(v_t, x_{jt}) = 0, \forall t, j$
- Нормальність збурень: $v_t \sim N(0, \sigma^2)\ \forall t$

Коваріаційна матриця

$$\operatorname{cov}(\vec{v}\cdot\vec{v}^{T}) = M(\vec{v}\cdot\vec{v}^{T}) =$$

$$= \begin{pmatrix} \sigma^2 & \operatorname{cov}(v_1, v_2) & \cdots & \operatorname{cov}(v_1, v_n) \\ \operatorname{cov}(v_2, v_1) & \sigma^2 & \cdots & \operatorname{cov}(v_2, v_n) \\ \ldots & \ldots. & .. & \ldots. \\ \operatorname{cov}(v_n, v_1) & \operatorname{cov}(v_n, v_2) & \cdots & \sigma^2 \end{pmatrix} = \sigma^2\Sigma$$

Узагальнений метод найменших квадратів у випадку відомої кореляційної матриці

$$y = X\beta + v$$ 

- Припустимо, що матриця Σ відома. Оскільки вона додатньо визначена, то для неї існує матриця $\Sigma^{-1/2}$

$$\Sigma^{-\frac{1}{2}} y = y^*$$
$$\Sigma^{-\frac{1}{2}} X = X^*$$
$$\Sigma^{-\frac{1}{2}} v = \varepsilon$$

$$y^* = X^*\beta + \varepsilon$$ 

Оцінкою узагальненого МНК коефіцієнтів моделі ( ) називається оцінка звичайного МНК, знайдена за моделлю ( ).

$$M\varepsilon = M\Sigma^{-\frac{1}{2}} v = \Sigma^{-\frac{1}{2}} Mv = 0$$

$$D\varepsilon = M\varepsilon\varepsilon^T = M\Sigma^{-\frac{1}{2}} vv^T \Sigma^{-\frac{1}{2}} = \Sigma^{-\frac{1}{2}}(Mvv^T)\Sigma^{-\frac{1}{2}} = \Sigma^{-\frac{1}{2}} Dv \Sigma^{-\frac{1}{2}} = \Sigma^{-\frac{1}{2}}\sigma^2\Sigma\Sigma^{-\frac{1}{2}} = \sigma^2 E_n$$

Але

- На практиці у більшості випадків матриця Σ є невідомою.
- Якщо не робити ніяких додаткових припущень щодо структури матриці Σ, то її оцінити неможливо, оскільки при наявності n спостережень ця матриця містить $\boxed{\frac{n^2-n}{2}}$ невідомих параметрів.
- Найчастіше розглядаються моделі, зі збуреннями, підпорядкованими процесу авторегресії першого порядку.

Процес авторегресії першого порядку

- Нехай задана стаціонарна послідовність випадкових величин

$$v_t = \rho v_{t-1} + \varepsilon_t, t = \overline{1, n}$$

$$M\varepsilon_t = 0, t = \overline{1, n}$$

$$D\varepsilon_t = M\varepsilon_t^2 = \sigma^2 = const, t = \overline{1, n}$$

$$\operatorname{cov}(\varepsilon_t, \varepsilon_\tau) = M\varepsilon_t\varepsilon_\tau = 0, t \neq \tau$$

$$M\nu_t = 0 \,\forall t,$$

$$D\nu_t = const \,\forall t,$$

$$\operatorname{cov}(\nu_t, \nu_{t-k}) = \operatorname{cov}(\nu_t, \nu_{t+m-k}), \forall m, k$$

Характеристики AR(1)

$$Dv_t = Mv_t^2 = M(\rho v_{t-1} + \varepsilon_t)^2 = \rho^2 M v_{t-1}^2 + 2\rho M v_{t-1}\varepsilon_t + M\varepsilon_t^2 = \rho^2 Dv_t + \sigma^2$$

$$Dv_t = \frac{\sigma^2}{1-\rho^2}$$

$$\operatorname{cov}(v_t, v_{t-1}) = Mv_t v_{t-1} = M(\rho v_{t-1} + \varepsilon_t) v_{t-1} = \rho M v_{t-1}^2 + M v_{t-1}\varepsilon_t = \rho D v_t = \rho \frac{\sigma^2}{1-\rho^2}$$

$$\operatorname{cov}(v_t, v_{t-k}) = Mv_t v_{t-k} = M(\rho v_{t-1} + \varepsilon_t) v_{t-k} =$$
$$= \rho M v_{t-1} v_{t-k} + M v_{t-1}\varepsilon_t = \rho M v_t v_{t-(k-1)} = \rho \operatorname{cov}(v_t, v_{t-(k-1)}),$$

$$\operatorname{cov}(v_t, v_{t-k}) = \rho \operatorname{cov}(v_t, v_{t-(k-1)}) = \rho^2 \operatorname{cov}(v_t, v_{t-(k-2)}) = \cdots = \rho^{k-1} \operatorname{cov}(v_t, v_{t-1}) =$$
$$= \rho^k D v_t = \rho^k \frac{\sigma^2}{1-\rho^2}.$$

- Дисперсія та коваріації процесу авторегресії першого порядку визначаються лише двома параметрами – ρ та σ^2.

Узагальнений метод найменших квадратів у випадку AR(1)-збурень

$$\sigma^2\Sigma = \sigma^2 \frac{1}{1-\rho^2}\begin{pmatrix} 1 & \rho & \rho^2 & \cdot & \cdot & \rho^{n-1} \\ \rho & 1 & \rho & \cdot & \cdot & \rho^{n-2} \\ \rho^2 & \rho & 1 & \cdot & \cdot & \rho^{n-3} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \rho^{n-1} & \rho^{n-2} & \rho^{n-3} & \cdot & \cdot & 1 \end{pmatrix}$$

- Якщо у вихідній моделі є постійний доданок, то перетворена модель не матиме константи. Замість неї з'явиться змінна x_0, значення якої дорівнюють

$$\Sigma^{-\frac{1}{2}} y = y^* \qquad y_1^* = \sqrt{1-\rho^2}\, y_1$$

$$y_t^* = y_t - \rho y_{t-1}, 2 \le t \le n$$

$$x_{01}^* = \sqrt{1-\rho^2}$$

$$x_{0t}^* = 1-\rho, 2 \le t \le n$$

$$\Sigma^{-\frac{1}{2}} X = X^* \qquad x_{j1}^* = \sqrt{1-\rho^2}\, x_{j1}$$

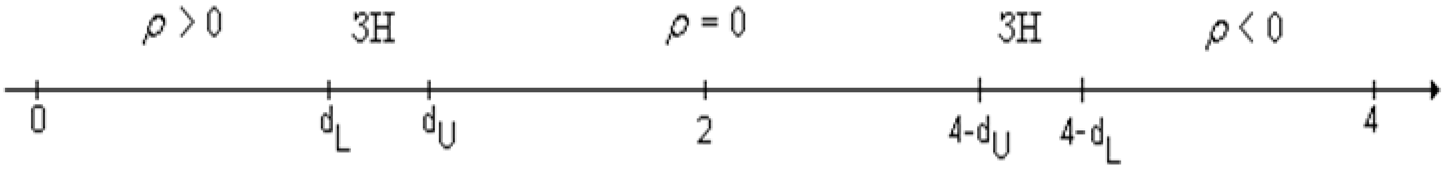
$$x_{jt}^* = x_{jt} - \rho x_{j,t-1}, 2 \le t \le n, j = \overline{1,k-1}$$

Виявлення автокореляції: тест Дарбіна-Уотсона

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : v_t = \rho v_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$d = \frac{\sum_{t=2}^{n} (\hat{v}_t - \hat{v}_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^{n} \hat{v}_t^2}$$



Durbin–Watson test statistic d : 5% significance points of d_L and d_U .

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	1.10	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	0.90	1.71	0.78	1.90	0.67	2.10
18	1.16	1.39	1.05	1.53	0.93	1.69	0.82	1.87	0.71	2.06
19	1.18	1.40	1.08	1.53	0.97	1.68	0.86	1.85	0.75	2.02
20	1.20	1.41	1.10	1.54	1.00	1.68	0.90	1.83	0.79	1.99
21	1.22	1.42	1.13	1.54	1.03	1.67	0.93	1.81	0.83	1.96
22	1.24	1.43	1.15	1.54	1.05	1.66	0.96	1.80	0.86	1.94
23	1.26	1.44	1.17	1.54	1.08	1.66	0.99	1.79	0.90	1.92
24	1.27	1.45	1.19	1.55	1.10	1.66	1.01	1.78	0.93	1.90
25	1.29	1.45	1.21	1.55	1.12	1.66	1.04	1.77	0.95	1.89
26	1.30	1.46	1.22	1.55	1.14	1.65	1.06	1.76	0.98	1.88
27	1.32	1.47	1.24	1.56	1.16	1.65	1.08	1.76	1.01	1.86
28	1.33	1.48	1.26	1.56	1.18	1.65	1.10	1.75	1.03	1.85
29	1.34	1.48	1.27	1.56	1.20	1.65	1.12	1.74	1.05	1.84
30	1.35	1.49	1.28	1.57	1.21	1.65	1.14	1.74	1.07	1.83
31	1.36	1.50	1.30	1.57	1.23	1.65	1.16	1.74	1.09	1.83
32	1.37	1.50	1.31	1.57	1.24	1.65	1.18	1.73	1.11	1.82
33	1.38	1.51	1.32	1.58	1.26	1.65	1.19	1.73	1.13	1.81
34	1.39	1.51	1.33	1.58	1.27	1.65	1.21	1.73	1.15	1.81
35	1.40	1.52	1.34	1.58	1.28	1.65	1.22	1.73	1.16	1.80
36	1.41	1.52	1.35	1.59	1.29	1.65	1.24	1.73	1.18	1.80
37	1.42	1.53	1.36	1.59	1.31	1.66	1.25	1.72	1.19	1.80
38	1.43	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	1.60	1.33	1.66	1.27	1.72	1.22	1.79
40	1.44	1.54	1.39	1.60	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	1.50	1.59	1.46	1.63	1.42	1.67	1.38	1.72	1.34	1.77
55	1.53	1.60	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	1.50	1.70	1.47	1.73	1.44	1.77
70	1.58	1.64	1.55	1.67	1.52	1.70	1.49	1.74	1.46	1.77
75	1.60	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	1.60	1.70	1.57	1.72	1.55	1.75	1.52	1.77
90	1.63	1.68	1.61	1.70	1.59	1.73	1.57	1.75	1.54	1.78
95	1.64	1.69	1.62	1.71	1.60	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

n = number of observations
k' = number of explanatory variables

Недоліки тесту Дарбіна-Уотсона

- Тест не можна використовувати, якщо серед регресорів фігурують лагові значення залежної змінної.
- Наявність інтервалів невизначеності.
- Альтернативною гіпотезою до H_0 є те, що збурення генеруються процесом AR(1), що знижує потужність критерію при інших схемах утворення автокореляції.

Приклад

- Статистика Дарбіна-Уотсона дорівнює d=0,75. Табличні значення для рівня надійності 0,95 та k-1=3 важливих факторів дорівнюють d_L =1,26 та d_U=1,65.
- Таким чином, у моделі присутня додатна автокореляція.

Equation: EQ01 Workfile: CHICKEN::Chicken\

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

Dependent Variable: Y
Method: Least Squares
Date: 10/23/13 Time: 16:44
Sample: 1 33
Included observations: 33

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	31.40959	1.376227	22.82297	0.0000
YD	0.001839	0.000405	4.538711	0.0001
PB	0.247457	0.070428	3.513599	0.0015
PC	-0.819809	0.089305	-9.179902	0.0000

R-squared	0.963632	Mean dependent var	35.87879
Adjusted R-squared	0.959870	S.D. dependent var	9.927763
S.E. of regression	1.988782	Akaike info criterion	4.326134
Sum squared resid	114.7024	Schwarz criterion	4.507529
Log likelihood	-67.38122	Hannan-Quinn criter.	4.387168
F-statistic	256.1347	Durbin-Watson stat	0.753680
Prob(F-statistic)	0.000000		

Виявлення автокореляції: тест Бройша-Годфрея

$$Y = X\beta + v$$

$$\hat{v}_t = X\delta + \gamma_1 \hat{v}_{t-1} + \gamma_2 \hat{v}_{t-2} + \ldots + \gamma_p \hat{v}_{t-p} + \varepsilon_t$$

$$H_0 : \gamma_1 = \gamma_2 = \ldots = \gamma_p = 0$$

$$\chi^2_{pr} = nR^2 \sim \chi^2 (1-\alpha; p)$$

- Недолік: суб'єктивній вибір р

Equation: EQ01 Workfile: CHICKEN::Chicken\

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

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	9.910265	Prob. F(2,27)	0.0006
Obs*R-squared	13.96989	Prob. Chi-Square(2)	0.0009

Test Equation:
Dependent Variable: RESID
Method: Least Squares
Date: 10/23/13 Time: 16:58
Sample: 1 33
Included observations: 33
Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.192533	1.113645	0.172886	0.8640
YD	0.000432	0.000341	1.268110	0.2156
PB	-0.081561	0.060769	-1.342142	0.1907
PC	0.049229	0.071176	0.691647	0.4951
RESID(-1)	0.618688	0.190581	3.246323	0.0031
RESID(-2)	0.102176	0.205227	0.497867	0.6226

R-squared	0.423330	Mean dependent var	4.36E-15
Adjusted R-squared	0.316539	S.D. dependent var	1.893264
S.E. of regression	1.565193	Akaike info criterion	3.896862
Sum squared resid	66.14542	Schwarz criterion	4.168954
Log likelihood	-58.29822	Hannan-Quinn criter.	3.988412
F-statistic	3.964106	Durbin-Watson stat	2.048752
Prob(F-statistic)	0.007970		

Оцінювання у випадку невідомої кореляційної матриці збурень

- **Вибірковий коефіцієнт кореляції залишків методу найменших квадратів**

$$\hat{\rho} = \frac{\sum_{t=2}^{n} \hat{v}_t \hat{v}_{t-1}}{\sum_{t=1}^{n} \hat{v}_t^2}$$

- **Оцінка Дарбіна-Уотсона**

$$\hat{\rho} = 1 - \frac{d}{2}$$

- **Метод Дарбіна**

$$y_t = \beta_1 (1 - \rho) + \rho y_{t-1} + \beta_2 x_{t,2} - \rho \beta_2 x_{t-1,2} + \ldots + \beta_{k-1} x_{t,k-1} - \rho \beta_{k-1} x_{t,k-1} + v_t$$

- **Метод Хілдрета-Лу.** У цьому методі обчислюється модель при всіх ρ з інтервалу від -1 до 1 з кроком 0.01. Вибирається те значення, при якому сума квадратів відхилень в узагальненому методі найменших квадратів мінімальна.

Приклад – 1

- На базі даних по грошовій масі М2 та ВВП України побудувати модель

$$\ln M_t = \beta_0 + \beta_1 \ln Y_t + v_t$$

та перевірити залишки на наявність автокореляції.

- Оцінюємо модель $\ln M_t = -0,027 + 0,906 \ln Y_t$
- Знаходимо вектор залишків $\hat{v}_t = \ln M_t + 0,027 - 0,906 \ln Y_t$
- Розраховуємо статистику Дарбіна-Уотсона:

$$d = \frac{\sum_{t=2}^{n} (\hat{v}_t - \hat{v}_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^{n} \hat{v}_t^2} = \frac{0,747}{1,101} = 0,678$$

- Це значення менше за критичні значення статистики Дарбіна-Уотсона d_l=1,33 та d_u=1,48, тому робимо висновок про наявність додатної автокореляції.
- Оцінимо коефіцієнт кореляції: $\hat{\rho} = 1 - \frac{d}{2} = 0,661$

Квартали	Грошова маса М2, млн.грн., M	ВВП, млн. грн., Y	lnM	lnY
1993/Q1	47	53	3,85	3,97
1993/Q2	79	128	4,37	4,85
1993/Q3	260	470	5,56	6,15
1993/Q4	386	831	5,96	6,72
1994/Q1	574	1478	6,35	7,30
1994/Q2	927	1982	6,83	7,59
1994/Q3	1596	2979	7,38	8,00
1994/Q4	2163	5597	7,68	8,63
1995/Q1	2681	8318	7,89	9,03
1995/Q2	3845	10694	8,25	9,28
1995/Q3	4645	16102	8,44	9,69
1995/Q4	5269	19402	8,57	9,87
1996/Q1	5562	16688	8,62	9,72
1996/Q2	6077	17867	8,71	9,79
1996/Q3	6220	22510	8,74	10,02
1996/Q4	7306	24454	8,90	10,10
1997/Q1	8040	18728	8,99	9,84
1997/Q2	9279	20485	9,14	9,93
1997/Q3	10464	26076	9,26	10,17
1997/Q4	10775	28076	9,28	10,24
1998/Q1	10973	20983	9,30	9,95
1998/Q2	11269	23440	9,33	10,06
1998/Q3	10873	29516	9,29	10,29
1998/Q4	12175	29930	9,41	10,31
1999/Q1	11976	25157	9,39	10,13
1999/Q2	14242	30110	9,56	10,31
1999/Q3	15360	37057	9,64	10,52
1999/Q4	16820	34802	9,73	10,46

Приклад – 2

$$\ln M_1^* = \sqrt{1-\rho^2}\ln M_1,$$
$$\ln M_t^* = \ln M_t - \rho \ln M_{t-1}, 2 \le t \le 28.$$

$$\ln Y_1^* = \sqrt{1-\rho^2}\ln Y_1,$$
$$\ln Y_t^* = \ln Y_t - \rho \ln Y_{t-1}, 2 \le t \le 28.$$

$$C_1^* = \sqrt{1-\rho^2},$$
$$C_t^* = 1-\rho, 2 \le t \le 28.$$

$$\ln M_t^* = 0{,}376 C_t^* + 0{,}864 \ln Y_t^*$$

$$\ln M_t = -0{,}027 + 0{,}906 \ln Y_t$$

Квартали	lnM*	C*	lnY*
1993/Q1	2,89	0,75	2,98
1993/Q2	1,82	0,34	2,23
1993/Q3	2,67	0,34	2,95
1993/Q4	2,28	0,34	2,66
1994/Q1	2,42	0,34	2,86
1994/Q2	2,63	0,34	2,77
1994/Q3	2,86	0,34	2,98
1994/Q4	2,81	0,34	3,34
1995/Q1	2,82	0,34	3,32
1995/Q2	3,04	0,34	3,31
1995/Q3	2,99	0,34	3,56
1995/Q4	2,99	0,34	3,47
1996/Q1	2,96	0,34	3,20
1996/Q2	3,01	0,34	3,37
1996/Q3	2,98	0,34	3,55
1996/Q4	3,12	0,34	3,48
1997/Q1	3,11	0,34	3,16
1997/Q2	3,19	0,34	3,43
1997/Q3	3,22	0,34	3,61
1997/Q4	3,17	0,34	3,52
1998/Q1	3,17	0,34	3,18
1998/Q2	3,18	0,34	3,49
1998/Q3	3,13	0,34	3,64
1998/Q4	3,26	0,34	3,50
1999/Q1	3,17	0,34	3,32
1999/Q2	3,36	0,34	3,62
1999/Q3	3,32	0,34	3,70
1999/Q4	3,36	0,34	3,50

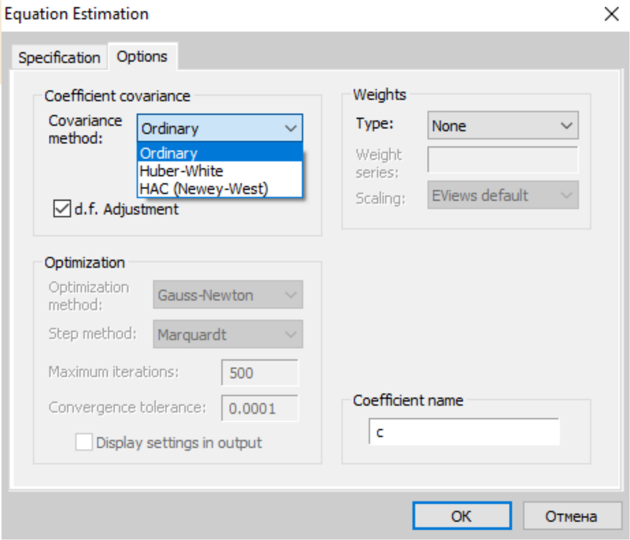
МНК у формі Нев'є-Веста

- Для оцінювання моделей з автокорельованими збуреннями можна використати звичайний метод найменших квадратів з оцінкою коваріаційної матриці:

$$D\hat{\beta} = \left(X^T X\right)^{-1} X^T \Omega X \left(X^T X\right)^{-1} + \frac{1}{T}\sum_{j=1}^{L}\sum_{t=j-1}^{T} W_j \hat{v}_t \hat{v}_{t-j}\left(x_t x_{t-j}^T + x_{t-j} x_t^T\right),$$

- $\hat{v}_t, t = \overline{1,T}$ – залишки звичайного методу найменших квадратів,
- Ω - діагональна матриця з *t*-м діагональним елементом, рівним $\hat{v}_t^2$,
- $W_j = 1 - \frac{j}{L+1}$. (L – порядок автокореляції)

Приклад



Equation: EQ01 Workfile: CHICKEN::Chicken\

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

Dependent Variable: Y
Method: Least Squares
Date: 09/23/20 Time: 15:31
Sample: 1 33
Included observations: 33

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
YD	0.001839	0.000405	4.538711	0.0001
PB	0.247457	0.070428	3.513599	0.0015
PC	-0.819809	0.089305	-9.179902	0.0000
C	31.40959	1.376227	22.82297	0.0000

R-squared	0.963632	Mean dependent var	35.87879
Adjusted R-squared	0.959870	S.D. dependent var	9.927763
S.E. of regression	1.988782	Akaike info criterion	4.326134
Sum squared resid	114.7024	Schwarz criterion	4.507529
Log likelihood	-67.38122	Hannan-Quinn criter.	4.387168
F-statistic	256.1347	Durbin-Watson stat	0.753680
Prob(F-statistic)	0.000000		

Equation: EQ01 Workfile: CHICKEN::Chicken\

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

Dependent Variable: Y
Method: Least Squares
Date: 09/23/20 Time: 15:34
Sample: 1 33
Included observations: 33
White heteroskedasticity-consistent standard errors & covariance

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
YD	0.001839	0.000395	4.650683	0.0001
PB	0.247457	0.069939	3.538161	0.0014
PC	-0.819809	0.074524	-11.00067	0.0000
C	31.40959	1.158546	27.11120	0.0000

R-squared	0.963632	Mean dependent var	35.87879
Adjusted R-squared	0.959870	S.D. dependent var	9.927763
S.E. of regression	1.988782	Akaike info criterion	4.326134
Sum squared resid	114.7024	Schwarz criterion	4.507529
Log likelihood	-67.38122	Hannan-Quinn criter.	4.387168
F-statistic	256.1347	Durbin-Watson stat	0.753680
Prob(F-statistic)	0.000000	Wald F-statistic	315.9411
Prob(Wald F-statistic)	0.000000		

Equation: EQ01 Workfile: CHICKEN::Chicken\

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

Dependent Variable: Y
Method: Least Squares
Date: 09/23/20 Time: 15:35
Sample: 1 33
Included observations: 33
HAC standard errors & covariance (Bartlett kernel, Newey-West fixed bandwidth = 4.0000)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
YD	0.001839	0.000475	3.875010	0.0006
PB	0.247457	0.077397	3.197225	0.0033
PC	-0.819809	0.102650	-7.986457	0.0000
C	31.40959	1.773373	17.71178	0.0000

R-squared	0.963632	Mean dependent var	35.87879
Adjusted R-squared	0.959870	S.D. dependent var	9.927763
S.E. of regression	1.988782	Akaike info criterion	4.326134
Sum squared resid	114.7024	Schwarz criterion	4.507529
Log likelihood	-67.38122	Hannan-Quinn criter.	4.387168
F-statistic	256.1347	Durbin-Watson stat	0.753680
Prob(F-statistic)	0.000000	Wald F-statistic	178.8440
Prob(Wald F-statistic)	0.000000		

Питання?