

МАВЗУ. ТЕНГЛАМАЛАР ТИЗИМИ КЎРИНИШИДАГИ ЭКОНОМЕТРИК МОДЕЛ

1. Бир-бирига боғлиқ тенгламалар тизими ва турлари.
2. Эконометрик тенгламалар тизими параметрларини ҳисоблаш услубиёти.

Таянч иборалар: эндоген ўзгарувчи, экзоген ўзгарувчи, боғлиқ бўлмаган тенгламалар, рекурсив тенгламалар тизими, ўзаро боғлиқ тенгламалар тизими, идентификациялаш муаммолари.

1. Бир-бирига боғлиқ тенгламалар тизими ва турлари

Эконометрик тизимларнинг қуйидаги турлари ажратилади.

Боғлиқ бўлмаган тенгламалар тизими, бунда ҳар бир боғлиқ ўзгарувчи $y_i (i=1, \dots, n)$, боғлиқ бўлмаган бир хил тўпلام ўзгарувчилар $x_j (j=1, \dots, m)$ ларнинг функцияси сифатида берилади:

$$\begin{aligned} y_1 &= a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + \dots + a_{1m} x_m + \varepsilon_1 \\ y_2 &= a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + \dots + a_{2m} x_m + \varepsilon_2 \\ &\vdots \\ y_n &= a_{n1} x_1 + a_{n2} x_2 + \dots + a_{nm} x_m + \varepsilon_n \end{aligned} \quad (17.1)$$

Мазкур тизимининг ҳар бир тенгламасини регрессия тенгламаси сифатида мустақил қаралиши мумкин. Унга озод ҳадлар киритилиши мумкин ва регрессия коэффицентлари энг кичик квадратлар (ЭКК) усули ёрдамида топилиши мумкин.

Рекурсив тенгламалар тизими, бунда боғлиқ ўзгарувчилар $y_i (i=1, \dots, n)$, боғлиқ бўлмаган ўзгарувчилар $x_j (j=1, \dots, m)$ ларнинг ва олдин аниқланган боғлиқ ўзгарувчилар y_1, y_2, \dots, y_{i-1} ларнинг функцияси сифатида кўрсатилади:

$$\begin{aligned} y_1 &= a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + \dots + a_{1m} x_m + \varepsilon_1 \\ y_2 &= b_{21} y_1 + a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + \dots + a_{2m} x_m + \varepsilon_2 \\ &\vdots \end{aligned} \quad (17.2)$$

$$y_n = b_{n1} y_1 + b_{n2} y_2 + \dots + b_{nm-1} y_{n-1} + a_{n1} x_1 + a_{n2} x_2 + \dots + a_{nm} x_m + \varepsilon_n$$

Тизимнинг ҳар бир тенгламаси параметрлари, энг кичик квадратлар усули ёрдамида, биринчи тенгламадан бошлаб, кетма кет аниқланади.

Ўзаро боғлиқ тенгламалар тизими, бунда ҳар бир боғлиқ ўзгарувчи y_i ($i=2, \dots, n$) бошқа боғлиқ ўзгарувчилар y_k ($k \neq i$) ва боғлиқ бўлмаган ўзгарувчилар x_j ($j=1, \dots, m$)нинг функцияси сифатида келтирилган:

$$\begin{aligned} y_1 &= b_{12}y_2 + b_{13}y_3 + \dots + b_{1n}y_n + a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1m}x_m + \varepsilon_1 \\ y_2 &= b_{21}y_1 + b_{23}y_3 + \dots + b_{2n}y_n + a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2m}x_m + \varepsilon_2 \\ &\vdots \\ y_n &= b_{n1}y_1 + b_{n2}y_2 + \dots + b_{nn-1}y_{n-1} + a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nm}x_m + \varepsilon_n \end{aligned} \quad (17.3)$$

Бу тизим энг кўп тарқалган бўлиб, бирлашган, бир вақтли тенгламалар тизими номи билан аталади. Уни **таркибий модел шакли** (ТМШ) деб ҳам аташади.

ТМШ ўзгарувчиларнинг баъзи коэффицентлари нолга тенг бўлиши мумкин, бу ҳолат мазкур ўзгарувчиларнинг тенгламада мавжуд бўлмаслигини билдиради. Масалан, нарх ва иш ҳақи динамикаси модели ТМШ кўринишида ёритилиши мумкин:

$$y_1 = b_{12} y_2 + a_{11} x_1 + \varepsilon_1$$

$$y_2 = b_{21} y_1 + a_{22} x_2 + a_{23} x_3 + \varepsilon_2 \quad (17.4)$$

бунда y_1 —иш ҳақи ўзгариши темпи;

y_2 — нархлар ўзгариши темпи;

x_1 — ишсизлар фоизи;

x_2 — доимий капитал ўзгариши темпи;

x_3 — хом ашё импорти нархларининг ўзгариш темпи.

Иккита тенгламадан ташкил топган мазкур тизим иккита боғлиқ, эндоген (y_1 , y_2) ва учта боғлиқ бўлмаган, экзоген (x_1, x_2, x_3) ўзгарувчилардан иборат. Биринчи тенгламада x_2 ва x_3 ўзгарувчилари мавжуд эмас. Бу коэффицентлар $a_{12} = 0$ ва $a_{13} = 0$ эканлигини билдиради.

2. Эконометрик тенгламлар тизими параметрларини ҳисоблаш услубиёти

Эконометрик тенгламлар тизими параметрларини юқорида келтирилган “Энг кичик квадратлар” усули ёрдамида ҳисоблаш мумкин.

Ekonometrik tenglamalar tizimi parametrlarini yukorida keltirilgan “Eng kichik kvadratlar” usuli yordamida xisoblash mumkin.

Ekonometrik tizimlar bo'yicha prognozlash uchun ketma-ket bir nechta bosqichlardan o'tish lozim:

1. Berilgan ma'lumotlar asosida korrelyatsion tahlil o'tkaziladi:
 - a) xususiy korrelyatsiya koeffitsientlar matritsasi hisoblanadi;
 - b) juft korrelyatsiya koeffitsientlari matritsasi hisoblanadi.
2. Korrelyatsion tahlil natijasida tanlangan omillar asosida regressiya tenglamasi tuziladi;
3. Tuzilgan tenglamalar tizimi quyidagi mezonlar bo'yicha baholanadi:
 - a) Fisher mezoni;
 - b) Stuydent mezoni;
 - v) Darbin-Uotson mezoni;
 - g) Ko'plik korrelyatsiya koeffitsienti;
 - d) Determinatsiya koeffitsienti;
 - e) Approksimatsiya xatoligi.
4. Tuzilgan tenglamalar tizimi mezonlar bo'yicha mos kelsa, keyin asosiy

ko'rsatkich tenglama asosida prognoz davri hisoblanadi.

5. Ishlab chiqarish funktsiyasini asosiy xususiyatlarini quyidagilar hisoblaydi:

- a) o'rtacha unumdorlik omillari;
- b) chegaraviy unumdorlik omillari;
- v) resurslar bo'yicha elastiklik koeffitsientlari;
- g) resurslarga talab;
- d) resurslarni almashtirish chegaralari.

Tarkibiy modelni koeffitsientlarini baholashda bir qator usullar qo'llaniladi.

Aniq identifikatsiyalanadigan tarkibiy modelda qo'llanadigan **bilvosita eng kichik kvadratlar usulini (BEKK)** ko'rib chiqamiz. Mazkur usulni ikkita endogen va ikkita ekzogen ko'rsatkichlardan iborat bo'lgan quyidagi identifikatsiyalanadigan model misolida ko'rib chiqamiz:

$$y_1 = b_{12} y_2 + a_{11} x_1 + \varepsilon_1 \quad (11.5)$$

$$y_2 = b_{21} y_1 + a_{22} x_2 + \varepsilon_2$$

Modelni tuzish uchun 1-jadvalda keltirilgan ma'lumotlar bilan foydalanamiz.

1-jadval

Haqiqiy ma'lumotlar

N	U ₁	u ₂	x ₁	x ₂
1	33,0	37,1	3	11
2	45,9	49,3	7	16
3	42,2	41,6	7	9
4	51,4	45,9	10	9
5	49,0	37,4	10	1
6	49,3	52,3	8	16
Summa	270,8	263,6	45	62
O'rtacha qiymat	45,133	43,930	7,500	10,333

Tarkibiy modelni keltirilgan shakliga tubdan o'zgartiramiz:

$$y_1 = d_{11} x_1 + d_{12} x_2 + u_1$$

$$y_2 = d_{21} x_1 + d_{22} x_2 + u_2$$

u₁ va u₂ – tasodifiy hatolar.

Har bir keltirilgan shakldagi tenglamasi uchun d koeffitsientlarini hisoblashda EKK usuli qo'llanilishi mumkin.

Hisoblashni osonlashtirish uchun o'rtacha darajadan $y = y - y_{cp}$ va $x = x - x_{cp}$ (y_{cp} va x_{cp} – o'rtachalar) chetlanishlar bilan foydalansa bo'ladi. Tubdan o'zgartirilgan 1-

jadvaldagi ma'lumotlar 2-jadvalga tortilgan. Bu yerda d_{ik} koeffitsientlarni aniqlash uchun kerakli oraliq hisobotlar keltirilgan. Birinchi keltirilgan tenglamaning d_{ik} koeffitsientlarini aniqlash uchun quyidagi normal tenglamalar tizimi bilan foydalanish mumkin:

$$\sum y_1 x_1 = d_{11} \sum x_1^2 + d_{12} \sum x_1 x_2$$

$$\sum y_1 x_2 = d_{11} \sum x_1 x_2 + d_{12} \sum x_2^2$$

2-jadvalda hisoblangan qiymatlarni yuqoridagi tenglamaga summani o'rniga qo'yib chiqib, quyidagini olamiz:

$$83,102 = 33,5d_{11} - 29,001d_{12}$$

$$-20,667 = -29,001d_{11} + 155,334d_{12}$$

Yuqoridagi tenglamalarning yechilishi natijasida $d_{11} = 2,822$ i $d_{12} = 0,394$ teng.

2 -jadval

Keltirilgan model shaklini tuzish uchun o'zgartirilgan ma'lumotlar

n	u_1	u_2	x_1	x_2	$u_1 * x_1$	x_1^2	$x_1 * x_2$	$y_1 * x_2$	$u_2 * x_1$	$u_2 * x_2$	x_2^2
1	-12,133	-6,784	-4,500	0,667	54,599	20,250	-3,002	-8,093	30,528	-4,525	0,445
2	0,767	5,329	-0,500	5,667	-0,383	0,250	-2,834	4,347	-2,664	30,198	32,115
3	-2,933	-2,308	-0,500	-1,333	1,467	0,250	0,667	3,910	1,154	3,077	1,777
4	6,267	1,969	2,500	-1,333	15,668	6,250	-3,333	-8,354	4,922	-2,625	1,777
5	3,867	-6,541	2,500	-9,333	9,667	6,250	-23,333	-36,091	-16,353	61,048	87,105
6	4,167	8,337	0,500	5,667	2,084	0,250	2,834	23,614	4,168	47,244	32,115
Summa	0,002	0,001	0,000	0,002	83,102	33,500	-29,001	-20,667	21,755	134,417	155,334

Keltirilgan shaklning birinchi tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$y_1 = 2,822 x_1 + 0,394 x_2 + u_1$$

Ikkinchi keltirilgan tenglamaning d_{2k} koeffitsientlarini aniqlash uchun quyidagi normal tenglamalar tizimi bilan foydalanishimiz mumkin:

$$\sum y_2 x_1 = d_{21} \sum x_1^2 + d_{22} \sum x_1 x_2$$

$$\sum y_2 x_2 = d_{21} \sum x_1 x_2 + d_{22} \sum x_2^2$$

2-jadvalda hisoblangan qiymatlarni yuqoridagi tenglamaga summani o'rniga qo'yib chiqib, quyidagini olamiz:

$$21,755 = 33,5 d_{21} - 29,001 d_{22}$$

$$134,417 = -29,001 d_{21} + 155,334 d_{22}$$

Yuqoridagi tenglamalarning yechilishi quyidagi qiymatlarni beradi **$d_{21} = 1,668$ i $d_{22} = 1,177$.**

Keltirilgan shaklning ikkinchi tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$y_2 = 1,668 x_1 + 1,177 x_2 + u_2$$

Keltirilgan shakldan tarkibli shaklga o'tish uchun keltirilgan model shaklning ikkinchi tenglamasidan x_2 ni topamiz:

$$x_2 = (y_2 - 1,668 x_1) / 1,177$$

Bu ifodani keltirilgan modelning birinchi tenglamasiga qo'yib chiqib, tarkibli tenglamani topamiz:

$$y_1 = 2,822 x_1 + 0,394 (y_2 - 1,668 x_1) / 1,177 = 2,822 x_1 + 0,335 y_2 - 0,558 x_1 = 0,335 y_2 + 2,264 x_1$$

$$\text{SHunday qilib } b_{12} = 0,335; a_{11} = 2,264.$$

Keltirilgan model shaklning birinchi tenglamasidan x_1 ni topamiz:

$$x_1 = (y_1 - 0,394 x_2) / 2,822$$

Bu ifodani keltirilgan modelning ikkinchi tenglamasiga qo'yib chiqib, tarkibli tenglamani topamiz:

$$y_2 = 1,177 x_2 + 1,668 (y_1 - 0,394 x_2) / 2,822 = 1,177 x_2 + 0,591 y_1 - 0,233 x_2 = 0,591 y_1 + 0,944 x_2$$

$$\text{SHunday qilib } b_{21} = 0,591; a_{22} = 0,944.$$

Tarkibli shaklning ozod hadlarini quyidagi tenglamalardan topamiz:

$$A_{01} = y_{1,cp} - b_{12} y_{2,cp} - a_{11} x_{1,cp} = 45,133 - 0,335 * 43,93 - 2,264 * 7,5 = 13,436$$

$$A_{02} = y_{2,cp} - b_{21} y_{1,cp} - a_{22} x_{2,cp} = 43,93 - 0,591 * 45,133 - 0,944 * 10,333 = 7,502$$

So'nggi tarkibli modelning ko'rinishi olamiz:

$$y_1 = a_{01} + b_{12} y_2 + a_{11} x_1 + \varepsilon_1 = 13,436 + 0,335 y_2 + 2,264 x_1 + \varepsilon_1$$

$$y_2 = a_{02} + b_{21} y_1 + a_{22} x_2 + \varepsilon_2 = 7,502 + 0,591 y_1 + 0,944 x_2 + \varepsilon_2$$

Тестлар

1. Статистик прогнозлашда қўлланадиган усулни кўрсатинг:

- a) Потенциаллар усули;
- b) Симплекс усули;
- c) *Экстраполяция усули;
- d) Эвристик усул.

2. Кўп омили чизиқли боғланишни кўрсатинг:

- a) $Y_x = a_0 + a_1 X$;
- b) * $Y_x = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots + a_n X_n$;
- c) $Y_x = a_0 + a_1 X^2$;
- d) $Y_x = a_0 + a_1^X$.

3. Эконометрик моделда қатнашадиган омилларни танлашда қўлланадиган усулни кўрсатинг:

- a) Регрессион таҳлил усули;
- b) *Корреляцион таҳлил усули;
- c) Экстраполяция усули;
- d) Прогноз усули.

4. Натижавий кўрсаткич ва унга таъсир этувчи омиллар ўртасидаги боғланиш зичлигини аниқловчи коэффициент:

- a) *Корреляция коэффициенти;
- b) Стьюдент коэффициенти;
- c) Эластик коэффициенти;
- d) Доимий коэффициент.

5. Эконометрик модел шаклини танлашда қўлланадиган усул:

- a) *Регрессион таҳлил усули;
- b) Корреляцион таҳлил усули;
- c) Экстраполяция усули;
- d) Прогноз усули.

6. Тўпلامли корреляция коэффициенти аниқловчи бандни кўрсатинг:

a) * $R_{yx_j} = \sqrt{\frac{r_{yx_1}^2 + r_{yx_2}^2 - 2r_{yx_1} r_{yx_2} r_{x_1x_2}}{1 - r_{x_1x_2}^2}}$;

b) $R_{yx_j} = \sqrt{\frac{r_{yx_1}^2 + r_{yx_2}^2}{1 - r_{x_1x_2}^2}}$;

c) $R_{yx_j} = \sqrt{\frac{2r_{yx_1} r_{yx_2} r_{x_1x_2}}{1 - r_{x_1x_2}^2}}$;

d) $R_{yx_j} = \sqrt{\frac{r_{yx_1}^2 + r_{yx_2}^2 - 2r_{yx_1} r_{yx_2} r_{x_1x_2}}{1}}$.

7. Фишер мезонининг ҳисобланган қиймати жадвалдаги қийматидан катта бўлса:

- a) *Регрессия тенгламаси реал ўрганилаётган иқтисодий жараёнга мос дейилади;
- b) Динамик қаторлар 10% гача хатолик билан текисланган дейилади;
- c) Регрессия тенгламасининг коэффициенти аҳамиятли дейилади;
- d) Корреляция коэффициенти ишончли дейилади.

8. Стьюдент мезонининг ҳисобланган қиймати жадвалдаги қийматидан катта бўлса:

- a) Регрессия тенгламаси реал ўрганилаётган иқтисодий жараёнга мос дейилади;
- b) Динамик қаторлар 10% гача хатолик билан текисланган дейилади;

- c) *Регрессия тенгламасининг коэффициентлари аҳамиятли дейилади;
d) Корреляция коэффициенти ишончли дейилади.

9. Нормал тенгламалар тизими келтирилган бандни кўрсатинг:

a)
$$\begin{cases} n \cdot a_0 + a_1 \sum t = \sum y \\ a_0 \sum t + a_1 \sum \sqrt{t} = \sum y \cdot t \end{cases}$$

b)
$$\begin{cases} n \cdot a_0 + a_1 \sum t = \sum y \\ a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 = \sum y \end{cases}$$

c)
$$\begin{cases} a_0 + a_1 \sum t = \sum y \\ a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 = \sum y \cdot t \end{cases}$$

d) *
$$\begin{cases} n \cdot a_0 + a_1 \sum t = \sum y \\ a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 = \sum y \cdot t \end{cases}$$

10. Регрессия коэффициентининг статистик аҳамиятлиги бўйича гипотезаси қуйдиги схема билан изоҳланади:

- a) * $H_0 : b_1 = 0, H_1 : b_1 \neq 0$
b) $H_0 : b_1 = \beta_1, H_1 : b_1 \neq \beta_1$
c) $H_0 : b_1 \neq \beta_1, H_1 : b_1 \neq \beta_1$
d) Хамма жавоблар тўғри