

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM
VAZIRLIGI**

SAMARQAND IQTISODIYOT VA SERVIS INSTITUTI

OLIV MATEMATIKA KAFEDRASI

EKONOMETRIKA ASOSLARI

**fanidan «Tenglamalar tizimi ko'rinishidagi ekonometrik modellar» mavzusi
bo'yicha №6-laboratoriya mashg'ulotini o'tkazish bo'yicha
USLUBIY KO'RSATMA**

Samarqand-2019 yil

B.Ashurov, S.Xudoyberdiyev, O.Tog'ayev Tenglamalar tizimi
ko'rinishidagi ekonometrik modellar. Uslubiy ko'rsatma va topshiriqlar.
Samarqand. SamISI, 2019 y.

Tuzuvchilar:

B.Ashurov – SamISI “Oliy matematika” kafedrası assistenti,
S.Xudoyberdiyev – SamISI “Oliy matematika” kafedrası assistenti.
O.Tog'ayev – SamISI “Oliy matematika” kafedrası assistenti.

Taqrizchi:

X.Qarshiboyev SamISI “Oliy matematika” kafedrası katta o'qituvchisi, m-
f.f.n. kafedra mudiri.

Ushbu uslubiy ko'rsatma laboratoriya ishlarini bajarish uchun talabalarga amaliy yordam sifatida tuzilgan. Laboratoriya ishlarini bajarishning o'ziga xos xususiyatlari shundaki, talaba fanni o'rganish jarayonida olgan bilimlarini bevosita amaliyot masalalarini yechishga tadbiiq etishni o'rganadi.

Uslubiy ko'rsatma “Ekonometrika asoslari” fani uchun tuzilgan dastur asosida tuzilgan bo'lib talabalarda nazariy va amaliy ko'nikmalarni hosil qilish uchun xizmat qiladi.

Samarqand iqtisodiyot va servis instituti, O'quv-uslubiy Kengashning
2019 yil _____dagi № ____ - son bayonnomasi bilan ko'rib chiqilgan
va chop etishga tavsiya etilgan.

1. Bir-biriga bog‘liq tenglamalar tizimini tushunchalari va turlari

Odatda iqtisodiy ko'rsatkichlar o'zaro bog'langan bo'lishadi. Bunday ko'rsatkichlar (o'zgaruvchilar) o'rtasidagi munosabatlar tarkibi bir vaqtli tenglamalar tizimi yordamida ko'rsatilishi mumkin. Mazkur tenglamalarda quyidagi turdagi o'zgaruvchilar mavjud bo'ladi:

- **endogen**, tizim ichida aniqlanuvchi, bogʻliqli **u** oʻzgaruvchilar;
- **ekzogen**, qiymati tashqaridan beriladigan, boshqariladigan, bashoratlanuvchi, taʼsir etuvchi **x** oʻzgaruvchilar;
- **oldindan belgilangan** oʻzgaruvchilar, ham joriy vaqtdagi ekzogen oʻzgaruvchilarni, ham lag oʻzgaruvchilar (oʻtgan davrlar uchun ekzogen va endogen oʻzgaruvchilar)ni oʻz ichiga oladigan.

Ekonometrik tizimlarning quyidagi turlari ajratiladi.

Bog‘liq bo‘lmagan tenglamalar tizimi, bunda har bir bog‘liq o‘zgaruvchi $y_i (i=1, \dots, n)$, bog‘liq bo‘lmagan bir xil to‘plam o‘zgaruvchilar $x_j (j=1, \dots, m)$ larning funksiyasi sifatida beriladi:

$$\begin{aligned} y_1 &= a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + \dots + a_{1m} x_m + \varepsilon_1 \\ y_2 &= a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + \dots + a_{2m} x_m + \varepsilon_2 \quad (8.1) \\ &\vdots \\ y_n &= a_{n1} x_1 + a_{n2} x_2 + \dots + a_{nm} x_m + \varepsilon_n \end{aligned}$$

Mazkur tizimining har bir tenglamasini regressiya tenglamasi sifatida mustaqil qaralishi mumkin. Unga ozod hadlar kiritilishi mumkin va regressiya koeffitsientlari eng kichik kvadratlar (EKK) usuli yordamida topilishi mumkin.

Rekursiv tenglamalar tizimi, bunda bog'liq o'zgaruvchilar $y_i (i=1, \dots, n)$, bog'liq bo'lmagan o'zgaruvchilar $x_j (j=1, \dots, m)$ larning va oldin aniqlangan bog'liq o'zgaruvchilar $y_1, y_2, \dots, y_{i-1}$ larning funksiyasi sifatida ko'rsatiladi:

[illegible]

Tizimning har bir tenglamasi parametrlari, eng kichik kvadratlar usuli yordamida, birinchi tenglamadan boshlab, ketma ket aniqlanadi.

O'zaro bog'liq tenglamalar tizimi, bunda har bir bog'liq o'zgaruvchi y_i ($i=2, \dots, n$) boshqa bog'liq o'zgaruvchilar y_k ($k \neq i$) va bog'liq bo'lmagan o'zgaruvchilar x_j ($j=1, \dots, m$) ning funksiyasi sifatida keltirilgan:

$$\begin{aligned} y_1 &= b_{12}y_2 + b_{13}y_3 + \dots + b_{1n}y_n + a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1m}x_m + \varepsilon_1 \\ y_2 &= b_{21}y_1 + b_{23}y_3 + \dots + b_{2n}y_n + a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2m}x_m + \varepsilon_2 \\ &\vdots \\ y_n &= b_{n1}y_1 + b_{n2}y_2 + \dots + b_{nn-1}y_{n-1} + a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nm}x_m + \varepsilon_n \end{aligned} \quad (8.3)$$

Bu tizim eng ko'p tarqalgan bo'lib, birlashgan, bir vaqtli tenglamalar tizimi nomi bilan ataladi. Uni **tarkibiy model shakli** (TMSH) deb ham atashadi.

TMSH o'zgaruvchilarning ba'zi koeffitsientlari nolga teng bo'lishi mumkin, bu holat mazkur o'zgaruvchilarning tenglamada mavjud bo'lmashligini bildiradi.

Masalan, narx va ish haqi dinamikasi modeli TMSH ko‘rinishida yoritilishi mumkin:

$$\begin{aligned}y_1 &= b_{12} y_2 + a_{11} x_1 + \varepsilon_1 \\ y_2 &= b_{21} y_1 + a_{22} x_2 + a_{23} x_3 + \varepsilon_2\end{aligned}\tag{8.4}$$

bunda y_1 –ish haqi o‘zgarishi tempi;

y_2 – narxlar o‘zgarishi tempi;

x_1 – ishsizlar foizi;

x_2 – doimiy kapital o‘zgarishi tempi;

x_3 – xom ashyo importi narhlarining o‘zgarish tempi.

Ikkita tenglamadan tashkil topgan mazkur tizim ikkita bog‘liq, endogen (y_1 , y_2) va uchta bog‘liq bo‘lmagan, ekzogen (x_1, x_2, x_3) o‘zgaruvchilardan iborat. Birinchi tenglamada x_2 va x_3 o‘zgaruvchilari mavjud emas. Bu koeffitsientlar $a_{12}=0$ va $a_{13}=0$ ekanligini bildiradi.

2.Ekonometrik tenglamlar tizimi parametrlarini hisoblash uslubiyoti

Ekonometrik tenglamlar tizimi parametrlarini yukorida keltirilgan “Eng kichik kvadratlar” usuli yordamida hisoblash 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 koeffitsiyentlar matritsasi hisoblanadi;
 - b) juft korrelyatsiya koeffitsiyentlari 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) Styudent mezoni;
 - v) Darbin-Uotson mezoni;
 - g) Ko‘plik korrelyatsiya koeffitsiyenti;
 - d) Determinatsiya koeffitsiyenti;
 - e) Approksimatsiya xatoligi.
4. Tuzilgan tenglamalar tizimi mezonlar bo‘yicha mos kelsa, keyin asosiy ko‘rsatkich tenglama asosida prognoz davri hisoblanadi.
5. Ishlab chiqarish funksiyasini asosiy xususiyatlarini quyidagilar hisoblaydi:
 - a) o‘rtacha unumdorlik omillari;
 - b) chegaraviy unumdorlik omillari;
 - v) resurslar bo‘yicha elastiklik koeffitsiyentlari;
 - g) resurslarga talab;
 - d) resurslarni almashtirish chegaralari.

Tarkibiy modelni koeffitsiyentlarini baholashda bir qator usullar qo‘llaniladi.

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

$$y_1 = b_{12} y_2 + a_{11} x_1 + \varepsilon_1 \quad (8.5)$$

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

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*koefitsiyentlarini 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} koefitsiyentlarni aniqlash uchun kerakli oraliq hisobotlar keltirilgan. Birinchi keltirilgan tenglamaning d_{ik} koefitsiyentlarini 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} koeffitsiyentlarini 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:

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

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

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:

$$\begin{aligned} y_1 &= 2,822 x_1 + 0,394 (y_2 - 1,668 x_1) / 1,177 = \\ &= 2,822 x_1 + 0,335 y_2 - 0,558 x_1 = 0,335 y_2 + 2,264 x_1 \end{aligned}$$

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

Keltirilgan model shaklining birinchi tenglamasidan x_1 ni topamiz:

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

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

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

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:

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

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

Mustaqil bajarish uchun topshiriqlar

Topshiriqlarni ikkita endogen va ikkita ekzogen ko'rsatkichlardan iborat bo'lgan identifikatsiyalanadigan model misolida ko'rib chiqing.

Modelni tuzish uchun jadvalda keltirilgan ma'lumotlardan foydalaning.

1-variant

Haqiqiy ma'lumotlar

N	u_1	u_2	x_1	x_2
1	33,1	37,1	4	11
2	45,8	49,3	5	16
3	42,1	41,6	7	9
4	51,3	45,9	9	9
5	48,9	37,4	11	1
6	49,2	52,3	7	16
Summa				
O'rtacha qiymat				

2-variant
Haqiqiy ma'lumotlar

N	u ₁	u ₂	x ₁	x ₂
1	33,0	37,1	2	11
2	45,7	49,3	7	16
3	42,0	41,6	6	9
4	51,2	45,9	8	9
5	48,8	37,4	12	1
6	49,1	52,3	9	16
Summa				
O'rtacha qiymat				

3-variant
Haqiqiy ma'lumotlar

N	u ₁	u ₂	x ₁	x ₂
1	33,4	37,1	2	11
2	45,6	49,3	6	16
3	42,5	41,6	7	9
4	51,5	45,9	8	9
5	48,5	37,4	10	1
6	49,0	52,3	11	16
Summa				
O'rtacha qiymat				

4-variant
Haqiqiy ma'lumotlar

N	u ₁	u ₂	x ₁	x ₂
1	33,0	37,0	2	9
2	45,7	49,2	7	14
3	42,0	41,5	6	9
4	51,2	45,8	8	10
5	48,8	37,2	12	2
6	49,1	52,1	9	15
Summa				
O'rtacha qiymat				

5-variant
Haqiqiy ma'lumotlar

N	u ₁	u ₂	x ₁	x ₂
1	33,0	37,1	2	12
2	45,7	49,3	7	14
3	42,0	41,6	6	8
4	51,2	45,9	8	7
5	48,8	37,4	12	3
6	49,1	52,3	9	15
Summa				
O'rtacha qiymat				

6-variant
Haqiqiy ma'lumotlar

N	u ₁	u ₂	x ₁	x ₂
1	33,1	37,1	3	12
2	45,8	49,3	6	16
3	42,1	41,6	9	11
4	51,3	45,9	8	9
5	48,9	37,4	14	2
6	49,2	52,3	5	13
Summa				
O'rtacha qiymat				

7-variant
Haqiqiy ma'lumotlar

N	u ₁	u ₂	x ₁	x ₂
1	33,0	37,5	2	11
2	45,7	49,5	7	16
3	42,0	41,8	6	9
4	51,2	45,8	8	9
5	48,8	37,6	12	1
6	49,1	52,5	9	16
Summa				
O'rtacha qiymat				

8-variant
Haqiqiy ma'lumotlar

N	u ₁	u ₂	x ₁	x ₂
1	33,6	37,1	3	11
2	45,8	49,3	5	16
3	42,7	41,6	6	9
4	51,7	45,9	7	9
5	48,7	37,4	9	1
6	49,3	52,3	10	16
Summa				
O'rtacha qiymat				

9-variant
Haqiqiy ma'lumotlar

N	u ₁	u ₂	x ₁	x ₂
1	33,0	37,5	2	8
2	45,7	49,7	7	12
3	42,0	42,0	6	10
4	51,2	45,9	8	11
5	48,8	37,5	12	3
6	49,1	52,6	9	14
Summa				
O'rtacha qiymat				

10-variant
Haqiqiy ma'lumotlar

N	u_1	u_2	x_1	x_2
1	33,1	37,4	3	12
2	45,9	49,6	7	14
3	42,2	41,8	5	8
4	51,9	45,5	8	7
5	48,0	37,9	11	3
6	49,9	52,5	9	15
Summa				
O'rtacha qiymat				

Foydalaniladigan adabiyotlar ro'yxati

1. Kremer N.Sh., Putko B.A. Ekonometrika: Uchebnik. – M.: YUNITI-DANA, 2008. – 328 s.
2. Nasritdinov G., Ekonometrika 1. O'quv qo'llanma. –Toshkent: Iqtisod-Moliya, 2008. – 252 b.
3. Shanchenko N.I. Ekonometrika. Laboratorniy praktikum. – Ulyanovsk:UlGTU, 2004. – 79 s.