

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

**TOSHKENT MOLIYA INSTITUTI**



**“BUXGALTERIYA HISOBI VA AUDIT” FAKULTETI**

**“OLIV MATEMATIKA, STATISTIKA VA EKONOMETRIKA”  
KAFEDRASI**

**EKONOMETRIKA ASOSLARI**

**fanidan**

**IKKINCHI OLIY TA‘LIM BAKALAVRIAT**

**TA‘LIM YO‘NALISHLARI**

**UCHUN**

**O‘QUV – USLUBIY**

**MAJMUA**



**Toshkent-2019**

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA**

**MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

**TOSHKENT MOLIYA INSTITUTI**

**“BUXGALTERIYA HISOBI VA AUDIT” FAKULTETI**

**“OLIV MATEMATIKA, STATISTIKA VA EKONOMETRIKA”  
KAFEDRASI**

**EKONOMETRIKA ASOSLARI**

**fanidan**

**IKKINCHI OLIY TA‘LIM BAKALAVRIAT**

**TA‘LIM YO‘NALISHLARI**

**UCHUN**

**O‘QUV – USLUBIY**

**MAJMUA**

**(3-bosqich)**

Bilim sohalari: 200000 –Ijtimoiy soha, iqtisod va huquq

Ta‘lim sohalari: 230000 – Iqtisod  
5230800 – Soliqlar va soliqqa tortish

Ta‘lim yo‘nalishi: 5232100 – Korporativ moliya  
5230700 – Bank ishi  
5230900 – Buxgalteriya hisobi va  
audit(tarmoqlar bo‘yicha)

Toshkent-2019

“Ekonometrika asoslari” fanidan O’quv-uslubiy majmua O’zbekiston Respublikasi Oliy va o’rta maxsus ta’lim vazirligining 201\_\_ yil “\_\_” \_\_dagi \_\_-sonli buyrug’ining \_\_-ilovasi bilan tasdiqlangan fan dasturi asosida ishlab chiqilgan.

**Tuzuvchi:** Habibullaev I. -TMI, “Oliy matematika, statistika va ekonometrika” kafedrası professori, texnika fanlari doktori, professor  
Urunov R.S -TMI, “Oliy matematika, statistika va ekonometrika” kafedrası katta o’qıtuvchi

**Taqrizchilar:** Qutliyev O.O. – DSQ “Kadrlarni qayta tayyorlash va statistik tadqiqotlar” markazi direktorining o’quv va ilmiy ishlari bo’yicha muovini, t.f.n.  
A.R.Xashimov –Toshkent moliya instituti “Oliy matematika, statistika va ekonometrika” kafedrası muduri.

Fanning O’quv uslubiy majmuasi kafedraning 2019 yil “\_\_” \_\_dagi \_\_-sonli majlisida muhokamasidan o’tkazilgan va Sirtqi bo’lim Kengashida ko’rib chiqishga tavsiya qilingan.

**Kafedra mudiri**



A.R.Xashimov

Fanning O’quv uslubiy majmuasi Sirtqi bo’lim Kengashining 2019 yil “\_\_” \_\_dagi \_\_-sonli majlisida muhokama etilib, O’quv-uslubiy Kengashi ko’rib chiqishga tavsiya qilingan.

**Sirtqi bo’lim boshlig’i**



O.Astanukulov

**Kelishildi:**

**O’quv uslubiy bo’lim boshlig’i**



T.M.Baymurotov

**O’quv-uslubiy ishlar bo’yicha prorektor**



I.Qo’zıev

Fanning O’quv uslubiy majmuasi institut O’quv-uslubiy Kengashining 2019 yil “\_\_” \_\_dagi “\_\_” – sonli majlisida muhokama etilib, institut Kengashida ko’rib chiqishga tavsiya qilingan.

Fanning O’quv uslubiy majmuasi institut Kengashining “\_\_” \_\_dagi “\_\_” – sonli majlisi bayoni bilan ma’qullangan.

2019 yil

## MUNDARIA

**I.O'QUV MATERIALLARI .....**

**1. *Ma'ruza bo'yicha o'quv materiallari*.....**

**2. *Amaliy mashg'ulotlar bo'yicha o'quv materiallari*.....**

**II. MUSTAQIL TA'LIM MASHG'ULOTLARI.....**

**III. GLOSSARIY.....**

**IV. ILOVALAR.....**

***Fan dasturi* .....**

***Ishchi fan dasturi* .....**

*I.O'QUV*  
***MATERIALLARI***

***1. MA'RUZA  
BO'YICHA O'QUV  
MATERIALLARI***

## 1-MA'RUZA

### EKONOMETRIKA ASOSLARI FANINING MAQSADI VA VAZIFALARI. EKONOMETRIK MODELLARNING AXBOROT TA'MINOTI

Aso  
siy  
tay  
anc  
h  
ibo  
rala  
r

#### REJA:

- 1.1. Ekonometrika fanining mohiyati, vazifalari va predmeti**
- 1.2. Modellashtirish tushunchasi, turlari**
- 1.3. Ekonometrik modellashtirishning bosqichlari**
- 1.4. Iqtisodiy ma'lumotlar va ularni qayta ishlash**
- 1.5. Ekonometrikada qo'llaniladigan o'zgaruvchilar va ularning turlari**
- 1.6. Ekonometrik modellarni tuzishga va unda qatnashadigan ma'lumotlarga qo'yiladigan talablar**

- |                              |                            |
|------------------------------|----------------------------|
| 1. Model                     | 7. Nazariy-analitik model  |
| 2. Modellashtirish           | 8. Standart model          |
| 3. Iqtisodiy model           | 9. Funktsional model       |
| 4. Iqtisodiy-matematik model | 10. Determinirlangan model |
| 5. Moddiy model              | 11. Chiziqli model         |
| 6. Abstrakt model            | 12. Chiziqsiz model        |

#### 1.1. Ekonometrika fanining mohiyati, vazifalari va predmeti

Ekonometrika-fanda juda tez rivojlanuvchi soha bo'lib, uning maqsadi iqtisodiy munosabatlarga miqdoriy o'lchamlarni berishdan iborat. "Ekonometrika" iborasi(so'zi) 1910 yilda (Avstro-Vengriya) buxgalter P.Tsemp tomonidan kiritilgan (u "ekonometriya" degan). Tsemp, "Agar buxgalteriya hisobi ma'lumotlariga algebriya va geometriya usullarini qo'llansa, u holda xo'jalik faoliyati natijalari to'g'risida yanada chuqurroq tasavvurga ega bo'lish mumkin" deb ta'kidlagan. Ushbu ibora ko'p vaqt davomida ishlatilmagan bo'lsada, "ekonometrika" iborasi iqtisod ilmidagi yangi yo'nalishni yuzaga kelishida juda qulay keldi.

Iqtisod fanida yangi yo'nalish - "ekonometrika" 1930 yilda paydo bo'ldi. "Ekonometrika" (grekcha "metron") so'zi ikkita "ekonomika" va "metrika" so'zlarining birlashmasidan tashkil topgan. Shunday qilib, iboraning o'zida ekonometrikani fan sifatida uning xususiyati va mazmuni ifodalanadi. Uning mazmuni: iqtisodiyot nazariyasi tomonidan ochilgan va asoslangan aloqa va munosabatlarni miqdoriy ifodalashdan iborat. Demak ekonometrika iqtisodiy hodisalarni o'lchash va tahlil qilish haqidagi fandır.

Ekonometrikaning yuzaga kelishi iqtisodiyotni o'rganishda bir nechta fanlarni birlashtirgan yondashuv natijasi bilan bog'liq. Bu fan iqtisodiyot nazariyasi, statistika va matematik usullarni birlashtirish va o'zaro to'ldirish natijasida yuzaga kelgan. Keyinchalik ekonometrikani rivojlantirish uchun ushbu usullarga hisoblash texnikasi tadbiiq etilgan.

1933 yilda R.Fisher tomonidan "Ekonometrika" jurnaliga asos solindi. Jurnalda u ekonometrikaga quyidagicha ta'rif bergan: "Ekonometrika-bu o'sha iqtisodiy statistika emas. Ko'p qismi miqdoriy xususiyatga ega bo'lgan iqtisodiy nazariyaning ham o'zi

emas. Ekonometrika matematikani iqtisodga qo'llash ham emas. Tajriba shuni ko'rsatadiki har uchchala statistika, iqtisodiyot nazariyasi va matematika fanlarining komponentalari zamonaviy iqtisodiy xayotni miqdoriy tomonlarini anglash uchun zaruriy, lekin etarli bo'lmagan shartlaridir. Bu-uchta fanning birligidir. Bu birlik ekonometrikani tashkil etadi".

Shunday qilib, ekonometrika-bu iqtisodiy jarayon va hodisalarni o'zaro bog'lanishini miqdor jihatdan ifodalovchi fandır.

Ekonometrik usullar oliy statistika deb nomlanuvchi juft va ko'p o'lchovli regressiya, juft, xususiy va ko'p o'lchovli korrelyatsiya, trendlarni ajratish va boshqa davriy qatorlar komponentalari, statistik baholash usullari asosida yuzaga kelgan va rivojlangan.

R.Fisher shunday deb yozgan: "Statistik usullar ijtimoiy fanlarda muhim element hisoblanadi va aynan shu usullar yordamida ijtimoiy bilimlar fan darajasigacha ko'tarilishi mumkin".

Birinchiidan –ekonometrika o'ziga xos bo'lgan usullar tizimi sifatida iqtisodiy o'zgaruvchilar va ular orasidagi bog'lanishlarning xususiyatlarini tasvirlagan xolda o'zining masalalarini aniqlashtirish bilan rivojlana boshladi. Regressiya tenglamasiga na faqat birinchi darajali o'zgaruvchilarni kiritildi balki natijaga maksimal yoki minimal (ozmi-ko'pmi) darajada ta'sir etuvchi qiymatlarni akslantiruvchi iqtisodiy o'zgaruvchilarning optimal xususiyatlarini ifodalash maqsadida, ikkinchi darajali o'zgaruvchilarni ham kiritila boshlandi. Masalan: Ekinlarni o'g'itlantirishning hosildorlikka ta'sirini ko'radigan bo'lsak, ekinlarni ma'lum bir darajada o'g'itlantirish uning xosildorligini oshiradi; lekin o'g'itlantirish me'yor darajasidan ortishi hosildorlikni ortishiga olib kemaydi balki, hosildorlikni pasayishiga olib kelishi mumkin. Xuddi shunday ko'plab ijtimoiy-iqtisodiy o'zgaruvchilarning ta'siri haqida gapirish mumkin(masalan, ishchilar sonini ortishini mehnat unumdorligiga, daromadlarni ayrim oziq-ovqat mahsulotlarini iste'moliga ta'siri va h.k.).

Ikkinchiidan-regressiya tenglamasida mustqil komponentalar sifatida qaraluvchi ijtimoiy-iqtisodiy o'zgaruvchilarning o'zaro ta'siri aks etadi.

Masalan, quyidagi regressiyani ko'raylik,

$$y = a + b_1x + b_2z + b_3xz$$

Albatta bu tenglamada o'zaro ta'sir effekti ( $b_3$ -parametri) statistika nuqtai nazaridan qiymatga ega bo'lmasligi ham mumkin. Ammo iqtisodiy nuqtai nazardan ma'noga ega.

Iqtisodiy tadqiqotlarda regressiya tenglamalari o'zlari ma'noga ega bo'la boshladilar. Masalan, tannarxni ( $y$ )ishlab chiqarish hajmiga ( $x$ )(mahsulot birligi miqdori) bog'liqligi quyidagicha ifodalanishi mumkin:

$$yx = a + bx$$



Tenglikni ikkala qismini ishlab chiqarish harajatlari hajmi ( $x$ ) bo'lsak, quyidagini olamiz:

*Bir mahsulot birligi*                      *Bir mahsulot*                      *Bir mahsulot*  
*hisobida ishlab*                      = *birligiga doimiy* +                      *birligiga o'zgaruvchan xarajatlar*

$$y = \frac{a}{x} + b$$

Bunday tenglamalarning parametrlari kichik kvadratlar usuli bilan baholanishi mumkin, ushbu parametrlarning xususiyatlari shundan iboratki ularning har biri aniq iqtisodiy ma'noga ega.

Ekonometrik tadqiqotlar quyidagi masalalarni o'z ichiga oladi:

- iqtisodiy o'zgaruvchilar orasidagi bog'lanishlarni sifat jihatdan tahlil qilish, ya'ni bog'langan ( $y_j$ ) va bog'liq bo'lmagan ( $x_k$ ) o'zgaruvchilarni ajratish;
- ma'lumotlarni tanlash;
- $y_j$  va  $x_k$  o'zgaruvchilar orasidagi bog'lanish shaklini aniqlash;
- model parametrlarini aniqlash;
- sohta o'zgaruvchilarni kiritish;
- avtokorrelyatsiyani aniqlash;
- trendlarni, davriy va tasodifiy komponentalarni aniqlash;
- bog'lanish shaklini aniqlash va birpaytli tenglamalar tizimini tuzish;
- identifikatsiya shartlarini tekshirish;
- birpaytli tenglamalar tizimining parametrlarini baholash;
- davriy qatorlar tizimi asosida modellashtirish: statsionarlik va kointegratsiya muammolari;
- integratsiya muammolari va parametrlarni baholash.

Ekonometrik model o'zaro bog'langan o'zgaruvchilarning nazariy jihatlari va ular orasidagi bog'lanish xususiyatlariga asoslanadi.

O'zaro bog'lanishlarni ifodalashda asosan, ularning sifat tomonlarini tahlil qilishga ko'proq e'tibor beriladi.

Shuning uchun ekonometrik tadqiqotlar bosqichlariga quyidagilarni kiritish mumkin.

- muammoning qo'yilishi;
- ma'lumotlar yig'ish, ularni sifatini tahlil qilish;
- model xususiyatini aniqlash;
- parametrlarni baholash;
- echimlarni tushinish, muhokama qilish va amalga joriy etish.

Bu bosqichlar barcha tadqiqotlar uchun xos bo'lib, qanday ma'lumotlardan foydalanishidan qat'iy nazar va zamonga bog'liq bo'lmagan holda amalga oshiriladi.

## 1.2. Modellashtirish tushunchasi, turlari

Hozirgi paytda iqtisodiy fan va amaliyot amaliy matematika yutuqlaridan tobora kengroq foydalanmoqda, ularni ilmiy tadqiqotlar qurolidan murakkab xo'jalik masalalarini samarali hal qilishning muhim vositasiga aylantirmoqda.

Zamonaviy iqtisodiyot nazariyasi ham mikro-, ham makrodarajada tabiiy, zaruriy element sifatida matematik modellar va usullarni o'z ichiga oladi. Matematikadan iqtisodiyotda foydalanish iqtisodiy o'zgaruvchilar va ob'ektlarning eng muhim, ahamiyatli bo'lanishlarini ajratishga va formal tasvirlashga, iqtisodiyot nazariyasining qoidalari, tushunchalari va xulosalarini aniq va lo'nda bayon qilishga imkon beradi.

*Model* — bu shunday moddiy yoki xayolan tasavvur qilinadigan ob'ektki, qaysiki tadqiqot jarayonida haqiqiy ob'ektning o'rnini shunday bosadiki, uni bevosita o'rganish haqiqiy ob'ekt haqida yangi bilimlar beradi. Modellar qurishda tadqiq qilinayotgan hodisani belgilovchi muhim omillar aniqlanadi va qo'yilgan masalani echish uchun muhim bo'lmagan qismlar chiqarib tashlanadi.

juda murakkab bo'lmasligi kerak — binobarin, ular albatta faqat soddalashtirilgan nusxalar bo'ladi. Biroq, ikkinchi tomondan, modellar o'rganishdan olingan xulosalarni haqiqiy ob'ektlarga ham qo'llash lozim, demak, model o'rganilayotgan haqiqiy ob'ektning muhim tomonlarini aks ettirishi kerak.

*Modellashtirish* deganda modellar qurish, o'rganish va qo'llash jarayoni tushuniladi. Modellashtirish jarayoni quyidagi uch elementni o'z ichiga oladi:

- 1) sub'ekt (tadqiqotchi);
- 2) tadqiqot ob'ekti;
- 3) o'rganuvchi sub'ekt bilan o'rganilayotgan ob'ektning munosabatlarini vositalovchi model.

Ilmiy izlanishlarda modellashtirish qadimgi zamonlardayoq qo'llanila boshlandi va asta-sekin ilmiy bilimlarning qurilish va arxitektura, astronomiya, fizika, ximiya, biologiya va, nihoyat, ijtimoiy fanlar kabi tobora yangi sohalarini qamrab ola boshladi. Birinchi matematik modellar F.Kene (1758 y., iqtisodiy jadval), A.Smit (klassik makroiqtisodiy model), D.Rikardo (xalqaro savdo modeli) tomonidan ishlatilgan. XX asr zamonaviy fanning amalda barcha sohalarida modellashtirish usuliga katta muvaffaqiyatlar va obro'-e'tibor keltirdi.

Turli iqtisodiy hodisalarni o'rganish uchun ularning *iqtisodiy modellar* deb ataluvchi soddalashtirilgan formal tasvirlaridan foydalaniladi. Iste'mol tanlovi modellari, firma modellari, iqtisodiy o'sish modellari, tovar va moliya bozorlaridagi muvozanat modellari va boshqa ko'p modellar iqtisodiy modellarga misol bo'ladi.

*Iqtisodiy-matematik model* — bu iqtisodiy ob'ektlar yoki jarayonlarni tahlil qilish yoki boshqarish maqsadida ularning matematik tasvirlanishi, ya'ni iqtisodiy masalaning matematik yozuvi. Iqtisodiy ob'ektning matematik modeli — bu uning funktsiyalar, tenglamalar, tengsizliklar, mantiqiy munosabatlar, grafiklar majmuasi ko'rinishidagi aks ettirilishi. Bunday aks ettirish o'rganilayotgan ob'ekt elementlarining munosabatlari

Iqtisodiy-matematik modellarni amaliyotda qo'llash usullari *iqtisodiy-matematik usullar* deb ataladi. Iqtisodiy-matematik usullar (IMU) iqtisodiyotni o'rganish uchun birlashtirilgan iqtisodiy va matematik fanlarning uyushmasidir. Bu tushuncha fanga XX asrning 60-yillarida akademik V.S.Nemchinov tomonidan kiritilgan. IMU iqtisodiyot, matematika va kibernetikaning tutashishida hosil bo'ldi.

Elementlaridan biri iqtisodiy-matematik usullar bo'lgan qarorlarni qabul qilish tizimi ijodiy yondashuvni talab etuvchi xo'jalik muammolarining to'la tsiklini qamrab olishi kerak.

«Iqtisodiy-matematik usullar va modellar» fanining predmeti:

- makroiqtisodiyot (xalq xo'jaligi) va uning tarmoqlarida kechayotgan iqtisodiy jarayonlarni modellashtirish asoslarini o'rganish;
- aniq iqtisodiy tizim misolida modellashtirish masalasini qo'yish va iqtisodiy ma'nosini tushunish;
- iqtisodiy masalalarni echish usullarini, shuningdek kompyuterda hisoblash tajribalarini o'tkazish va ularning natijalarini tahlil qilishni o'rganishdan iborat.

«Iqtisodiy-matematik usullar va modellar» fanining vazifalari:

- iqtisodiy jarayonlarning matematik modellarini qurish va ularni echish usulini tanlash;
- matematik modellarni tahlil qilish asosida iqtisodiy jarayon qonuniyatlari haqidagi bilimlarni chuqurlashtirish;
- makro- va mikroiqtisodiyotda qo'llanilayotgan turli matematik modellarni o'rganishdan iborat.

Iqtisodiy-matematik modellarning tasnifi

Modellashtirish va modellar o'zining turli sohalardagi tadbiqlariga qarab, moddiy va abstrakt kabi sinflarga bo'linadi.

*Moddiy modellar* asosan o'rganilayotgan ob'ekt va jarayonni geometrik, fizik, dinamik yoki funktsional tavsiflarini ifodalaydi. Masalan, ob'ektning kichiklashtirilgan maketi (masalan, litsey, kollej, universitet) va turli xil fizik, ximik va boshqa xildagi maketlar bunga misol bo'la oladi. Bu modellar yordamida turli xil texnologik jarayonlarni optimal boshqarish, ularni joylashtirish va foydalanish yo'llari o'rganiladi. Umuman olganda, moddiy modellar tajribaviy xarakterga ega bo'lib, texnika fanlarida keng qo'llaniladi.

butun iqtisodiy ob'ekt haqida xulosa chiqarib bo'lmaydi. Ko'pgina iqtisodiy masalalar uchun esa moddiy modellar yaratish qiyin bo'ladi va ko'p xarajat talab etadi.

*Abstrakt (ideal) modellar* inson tafakkurining mahsuli bo'lib, ular tushunchalar, gipotezalar va turli xil qarashlar sistemasidan iborat. Iqtisodiy tadqiqotlarda, boshqarish sohalarida, asosan, abstrakt modellashtirishdan foydalaniladi.

Ilmiy bilishda abstrakt modellar ma'lum tillarga asoslangan belgilar majmuidan iborat. O'z navbatida, belgili abstrakt modellar matematik va logik tillar shaklidagi matematik logik modellarni ifodalaydi.

Matematik modellashtirish turli xil tabiatli, ammo bir xil matematik bo'lanishlarni ifodalaydigan voqea va jarayonlarga asoslangan tadqiqot usulidir.

Hozirgi paytda matematik modellashtirish iqtisodiy tadqiqotlarda, amaliy rejalashtirishda va boshqarishda etakchi o'rin egallib, kompyuterlashtirish bilan chambarchas bo'langan.

Iqtisodiy-matematik modellar turli asoslarga ko'ra tasniflanadi.

Amaliy maqsadiga ko'ra iqtisodiy-matematik modellar iqtisodiy jarayonlarning umumiy xususiyatlari va qonuniyatlarini tadqiq qilishda ishlatiladigan *nazariy-analitik modellarga* va tayinli iqtisodiy masalalarni echishda qo'llaniladigan *amaliy modellar* (iqtisodiy tahlil, bashoratlash, boshqarish modellari)ga bo'linadi.

Iqtisodiy-matematik modellar iqtisodiyotning turli tomonlari (xususan, uning ishlab chiqarish-texnologik, ijtimoiy, hududiy tuzilmalari)ni va uning alohida qismlarini tadqiq qilish uchun mo'ljallanishi mumkin. Modellarini tadqiq qilinayotgan iqtisodiy jarayonlar va muammolar mazmuni bo'yicha tasniflashda butun iqtisodiyot modellari (*makroiqtisodiy modellar*)ni va uning quyi tizimlari — tarmoqlar, hududlar va hokazolarning modellari, ishlab chiqarish, iste'mol, daromadlarni shakllantirish va taqsimlash, mehnat resurslari, baholarni shakllantirish, moliyaviy aloqalar va shu kabilar modellarining majmualari (*mikroiqtisodiy modellar*)ni ajratib ko'rsatish mumkin.

*Tuzilmaviy modellar* ob'ektlarning ichki tuzilishi, tarkibiy qismlari, ichki parametrlarini, ular orasidagi o'zaro bo'fliqliklarni ifodalaydi. Iqtisodiyot miqyosidagi tadqiqotlarda ko'proq tuzilmaviy modellar qo'llaniladi, chunki quyi tizimlarning o'zaro bo'fliqliklari rejalashtirish va boshqarish uchun katta ahamiyatga ega. O'ziga xos tuzilmaviy modellar sifatida tarmoqlararo aloqalar modellarini olish mumkin. *Funksional modellar* iqtisodiy boshqarishda keng qo'llaniladi, bunda ob'ektning holati («chiqish»)ga «kirish»ni o'zgartirish yo'li bilan ta'sir ko'rsatiladi. Iste'molchilarning tovar-pul munosabatlari sharoitidagi xatti-harakatlari modeli bunga misol bo'la oladi. Aynan bir ob'ekt bir vaqtning o'zida ham tuzilmaviy, ham funksional model bilan tasvirlanishi mumkin. Masalan, alohida tarmoq tizimini rejalashtirish uchun tuzilmaviy modeldan foydalaniladi, iqtisodiyot miqyosida esa har bir tarmoq funksional model bilan ifodalanishi mumkin.

*Determinirlangan modellar* model o'zgaruvchilari orasidagi qat'iy funksional bog'lanishlar borligini nazarda tutadi. *Stoxastik modellar* tadqiq qilinayotgan ko'rsatkichlarga tasodifiy ta'sirlarning borligiga yo'l qo'yadi.

*Statik modellarda* barcha bogʻlanishlar vaqtning tayinli payti yoki davriga tegishlidir. *Dinamik modellar* iqtisodiy jarayonlarning vaqt boʻyicha oʻzgarishini tavsiflaydi. Qaralayotgan vaqt davrining uzunligiga qarab bashoratlash va rejalashtirishning qisqa muddatli (bir yilgacha), oʻrta muddatli (5 yilgacha), uzoq muddatli (10-15 va undan koʻproq yilgacha) modellari farqlanadi. Iqtisodiy-matematik modellarda vaqtning oʻzi yo uzluksiz, yo diskret ravishda oʻzgarishi mumkin.

Iqtisodiy jarayonlarning modellari matematik boʻlanishlarning shakli boʻyicha juda xilma-xildir. Ayniqsa tahlil va hisoblashlar uchun eng qulay boʻlib, shu tufayli keng tarqalgan *chiziqli modellar* sinfini ajratib koʻrsatish muhimdir. Chiziqli va *chiziqli boʻlmagan modellar* orasidagi farqlar nafaqat matematik nuqtai nazardan, balki nazariy-iqtisodiy jihatdan ham muhimdir, chunki iqtisodiyotdagi koʻp boʻlanishlar aniq chiziqli boʻlmagan tabiatga ega: ishlab chiqarish oʻsganda resurslardan foydalanish samaradorligi, ishlab chiqarish koʻpayganda yoki daromadlar oʻsganda aholi talabi va isteʼmolining oʻzgarishi va h.k.

Iqtisodiyot modellari fazoviy omillar va shartlarni oʻz ichiga olishiga qarab *fazoviy va nuqtaviy* modellar farqlanadi.

Shunday qilib, iqtisodiy-matematik modellarning umumiy tasnifi oʻndan ortiq asosiy belgilarni oʻz ichiga oladi. Iqtisodiy-matematik tadqiqotlarning rivojlanishi bilan qoʻllanilayotgan modellarni tasniflash muammosi murakkablashadi. Yangi turlar (ayniqsa aralash turlar)dagi modellarning va ularni tasniflash yangi belgilarining paydo boʻlishi bilan bir qatorda har xil turdagi modellarning murakkabroq qurilmalarga birlashishi jarayoni amalga oshadi.

Iqtisodiy-matematik usullardan matematik iqtisodiyotda va ekonometrikada qoʻllaniladigan usullarni alohida ajratib koʻrsatish lozim. *Matematik iqtisodiyot* — iqtisodiy fanning iqtisodiy jarayonlar matematik modellarining xossalari va echimlarini tahlil qilish bilan shuʼullanadigan boʻlimidir. Matematik iqtisodiyotda tayinli formal asoslar (chiziqlilik, qavariqlik, monotonlik va shu kabi boʻliqliklar, kattaliklar oʻzaro boʻliqligining konkret formulalari)ga asoslangan nazariy modellar tadqiq qilinadi. Matematik iqtisodiyotning vazifasi model echimining mavjudligi, uning nomanfiyiligi, statsionarligi shartlari, boshqa xossalarning borligi haqidagi muammoni oʻrganishdir.

*Ekonometrika* — iqtisodiyotdagi miqdoriy qonuniyatlar va oʻzaro bogʻliqliklarni matematik statistika usullari yordamida tadqiq qiluvchi fan. Bu usullarning asosi — korrelyatsiyaviy-regressiyaviy tahlil. Ekonometrika empirik maʼlumotlarni oʻrganish asosida iqtisodiy boʻliqliklar va modellarni statistik baholash va tahlil qilish bilan shuʼullanadi. Iqtisodiy oʻlchash - tom

### 1.3. Ekonometrik modellashtirishning bosqichlari

Modellashtirish jarayonining asosiy bosqichlari turli sohalarda, shu jumladan, iqtisodiyotda ham o'ziga xos xususiyatlarga ega bo'ladi. Iqtisodiy-matematik modellashtirish bitta tsiklining bosqichlari ketma-ketligi va mazmunini tahlil qilaylik.

***Iqtisodiy muammoning qo'yilishi va uni sifat jihatdan tahlil qilish.*** Bu bosqich modellashtiriladigan ob'ektning eng muhim xususiyatlari va xossalari ajratib, ularni ikkinchi darajalilaridan abstraksiyalashni; ob'ektning tuzilmasi va uning elementlarini bo'lovchi asosiy bo'lanishlarni o'rganishni; ob'ektning holati va rivojlanishini tushuntiruvchi (hech bo'lmaganda dastlabki) gipotezalarni shakllantirishni o'z ichiga oladi.

***Matematik modelni qurish.*** Bu bosqich iqtisodiy muammoni formallashtirish, uni tayinli matematik bo'lanishlar va munosabatlar (funktsiyalar, tenglamalar, tengsizliklar va h.k.) ko'rinishida ifodalash bosqichidir. Odatda avval matematik modelning asosiy qurilmasi (turi) aniqlanadi, so'ngra bu qurilmaning tarkibiy qismlari (o'zgaruvchilar va parametrlarning konkret ro'yxati, bo'lanishlar shakli) aniqlashtiriladi.

xossalari aniqlashdan iborat. Bu erda tadqiqotning sof matematik usullari qo'llaniladi. Modelning analitik tadqiqotida echimning mavjudligi, yagonaligi, echimga qaysi o'zgaruvchilar (noma'lumlar) kirishi mumkinligi, ular orasidagi munosabatlar, bu o'zgaruvchilar qaysi doirada va qanday dastlabki shartlarga bo'liq ravishda o'zgarishi, ularning o'zgarishining yo'nalishlari va shu kabi masalalar oydinlashtiriladi. Modelning analitik tadqiqoti empirik (sonli) tadqiqotiga nisbatan shunisi bilan afzalki, bunda olinayotgan xulosalar model tashqi va ichki parametrlarining har xil tayinli qiymatlarida o'z kuchini saqlaydi.

Shunga qaramay, murakkab iqtisodiy ob'ektlarning modellari juda katta qiyinchilik bilan analitik tadqiqotlarga keltiriladi. Analitik usullar bilan modelning umumiy xossalari aniqlashning ilojisi bo'lmaydigan hamda modelni soddalashtirish maqsadga muvofiq bo'lmagan natijalarga olib keladigan hollarda tadqiqotning sonli usullariga o'tiladi.

***Dastlabki ma'lumotlarni tayyorlash.*** Modellashtirish axborot tizimiga qat'iy talablar qo'yadi. Shu bilan birga axborot olishning haqiqiy imkoniyatlari amalda qo'llash uchun mo'ljallangan modellarning tanlanishini chegaralab qo'yadi. Bunda nafaqat (aniq muddatlarda) axborot tayyorlashning amaldagi imkoniyati, balki tegishli axborot massivlarini tayyorlashning sarf-xarajatlari ham



**Sonli echish.** Bu bosqich masalani sonli echish uchun algoritmlarni ishlab chiqish, EHMlarda dasturlar tuzish va bevosita hisoblashlar o'tkazishni o'z ichiga oladi. Bu bosqichdagi qiyinchiliklar, birinchi navbatda, iqtisodiy masalalarning katta hajmi, juda katta axborot massivlarini qayta ishlash zaruriyatidan kelib chiqadi.

Sonli usullar bilan o'tkaziladigan tadqiqot analitik tadqiqot natijalarini jiddiy to'ldirishi mumkin, ko'pgina modellar uchun esa u amalga oshiriladigan birdan-bir tadqiqot bo'ladi. Sonli usullar bilan echish mumkin bo'lgan iqtisodiy masalalar sinfi analitik tadqiqot qilish mumkin bo'lgan masalalar sinfidan ancha kengroq.

**Sonli natijalar tahlili va ularning tatbiqi.** Tsiklning bu yakunlovchi bosqichida modellashtirish natijalarining to'rtiriligi va to'rtaligi, ularning amalda qo'llanish darajasi haqida muammo ko'tariladi.

Tekshirishning matematik usullari modellarning noto'rtiri tuzilishini aniqlashi va shu bilan to'rtg'ri bo'lishi mumkin bo'lgan modellar sinfini toraytiradi. Model vositasida olinadigan nazariy xulosalar va sonli natijalarning formal bo'lmagan tahlili, ularni mavjud bilimlar va haqiqatdagi faktlar bilan solishtirish iqtisodiy masala qo'yilishining, qurilgan matematik modelning, uni axborot bilan va matematik ta'minlashning kamchiliklarini payqashga imkon beradi.

#### **1.4. Iqtisodiy ma'lumotlar va ularni qayta ishlash**

Mavzuni boshlashdan avval ma'lumot so'zining ma'nosini tushunib olaylik. Ma'lumot biror narsa haqidagi xabar. Bu xabar statistik kuzatuvlar natijasida olinadi. Agar biz iqtisodiy jarayonni kuzatayotgan bo'lsak, u holda olingan xabar yoki ma'lumot iqtisodiy ma'lumot bo'ladi, ya'ni iqtisodiy jarayonning qaysidir tomoni haqidagi ma'lumotni beradi. Kuzatuv natijasida to'rtplangan iqtisodiy ma'lumotlar qayta ishlanadi va olingan natijalar iqtisodiy jarayonni tadqiq qilishda asos bo'lib xizmat qiladi.

Iqtisodiy ma'lumotlar statistik tabiatga ega bo'lib iqtisodiy jarayonlarni vaqt davomida o'rtgarishini o'rtganishda muqim aqamiyatga ega. Chunki barcha iqtisodiy jarayonlar va hodisalar vaqt davomida o'rtgaruvchan bo'ladi. Iqtisodiyotda barcha iqtisodiy jarayonlarni iqtisodiy-statistik modellar orqali o'rtganish natijasida u yoki bu iqtisodiy ko'rtstatkichning hozirgi holati va kelajakdagi o'rtgarishini ilmiy asosda tahlil qilish va bashoratlash mumkin bo'ladi.

Iqtisodiy-statistik modellashtirish usuli - bozor iqtisodiyoti sub'ektlarining iqtisodiy faoliyati tahlili va rejalashtirishni takomillashtirishga qaratilgan tadbirlardan biridir.

Iqtisodiy-statistik modellashtirish iqtisodiy ko'rtstatkichlar va ishlab chiqarish omillari o'rttasidagi aloqalar o'rtz mohiyatiga ko'rtta stoxastik bo'rtgan asosga tayanadi. Iqtisodiy sub'ektlar faoliyatini statistik modellashtirish zamon va makonda ularning

rivojlanish jarayonini o'rganishda asosiy o'rin egallaydi. Bu modellar ishlab chiqarish tendensiyalari va qonuniyatlarini aniqlash uchun moslashgandir.

Hatto eng takomillashgan statistik model ham iqtisodiy hodisa va jarayonlarning butun aloqadorligini qamrab olishga qodir emas. Shunga ko'ra, iqtisodiy taqlil va iqtisodiy-statistik modellashtirishni qo'llashda har doim noaniqlik elementlari mavjud bo'ladi. Odatda, iqtisodiy-statistik modellashtirishni qo'llash samaradorligining asosiy shartlaridan biri uning real ko'rinish va jarayonga aynan mos kelishi hisoblanadi.

Iqtisodiy-statistik modelashtirishni noaniq bo'lishligining sabablari quyidagi hollarda sodir bo'lishi mumkin:

1. Axborotli ( axborotning xatoligi, uning ko'rsatkichlari, omillar va ob'ektlar majmuining noaniqligi.

2. Tarkibiy ( aniqlanmagan xilma-xilliklarning mavjudligi.

3. Modelli ( ko'rsatkichlar va dalillar o'rtasida bog'lanish shakllaridan noto'g'ri foydalanish.

Iqtisodiy-statistik kuzatuvlar olib borilganda, texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar ko'rinishidagi, materiallar oqimidagi axborotlarga duch kelamiz. Shu nuqtai nazardan, ishlab chiqarishga - kirish axborotini, chiqish axborotiga o'zgartirgich sifatida qaraladi.

*Iqtisodiy ma'lumotlarni qayta ishlash.* Iqtisodiy ma'lumotlar bir necha turdagi statistik kuzatuvlar natijasida olinadi. Statistik kuzatish deganda o'rganilayotgan hodisa va jarayonlar to'g'risidagi ma'lumotlarni ma'lum bir yagona ilmiy-tashkiliy dastur bo'yicha qayd qilishga va to'plashga tushuniladi. Statistik kuzatish qanchalik to'g'ri, bir necha bor ilmiy-tashkiliy ekspertizalardan o'tgan dastur bilan o'tkazilsa, uning ma'lumotlari aniq qo'yilgan maqsadga erishish uchun kerakli bo'ladi. Eng asosiysi, kuzatish ma'lumotlarini qayta ishlab to'g'ri xulosalar chiqarishdir. Statistik kuzatish ma'lumot etkazib beruvchi sub'ektlar kategoriyalariga qarab quyidagi shakllarga bo'linadi:

1. Ma'muriy ma'lumotlarni to'plash. Ma'muriy idoralar statistika organlariga o'z faoliyatlari haqida ma'lumotlarni pulsiz va so'ralgan vaqtda etkazib berishga majburdirlar.

2. Boshlang'ich statistik ma'lumotlarni to'plash. Ro'yxatdan o'tgan barcha tashkilot, korxonalar, tadbirkorlar topshiradigan statistik hisobotlar orqali to'planadi.

3. Statistik organlar to'plagan ma'lumot. Statistika organlari uy xo'jaligini o'rganish uchun maxsus tanlab kuzatishlar o'tkazishadi, aholi ro'yxati va boshqa maxsus kuzatishlar yordamida to'plangan ma'lumot.

Statistik kuzatish tashkil etilishiga qarab: statistik hisobot va maxsus uyushtirilgan statistik kuzatishlarga (tekshirishlarga) bo'linadi.

Statistik kuzatishning muhim qoidalaridan biri – kuzatish o'tkazishda to'plam birliklarini qamrab olish masalasidir. Bu masala ham makon, ham zamon chegarasida to'g'ri hal etilishi maqsadga muvofiqdir.

To'planayotgan ma'lumotlarning aniqligi, haqqoniyligi va ob'ektivligi haqida hech qanday shubha bo'lmasligi kerak. Agarda qandaydir bir shubha tug'ilsa (uni hajmidan qat'iy nazar), to'plamga kiritilgan har bir ko'rsatkich mustaqil ekspertlar tomonidan tekshirib ko'rilgani ma'qul. Bu erda gap nafaqat arifmetik hisob-kitob ustida ketmayapti, balki har bir birlikni ob'ektiv haqiqatni aks ettirishi ustida bormoqda.



Ma'lumotlarni to'plash yagona (hamma ob'ektlar bo'yicha) dastur va metodologiya bilan amalga oshirilishi shart, aks holda, ular keraksiz ma'lumotlarga aylanadi.

O'rganilayotgan hodisa bo'yicha statistik kuzatish o'tkazish natijasida u haqida ko'pdan-ko'p va turli-tuman tarqoq ma'lumotlar to'planadi. Bu ma'lumotlar asosida hali hech qanday fikr yuritib bo'lmaydi, chunki ular tarqoq va har xildir. Shuning uchun ham navbatdagi vazifa to'plangan ma'lumotlarni bir tizimga keltirish, tartibga solish, umumlashtirishdan iboratdir. Bu muammo statistikada jamlash (svodkalash) metodini qo'llash bilan hal etiladi. Jamlashdan statistik tekshirishning ikkinchi bosqichi boshlanadi.

Statistik jamlash (svodkalash) deganda har kuni radio va televizorda beriladigan informatsiyani tushunmaslik kerak. Yuqorida ta'kidlaganimizdek informatsiya ma'lum bir ishning bajarilishi to'g'risidagi operativ ma'lumotdir.

Statistik svodkalash deganda to'plangan ma'lumotlarni ilmiy tekshirishdan ko'zlangan maqsad va vazifalar nuqtai-nazaridan qayta ishlash tushuniladi. Statistik kuzatish ma'lumotlarni qayta ishlash va tahlil qilishning keng tarqalgan metodlaridan biri guruhlashdir. Statistikada guruhlash deb to'plam birliklarini eng muhim belgilari bo'yicha bir xil guruh va guruhchalarga ajratib o'rganishga aytiladi.

Guruhlash metodi statistikada ko'p yillardan (XVIII asr) beri qo'llanib kelinmoqda. Bu metodni qo'llashdan maqsad, to'plam birliklarini qandaydir bo'laklarga bo'lish emas, balki faqat shu hodisaga xos xususiyatlarni ochib berish, undagi mavjud tendentsiya va qonuniyatni baholash, miqdor o'zgarishlardan sifat o'zgarishlarga, sifat o'zgarishlardan miqdor o'zgarishlarga o'tish jarayonlarini aniqlash va baholashdir.

Guruhlash metodi oldida o'rganilayotgan to'plam birliklarini tiplarga ajratish, hodisalar o'rtasidagi bog'lanishlarni va to'plam tuzilishini o'rganish vazifalari ham turadi. Bu vazifalar guruhlashning uch (tipologik, analitik, tuzilmaviy) turidan foydalanish orqali hal qilinadi.

Masalan, aholining qaysi bir qismi mehnat resursi ekanligini aniqlash maqsadida ular quyidagi guruhlarga bo'lib o'rganiladi:

15 yoshgacha – ishga layoqatsiz kishilar

16 - 55 yosh – ishlash yoshidagi ayollar

16 – 60 yosh – ishlash yoshidagi erkaklar

55 yosh va undan yuqori – nafaqa yoshidagi ayollar

60 yosh va undan yuqori – nafaqa yoshidagi erkaklar.

Umumiy qonuniyat yaqqol ko'rinuvchi yirik oraliqli guruhlarni hosil qilish maqsadida statistikada *ikkilamchi guruhlash* qo'llaniladi.

Dastlabki guruhlangan ma'lumotlarga asoslanib, yangi guruhlarni hosil qilish statistikada *ikkilamchi guruhlash* deb yuritiladi.

Statistik guruhlashning yuqoridagi turlari asosan dastlabki statistik ma'lumotlar bo'yicha amalga oshiriladi. Ikkilamchi guruhlash oraliqlarini yiriklashtirish yo'li bilan amalga oshirilishi mumkin.

Guruhlash oralig'ini yiriklashtirish yo'li bilan ikkilamchi guruhlash usulini quyidagi shartli raqamlar misolida ko'rib chiqamiz(1.1 – jadval).

#### **1.1 – jadval**

**Savdo shaxobchasidagi tovarlarning narxi bo'yicha guruhlanishi**

T/r	Tovarlarning narxi bo'yicha guruhlar (ming so'm)	Tovarlarning soni	Tovarning umumiy hajmi (ming so'm)
1	2	3	4
1.	10 ming so'mgacha	15	93,0
2.	10-15	8	112,0
3.	15-20	13	200,0
4.	20-30	3	68,0
5.	30-50	9	378,0
6.	50-60	7	385,0
7.	60-70	3	180,0
8.	70-100	8	600,0
9.	100-200	22	2400,0
10.	200 va undan yuqori	12	3744,0
	<b>Jami</b>	<b>100</b>	<b>8160,0</b>

Ko'rinib turibdiki, ushbu keltirilgan guruhlash ma'lumotlari etarli darajada yaqqol emas va umumiy qonuniyatni ifodalab bermayapti. Bu erda faqat to'plam tuzilishini payqay olishimiz mumkin, xolos.

Tovarning umumiy hajmi va tovarlarning narhi bo'yicha guruhlar o'rtasidagi bog'lanish darajasini aniqlash maqsadida yuqoridagi o'nta guruhni 5 ta guruhga ajratib tegishli ko'rsatkichlarni hisoblaymiz (2.2 – jadval).

Ushbu usulda yangi guruhlar soni boshlang'ich guruhlarining tegishli oraliqlarini qo'yilgan maqsadga muvofiq yiriklashtirish yo'li bilan aniqlanadi. Masalan, shartga binoan ikkinchi guruhga 10 ming so'mdan 20 ming so'mgacha tovaroborot hajmiga ega bo'lgan 2 va 3-guruhdagi tovarlar kiradi (8+13). Xuddi shu tariqa ular bo'yicha tovar oborotning umumiy hajmi aniqlanadi (112+200). Natijada guruhlash ixcham va yaqqol ko'rinishni oladi. Umumiy qonuniyat esa ko'zga tashlanadi.

1.2 – jadval

**Oraliqlarni yiriklashtirish usuli yordamida ikkilamchi guruhlash tartibi**

T/r	Tovarlarning narxi bo'yicha guruhlar (ming so'm)	Tovarlarning soni	Tovarlarning umumiy hajmi (ming so'm)
1	10 ming so'mgacha	15	93,0
2	10-20	21	312,0
3	20-50	12	446,0
4	50-100	18	1165,0
5	100-200	22	2400,0
6	200 va undan yuqori	12	3744,0
	<b>Jami</b>	<b>100</b>	<b>8160,0</b>

Jamlangan va guruhlangan iqtisodiy –statistik ma'lumotlar o'z navbatida jadval va grafiklarda tasvirlanadi.

**Statistik jadvallar** deb o'rganilayotgan hodisa va voqealar to'g'risidagi ma'lumotlarni tartibli, ko'rgazmali ifodalashga aytiladi.

Jadval raqami

Jadvalning nomi

	Ustunlar nomi				
A	1	2	3	4	5
Qatorlar nomi		Raqamlar			
		joylashtirilgan			
		katakalar			

Ustunlar raqami

Qatorlar yakuni

Jadvalga tegishli izohlar

Ustunlar yakuni

### 1.1-rasm. Jadvalning umumiy maketi

Grafiklar zamonaviy statistikaning ilmiy o'rganish qurollaridan biri hisoblanadi va hozirgi kunda birorta ma'ruzani yoki ommaviy chiqishlarni, taqdimotlarni, gazeta, jurnallarda chop etiladigan maqolalarni, televizordagi maxsus eshittirishlarni va hatto reklama industriyasini statistik grafiklarsiz tassavur ham qilib bo'lmaydi.

Grafiklar o'quvchining diqqatini o'ziga tez jalb etish bilan birga ma'lumotlarni esda saqlash va tasavvur qilishga zamin yaratadi. Ular ko'rish va tushunish qiyin bo'lgan ayrim qonuniyatlarni aniqlashda va tasvirlashda muhim o'rin egallaydi.

Statistik grafiklar – bu raqamli miqdorlar va ularning nisbatini nuqta, chiziq, figura va boshqa geometrik shaklda shartli tasvirlanishidir.

**Grafiklarning turlari.** Qo'yilgan maqsad va vazifalarning echimiga qarab grafiklar quyidagi turlarga bo'linadi:

- taqqoslash nisbiy miqdorlarini aks ettiruvchi grafiklar;
- dinamika nisbiy miqdorlarini aks ettiruvchi grafiklar;
- tuzilmaviy nisbiy miqdorlarini aks ettiruvchi grafiklar;
- davlat buyurtmalari, rejalar va shartnomalarning bajarilishini nazorat qilishni aks ettiruvchi grafiklar;
- hodisa va voqealarning hududlar miqyosida joylashishini va yoyilishini aks ettiruvchi grafiklar;
- taqsimot qatorlarini aks ettiruvchi grafiklar.

**Diagrammalar.** Diagrammalar chiziqli, ustun (yoki lenta) shaklli diagrammalar, sektorli, tasvirli ko'rinishlarda bo'ladi.

Chiziqli diagrammalar keng tarqalgan bo'lib, ular yordamida dinamika qatorlari ko'rsatkichlari, xodisalar orasidagi bog'lanishlar, taqsimot qatorlari ko'rsatkichlari va shu kabilar tasvirlanadi. Ular koordinat maydoni yoki raqamli setka asosida tuziladi.

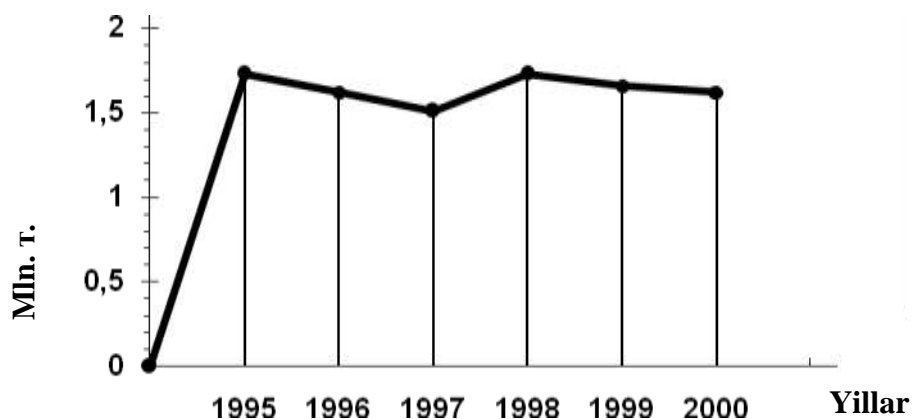
Tikka o'qqa (ordinata o'qi) olingan miqyosda dinamika qatorlarining ko'rsatkichlari yoki natijaviy belgining qiymatlari nuqtachalar bilan nishonlanib

joylashtiriladi. Yotiq o'qqa (abstsissa o'qi ) ma'lum miqyosda qatorning davrlari (vaqtlari) yoki omil belgisining qiymatlari nuqtachalar bilan nishonlanadi. Keyin o'qlardagi har qaysi nuqtachalardan qarama-qarshi o'qqa nisbatan yondosh ravishda perpendikulyar chiziqlar o'tkaziladi. Ularning o'zaro uchrashgan nuqtalari birlashtiriladi va natijada siniq chiziq hosil bo'ladi. Bu siniq chiziq dinamika qatorlarini yoki o'rganilayotgan hodisalarning o'zaro bog'lanishini tavsiflaydi. Quyidagi ma'lumotlarni chiziqli diagramma shaklida ifodalaylik

### 1.3-jadval

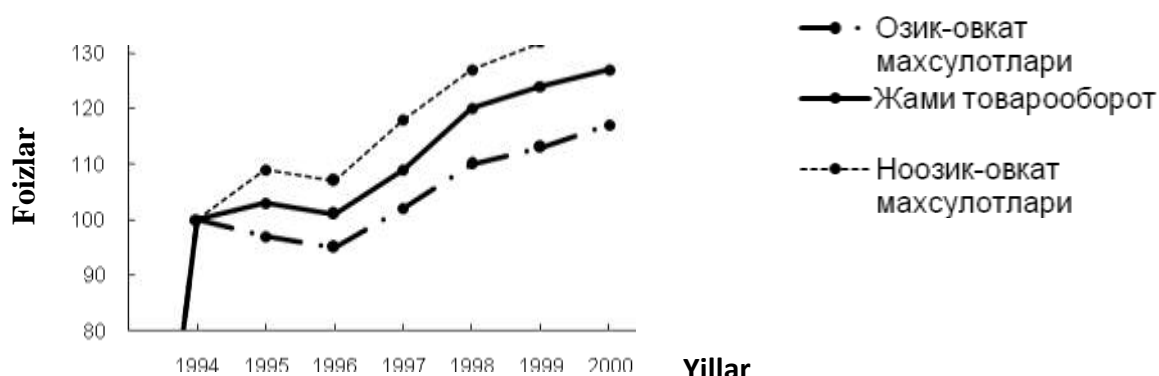
#### 2012-2017 yillarda import qilingan tovar maxsulotlarining hajmining o'zgarishi

Yillar	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Improt miqdori, tonna.	1728	1622	1505	1732	1656	1623
Yillar	1	2	3	4	5	6
Improt miqdori, ming tonna.	1,73	1,62	1,51	1,73	1,66	1,62



#### 1.2-rasm. Tovarlar importi dinamikasi

Chiziqli diagrammada bir nechta hodisa dinamikasini ham tasvirlash mumkin. Bunday holda siniq chiziqlar har xil ranglar bilan yoki bir-biridan ajralib turadigan ko'rinishda chizilishi kerak.



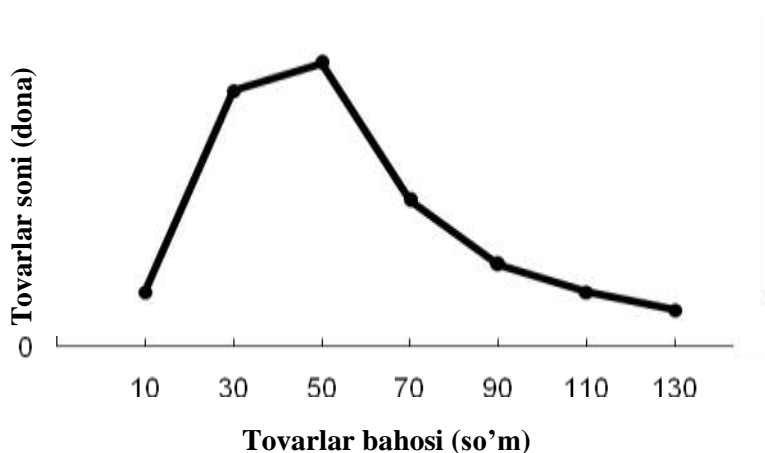
#### 1.3-rasm. Oziq-ovqat va noozik-ovqat maxsulotlarining tovaroborot dinamikasi

Savdo shaxobchasida bir kunda sotilgan tovarlar bahosi bo'yicha quyidagicha taqsimlangan:

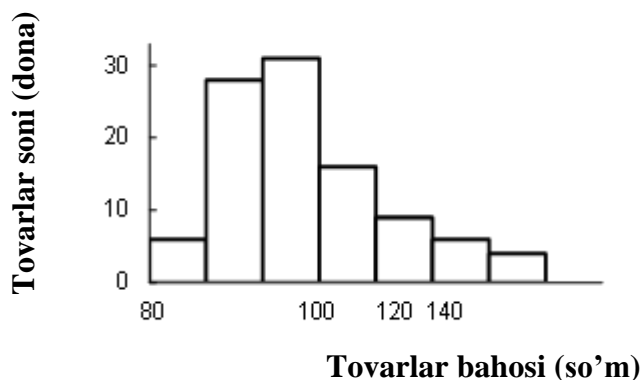
Tovarlar bahosi(ming so'm)	Tovarlar	Jamiga nisbatan foiz
----------------------------	----------	----------------------

Oraliq qatorlarda	Diskret qatorlarda	soni(dona)	hisobida
20ming so'mgacha	10	6	6
20-40	30	28	28
40-60	50	31	31
60-80	70	16	16
80-100	90	9	9
100-120	110	6	6
120 va undan yuqori	130	4	4

Oraliq variatsion qatorlar uchun tuzilgan diagramma *taqsimlanish gistogrammasi* deb yuritiladi.



1.4-rasm. Sotilgan tovarlar bahosi va soni bo'yicha taqsimlanish poligoni

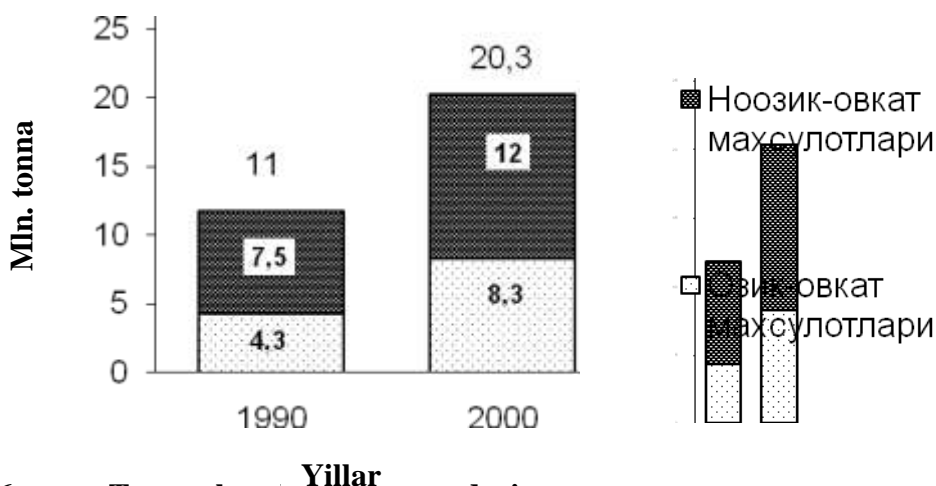


1.5-rasm. Sotilgan tovarlar bahosi va soni bo'yicha taqsimlanish gistogrammasi

*Ustun (yoki lenta) shaklli diagramma* statistik ma'lumotlarni ko'rsatmali qilib tasvirlashning eng oddiy usulidir.

### Tovar maxsulotlarining hajmi

Yillar	Jami maxsulotlar soni (ming tonna)	Shu jumladan		Jamiga nisbatan % hisobida	
		Oziq-ovqat maxsulotlari	Nooziq-ovqat mahsulotlari	Oziq-ovqat maxsulotlari	Nooziq-ovqat mahsulotlari
2007	11799	4322	7477	36,6	63,4
2017	20322	8282	12040	40,8	59,2



2.6-rasm. Tovar almashtirishning miqdori

### 1.5. Ekonometrikada qo'llaniladigan o'zgaruvchilar va ularning turlari

Iqtisodiy jarayonlarni o'rganish maqsadida statistik kuzatishlar natijasida olingan ma'lumotlar jarayonning ma'lum bir tomonini (qirrasini) ifodalovchi belgilar bo'lib, ular jarayonlarning o'zgarishida natijaviy va ta'sir etuvchi omillarga bo'linadi. Bir belgining o'zgarishi natijasida ikkinchi belgi ham o'zgarsa, birinchi belgi omil belgi, ikkinchi belgi esa natijaviy belgi deyiladi va bu omillarning o'zaro bog'liqligini ko'rsatadi va quyidagicha ifodalanadi:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n).$$

Bu erda  $y$  natijaviy belgi,  $x_i$  lar esa omil belgilardan iborat.

O'zgaruvchilar o'zaro bog'liq va bog'liq bo'lmagan o'zgaruvchilarga bo'linadi. Ularning o'zaro bog'liq yoki bog'liq emasligi korrelyatsion tahlil natijalari asosida aniqlaniladi.

Omillar o'zlarining sifat va miqdoriy jihatlariga ega. Son bilan ifodalanadigan belgilar miqdoriy belgilar deyiladi, son bilan ifodalanmaydigan, ya'ni so'z bilan ifodalanadigan omil va natijaviy belgilarni sifat tomonini ifodalovchi belgilar -atributiv belgilar deyiladi. Omillar miqdoriy jihatdan o'lchalanadigan bo'lishi kerak. Agar omillar miqdoriy jihatdan o'lchash imkoniyati bo'lmagan sifat ko'rsatkichlaridan iborat bo'lsa, ularni miqdor jihatdan aniqlashtirish zarur (masalan, natijaviy belgi - hosildorlikka ta'sir etuvchi tuproqning sifati - omil belgi, balki ko'rinishida emas balki qiymat ko'rinishiga aylantirilishi kerak).

Iqtisodiy jarayonlarni tadqiq qilishda o'rganiluvchi omillar endogen va ekzogen omillarga bo'linadi. Tenglamalar tizimi bilan ifodalangan iqtisodiy jarayonlarda natijaviy belgilar  $y_i$  lar, ya'ni bog'liq o'zgaruvchilar *endogen* omillar deyiladi. *Ekzogen* o'zgaruvchilar avvaldan aniqlangan, endogen o'zgaruvchilarga ta'sir etuvchi, lekin ularga bog'liq bo'lmagan o'zgaruvchilardir, ular odatda  $x$  sifatida belgilanadi.

Ekonometrik modellarni tuzishda muhim bosqichlaridan biri modelda qatnashadigan omillar va ko'rsatkichlarni tanlashdir.

Ko'p hollarda o'rganilayotgan ko'rsatkichlarga juda ko'p omillar ta'sir etmoqda. Shu jumladan, ularning hammasi modelda qatnashishi mumkin emas yoki iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq emas.

Ko'rsatkichlar va omillarni to'liq qator sifatida quyidagicha tasvirlash mumkin:

$$y = f(x_1, \dots, x_k/x_{(k+1)}, \dots, x_m/x_{(m+1)}, \dots, x_n)$$

1) Birinchi omillar guruhi  $(x_1, \dots, x_k)$  – bu modelga kiritiladigan o'zgaruvchilar

2) Ikkinchi omillar guruhi  $(x_{(k+1)}, \dots, x_m)$  – modelda qatnashmaydi, lekin ulardan har biri tadqiqotchi tomonidan kuzatilayotgan statistik jamlanmada u yoki bu qiymatlarda nazorat qilinadi

3) Uchinchi omillar guruhi  $(x_{(m+1)}, \dots, x_n)$  – tasodifiy o'zgaruvchilar, ular tadqiqotchi tomonidan nazorat qilinmaydi, lekin "y"ning o'zgarishiga ta'sir etmoqda.

Agar birinchi guruhga soni bo'yicha ko'p bo'lmagan, lekin "y" ning o'zgarishiga kuchli ta'sir qilgan omillar qirsa, ushbu ekonometrik model ahamiyatli deb hisoblanadi.

Bundan tashqari, qolgan omillardan ko'proq soni 2 chi guruhga va kamroq soni 3 chi guruhga kirgani maqsadga muvofiqdir.

*Bog'liq va bog'liq bo'lmagan o'zgaruvchilarni tanlash.*

Hodisalar orasidagi o'zaro bog'lanishlarni o'rganish ekonometrika fanining muhim vazifasidir. Bu jarayonda ikki xil belgilar yoki ko'rsatkichlar ishtirok etadi, biri erkli o'zgaruvchilar, ikkinchisi erksiz o'zgaruvchilar hisoblanadi. Birinchi toifadagi belgilar boshqalariga ta'sir etadi, ularning o'zgarishiga sababchi bo'ladi. shuning uchun ular omil belgilar deb yuritiladi, ikkinchi toifadagilar esa natijaviy belgilar deyiladi. Masalan, paxta yoki bug'doyga suv, mineral o'g'itlar va ishlov berish natijasida ularning hosildorligi oshadi. Bu bog'lanishda hosildorlik natijaviy belgi, unga ta'sir etuvchi kuchlar (suv, o'g'it, ishlov berish va h.k.) omil belgilardir.

Yoki, iste'molchining daromadi ortib borishi natijasida uning tovar va xizmatlarga bo'lgan talabi oshadi. Bu bog'lanishda talabning ortishi natijaviy belgi, unga ta'sir etuvchi omil, ya'ni daromad esa omil belgidir.

Omillarning har bir qiymatiga turli sharoitlarida natijaviy belgining har xil qiymatlari mos keladigan bog'lanish korrelyatsion bog'lanish yoki munosabat deyiladi. Korrelyatsion bog'lanishning xarakterli xususiyati shundan iboratki, bunda omillarning to'liq soni noma'lumdur. Shuning uchun bunday bog'lanishlar to'liqsiz hisoblanadi va ularni formulalar orqali taqriban ifodalash mumkin, xolos.

Umumiy holda qaralsa, korrelyatsion munosabatda erkin o'zgaruvchi X belgining har bir qiymatiga  $(x_i, i = \overline{1..k})$  erksiz o'zgaruvchi U belgining  $(y_j, j = \overline{1..s})$  taqsimoti mos keladi. O'z-o'zidan ravshanki, bu holda ikkinchi U belgining har bir qiymati  $(y_j)$  ham birinchi X belgining  $(x_i)$  taqsimoti bilan xarakterlanadi. Agar to'plam hajmi katta bo'lsa, belgi X va U larning juft qiymatlari  $x_i$  va  $y_j$  ham ko'p bo'ladi va ulardan ayrimlari tez-tez takrorlanishi mumkin. bu holda korrelyatsion bog'lanish kombinatsion jadval (korrelyatsiya to'ri) shaklida tasvirlanadi.

Bog'lanishlar to'g'ri chiziqli va egri chiziqli bo'ladi. Agar bog'lanishning tenglamasida omil belgilar ( $X_1, X_2, \dots, X_K$ ) faqat birinchi daraja bilan ishtirok etib, ularning yuqori darajalari va aralash ko'paytmalari qatnashmasa, ya'ni  $y_x = a_0 + \sum_{i=1}^K a_i X_i$  ko'rinishda bo'lsa, chiziqli bog'lanish yoki xususiy holda, omil bitta bo'lganda  $y = a_0 + a_1 x$  to'g'ri chiziqli bog'lanish deyiladi.<sup>1</sup>

Ifodasi to'g'ri chiziqli tenglama bo'lmagan bog'lanish egri chiziqli bog'lanish deb ataladi. Xususan,

$$\text{parabola } y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2$$

$$\text{giperbola } y_x = a_0 + \frac{a_1}{x}$$

darajali  $y_x = a_0 x^a$  va boshqa ko'rinishlarda ifodalanadigan bog'lanishlar egri chiziqsiz bog'lanishga misol bo'la oladi.

### **1.6 Ekonometrik modellarni tuzishda qatnashadigan iqtisodiy ma'lumotlarga qo'yiladigan talablar**

Korrelyatsion va regression tahlilni qo'llash vaqtida, omillarni tanlab olish va ulardan modellarda foydalanish hamda baholashdagi asosiy qoidalar quyidagilardan iborat:

1. Omillarni o'rganish bilan qamrab olinadigan ro'yxat chegaralangan, omillar esa nazariy asoslangan bo'lishi lozim.
2. Modelga kiritilgan barcha omillar miqdor o'zgarishlarga ega bo'lishi kerak.
3. Tadqiq qilinayotgan to'plam sifatli bir jinsli bo'lishi lozim.
4. Omillar o'zaro funktsional bog'lanmasliklari shart.
5. Kelajakda omillar o'zaro ta'sirini ekstrapolyatsiya qilish uchun modellardan foydalanilayotgan vaqtda xarakter jiddiy o'zgarmasligi, statistik mustahkam va barqaror bo'lishi lozim.
6. Regression tahlilda har bir omilning ( $x$ ) qiymatiga bir xil regressiyali natijaviy o'zgaruvchi ( $y$ ) taqsimoti normal yoki yaqin darajada mos kelish lozim.
7. O'rganilayotgan omillar tadqiq etilgan, natijaviy ko'rsatkichli, mantiqan davriy bo'lishi lozim.
8. Natijaviy ko'rsatkichga jiddiy ta'sir ko'rsatadigan faqat muhim omillar ta'sirini ko'rib chiqish lozim.
9. Regressiya tenglamalariga kiritilgan omillar soni katta bo'lmasligi lozim. Chunki omillar sonining katta bo'lishi, asosiy omillardan chetga olib kelishi mumkin. Omillar soni kuzatishlar sonidan 3-5 marta kam bo'lishi kerak.
10. Regressiya tenglamasining omillari turli xil xatolar ta'sirida buzilishga olib keladigan xatoliklar bo'lmasligi kerak. Omillar o'rtasida funktsional yoki shunga yaqin bog'lanishlarning mavjudligi - multikollenearlik borligini ko'rsatadi.
11. Kuzatuvlar sonini oshirish uchun ularning makonda takrorlanishidan foydalanish mumkin emas. Makonda hodisalarning o'zgarishi avtoregressiyani vujudga

---

<sup>1</sup>Gujarati D.N. Basic Econometrics. McGraw-Hill, 4<sup>th</sup> edition, 2003 (Gu), Inc. p. 10



keltirishi mumkin. Avtoregressiya esa statistikadagi mavjud o'zgaruvchilar o'rtasidagi bog'lanishni ma'lum darajada buzadi. Shuning uchun ko'rsatkichlar dinamik qatorlarida regression bog'lanishni o'rganish statistikadagi bog'lanishni o'rganishdan tubdan farq qiladi.

12. Har bir omil bo'yicha taqsimot normal taqsimotga ega bo'lishi shart emas. Bu regression tahlilni natijaviy, alomatli qiymat va tasodifsiz qiymatli omillar o'rtasidagi bog'lanishni ifodalovchi sifatida ta'riflashdan kelib chiqadi.

13. Omillarni natural birlikda o'lchashda nisbiy qiymatlarga nisbatan ortiqroq ko'rish lozim. Nisbiy qiymatlar o'rtasidagi korrelyatsiya, regressiya tenglamasi parametrlari qiymati bog'lanish mazmunini buzishi mumkin. Omillar o'rtasidagi bog'lanishni ifodalovchi sifatida ta'riflashdan kelib chiqadi.

Demak, ekonometrik modellarga qo'yiladigan asosiy talablar :

1) Modelda kuzatilayotgan "**y**"ning o'zgarishiga kuchli ta'sir qilayotgan asosiy omillar qatnashishi kerak;

2) Barcha bog'liq bo'lmagan "**x**"omillar asosiy bog'liq bo'lgan omil "**y**"bilan zich bog'langan bo'lishi kerak;

3) Bog'liq bo'lmagan "**x**"omillar o'zaro sust (kuchsiz) bog'langan bo'lishi kerak.

Iqtisodiy jarayonlar dinamikasini aks ettirish mohiyatiga ko'ra, statik va dinamik modellar mavjud.

Statik modellar o'zida vaqtning ayrim, qayd qilingan oralig'ini qamrab oladi. Dinamik model vaqtning izchil oraliq tizimi holatini aks ettiradi. O'zgaruvchan xarakterga ko'ra, boshlang'ich iqtisodiy ishlab chiqarish omillari yoki aralash omillarni o'z ichiga olgan modellarni ko'rsatish mumkin.

Ishlab chiqarishning boshlang'ich omillari deganda, keyinchalik taqsimlab bo'lmaydigan oddiy omillar, masalan, resurslar harajati - jonli mehnat, vosita, mehnat qurollari tushuniladi. Modelning tuzilishiga qarab, ularni modelga turli o'lchov birligi (natural, qiymat) va turli aniqlik darajasi bilan kiritish mumkin. Bunday holda ularning boshlang'ich xarakteri saqlanadi.

Quyidagi modellar turi boshlang'ich va ishlab chiqarish omillarining turli kombinatsiyalarini beradi:

a) ishlab chiqarish natijalarining boshlang'ich resurslar xarajati darajasi va tarkibiga hamda ishlab chiqarish ehtiyojlari sharoitiga bog'liqligini xarakterlaydigan to'liq modellar;

b) ishlab chiqarish ehtiyojlari sharoiti ob'ektlari guruhi yoki vaqt bo'yicha barqaror hisoblangan paytlarda qo'llaniladigan «vazifalar - mahsulot ishlab chiqarish» modeli;

c) ishlab chiqarish texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar o'rtasidagi o'zaro va boshlang'ich ishlab chiqarish omillari bilan aloqalarini xarakterlovchi turli xil modellar.

Modellar o'zgaruvchanligiga ko'ra, umumiy va xususiy modellarga bo'linadi. Umumiy model o'lchanadigan alomatlarining barchasini hamda o'rganilayotgan ishlab chiqarish jarayonining bir tomonini, masalan, tabiiy sharoit belgilarini qisman o'z ichiga oladi. Alomatlarining barchasini o'z ichiga olgan model bilan xususiy (masalan, faqat tabiiy sharoit omillari) modelni taqqoslab, ishlab chiqarish tabiiy iqlim

omillarining ta'siri qaysi vaqtda ko'proq, qaysi vaqtda kamroq bo'lishini aniqlash mumkin.

Umumiylik darajasi bo'yicha iqtisodiy ko'rsatkichlar avtonom tizimidagi farqlarni ajrata bilish lozim. Birinchi xil modellar mustaqil foydalanish, ikkinchi xil modellar esa qandaydir tizimdagi modellarning organik tarkibiy qismi hisoblanadi. va ularni qo'llash xarakterini aniqlaydi.

Tasniflashning mana shu turiga modellarning bir sathli, pog'onali va ko'p sathli bo'linishi ham kiradi. Ayrim hollarda ishlab chiqarish boshlang'ich omillarining katta sonlarni hisobga olish va xususiy texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar orqali ularni samaradorlikning umumiy sintetik ko'rsatkichlariga ta'sirini tekshirish xususiyati bilan ikkinchi sxema ustun turadi.

Pog'onali, ko'p sathli modellar faqat turli darajadagi iqtisodiy aloqalarni aks ettirish uchun tuzilmay, balki turli davrlarga mansub bo'lgan iqtisodiy ko'rsatkichlarni modellashtirish bilan aniqlash uchun ham tuziladi.

Modellarni tuzilishi bo'yicha tasniflash jarayonini modellar yordamida ifodalash va boshlang'ich axborotdan foydalanish xarakteri alomati bo'yicha tasniflashdan iborat. Birinchi xil alomat (belgi) bo'yicha ikki xil statistik modellarni ko'rsatish mumkin. Ular bashoratlarni tavsiflash va tushuntirish modellaridir.

Tavsiflash modellari - o'zgaruvchan o'zaro aloqalarni eng yaxshi tarzda tavsiflaydigan regressiyalarni tenglashtirish modeli hisoblanadi. Bunday hollarda modellar parametri mazmundor ma'noga ega bo'lmaydi. Mazkur parametrlar qiymatini belgilashda approksimatsiya, ya'ni tavsiflanayotgan o'zgaruvchan kirish bilan tavsiflanayotgan chiqish o'rtasidagi statistik muvofiqlik barqarorlik vazifalari hal eiladi.

Tavsiflash modellarini tuzish paytida ko'pincha belgilangan muddatdagi iqtisodiy ko'rsatkichlarning aralashma faktlaridan foydalaniladi. Bunday hollarda ko'rsatkichlar harakatidagi ketma-ketlik va aloqalar mavjudligi to'g'risidagi statistik ma'lumotlar tadqiqotchilarni qiziqtiradi.

Ko'pincha tavsiflash modellarini tuzish vaqtida iqtisodiy ko'rsatkichlarning aralash faktlaridan foydalaniladi. Bunday hollarda tadqiqotchilarni dalil sifatida tanlab olingan ko'rsatkichlar funksiyalarning o'zgarishiga sabab bo'lgan yoki bo'lmaganligi haqidagi statistik dalil qiziqtiradi. Tushuntirish - bashoratlash modelining nomi, uning milliy iqtisodiyotda qanday rol tutishini aniq tushuntiradi. Ular belgilangan faktlar majmui, gipotezalar o'rtasidagi muvofiqlikni aniqlaydi. Bunday omillar - dalillarni taqqoslash asosida bashoratlashtirilayotgan ko'rsatkich shakllanish mexanizmini o'rganish, ya'ni sanoat ob'ekti rivojlanishining harakatlantiruvchi kuchlarini aniqlash masalasi turadi.

Tushuntirish - bashoratlash modeli parametrlarini baholashda aynan tenglashtirish masalasi hal qilinadi. Masalaning mohiyati qandaydir to'g'ri keladigan statistik usullar yordamida chuqur ma'noli farazlar asosida tuzilgan tenglamalarning noma'lum parametrlarini qidirib topishdan iborat. Binobarin, identifikatsiya masalalarining approksimatsiya masalalaridan farqi shundaki, unda oldindan o'zgaruvchan bog'lanish tarkibi berilgan bo'ladi.

## **Takrorlash uchun savollar va topshiriqlar**

1. Model va iqtisodiy model nima?
2. Iqtisodiy-matematik model nima, modellashtirish deganda nimani tushunasiz va u qanday elementlarni o'z ichiga oladi?
3. Modellashtirishni qo'llashning tarixi haqida nima bilasiz va iqtisodiy-matematik usullar deb nimaga aytiladi?
4. Nazariy-analitik, amaliy, makroiqtisodiy va mikroiqtisodiy modellarga ta'rif bering.
5. Qanday modellar funktsional, tuzilmaviy, determinirlangan va stoxastik modellar deb ataladi?
6. Statik, dinamik, chiziqli, chiziqsiz, fazoviy va nuqtaviy modellar haqida nima bilasiz?
7. Matematik iqtisodiyotning ekonometrikadan farqi nimada?
8. Modellashtirishning qaysi bosqichlarini bilasiz va modellashtirishning birinchi ikkita bosqichining mohiyati nimada?
9. Modellashtirishning so'nggi to'rtta bosqichi nimaga mo'ljallangan?
10. Matematikadan iqtisodiyotda foydalanish qanday imkoniyatlar beradi?

### **Foydalanilgan adabiyotlar**

<i>Asosiy adabiyotlar:</i>	<p>1.Christopher Dougherty. Introduction to Econometrics. Oxford University Press, 2011. – 573 p.</p> <p>2.Gujarati D.N. Basic Econometrics. McGraw-Hill, 5<sup>th</sup> edition, 2009. – 922 p.</p> <p>3.Abdullaev O.M., Xodiev B.Yu., Ishnazarov A.I. Ekonometrika. Uchebnik. –T.: Fan va texnologiya. 2007. – 612 s.</p> <p>4.Shodiev T.Sh. va boshqalar. Ekonometrika. –T.: TDIU, 2007. – 270 b.</p> <p>5.Abdullaev O.M., Jamalov M.S. Ekonometricheskoe modelirovanie. Uchebnik. –T.: Fan va texnologiya. 2010. – 612 s.</p>
<i>Qo'shimcha adabiyotlar:</i>	<p>1. Greene W.H. Econometric Analysis. Prentice Hall. 7<sup>th</sup> edition, 2011. – 1232 p.</p> <p>2. Ayvazyan S.A. Prikladnaya statistika i osnovi ekonometriki. Uchebnik. – M. YuNITI, 2007. – 345 s.</p> <p>3. Eliseeva. I.I., Kurisheva S.V. i dr. Ekonometrika: Uchebnik. - M.: Finansi i statistika, 2007. – 260 s.</p> <p>4. Habibullayev I. Iqtisodiy matematik usullar va modellar: o'quv qo'llanma / O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi. - Toshkent: "Tafakkur-Bo'stoni", 2012. 112 b.</p>
<i>Internet resurslar:</i>	<p><a href="http://www.mf.uz">www.mf.uz</a> – O'zbekiston Respublikasi Moliya vazirligi sayti.</p> <p><a href="http://www.lex.uz">www.lex.uz</a> – O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi.</p> <p><a href="http://www.ifmr.uz">www.ifmr.uz</a> – O'zbekiston Respublikasi Prognozlashtirish va makroiqtisodiy tadqiqotlar instituti sayti.</p> <p><a href="http://www.mineconomu.uz">www.mineconomu.uz</a> – O'zbekiston Respublikasi Iqtisodiyot vazirligi sayti.</p> <p><a href="http://www.stat.uz">www.stat.uz</a> – O'zbekiston Respublikasi davlat statistika qo'mitasi rasmiy sayti.</p>

## 2-MA'RUZA

### **JUFT KORRELYATSION - REGRESSION TAHLIL**

#### **REJA:**

**2.1 Regression model to'g'risida tushuncha**

**2.2 Bir omilli chiziqli regression model turlari**

**sosiy tayanch iboralar**

- |                  |                           |
|------------------|---------------------------|
| 1. Giperbola     | 7. Maksimal               |
| 2. Parabola      | 8. Simmetrik              |
| 3. Polinom       | 9. Normal                 |
| 4. Ko'rsatkichli | 10. Logarifmik            |
| 5. Eksponentsial | 11. Korrelyatsiya indeksi |
| 6. Ekstremal     | 12. Dispertsiya           |

**3.1. Regression model to'g'risida tushuncha**

Yuqorida aytib o'tilganidek ekonometrikada statistika usullari keng qo'llaniladi. Ekonometrika iqtisodiy o'zgaruvchilar orasidagi o'zaro bog'lanishni miqdoriy jihatdan ifodalashni maqsad qilgan holda u avvalo regressiya va korrelyatsiya usullari bilan bog'langan.

**Regressiya haqida tushuncha.** O'rganiluvchi erkli parametrlar  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , o'rganiluvchi erksiz parametr  $y$  bo'lsin. Alohida hollarda  $y$  ni  $x_1, x_2, \dots, x_n$  parametrlarning funktsiyasi deb qarash mumkin, ya'ni

$$Y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (2.1)$$

Agar  $y$  hosil xajmi bo'lsa, u sug'orishlar soniga, ishlatilgan mineral ozuqa hajmiga, havoning harorati va boshqalarga bog'liq. Bundan ko'rinadiki, hosildorlik tasodifiy jarayondir. Shuning uchun (2.1) munosabat tasodifiy o'zgaruvchilarni o'z ichiga oladi. Bunday o'zgaruvchilarni  $\varepsilon$  deb belgilasak (2.1)ni o'rniga ushbu

(2.2)

$$Y = f(x_1, x_2, \dots, x_n, \varepsilon)$$

munosabatni yozish mumkin.

Bunday munosabat(bog'lanish) *korrelyatsion* deyiladi.  $Y$  va  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , lar orasidagi analitik munosabat *regressiya tenglamasi* deyiladi.

Regressiya tenglamasiga kiritilgan o'zgaruvchilarning soniga bog'liq ravishda juft (oddiy) va ko'p omilli (o'lchovli) regressiya bo'lishi mumkin.

$Y$  va  $x$  ikki o'zgaruvchi orasidagi regressiya *juft(oddiy) regressiya* deyiladi, ya'ni model

$$y = f(x)$$

ko'rinishga ega bo'ladi.

bu erda:  $y$  – natijaviy belgi(erksiz o'zgaruvchi);

$x$  – erkli o'zgaruvchi(omil).

Natijaviy belgining ikki va undan ortiq erkli o'zgaruvchilar bilan regressiyasi *ko'p omilli regressiya* deyiladi.

## 2.2. Bir omilli chiziqli regression model turlari

Har qanday ekonometrik tadqiqot o'zgaruvchilar oralaridagi bog'lanishlar nazariyasidan kelib chiqib modellarni shakllantirishdan boshlanadi. Avvalo natijaga ta'sir etuvchi omillar to'plamidan muxumlarini, ko'proq ta'sir etuvchilarini ajratib olinadi. Agarda iqtisodiy jarayonni belgilovchi asosiy omil ma'lum bo'lsa, u holda jarayonni o'rganish uchun juft regressiyaning o'zi etarli.

Masalan, mahsulotga bo'lgan talab ( $y$ ) miqdori narxga nisbatan teskari bog'langan degan quyidagi gipoteza ilgari surilayotgan bo'lsa, ya'ni

$$\hat{y}_x = a - b \cdot x$$

Bunday hollarda yana qanday omillar ta'sir etishini, ularning qaysi biri o'zgarimas bo'lishi mumkinligini bilish kerak, balki ularni kelajakda modelda e'tiborga olish va oddiy regressiyadan ko'p omilli regressiyaga o'tish kerakdir.

Juft regressiya tenglamasi kuzatuv natijalaridan olingan ma'lumotlarning o'rtacha qiymatini o'zgarish qonuniyatidan kelib chiqib ikki o'zgaruvchi orasidagi bog'lanishni ifodalaydi. Agar talabning ( $y$ ) narxga ( $x$ ) bog'liqligi masalan,  $y = 1000 - 2 \cdot x$  tenglama bilan ifodalansa, u xolda bu tenglama narx 1 pul birligiga ortganda, talab o'rtacha 2 pul birligiga kamayishini ifodalaydi.

Regressiya tenglamasida ko'rsatkichlar orasidagi korrelyatsion bog'lanish mos matematik funktsiyalar bilan ifodalangan funktsional bog'lanish ko'rinishida tasavvur etiladi. Amalda har bir alohida holatda  $y$  kattalik quyidagicha ikkita qo'shiluvchidan tashkil topadi.

$$y_j = y_{x_j} + \varepsilon_j$$

bu erda:  $y_j$  - natijaviy ko'rsatkichning haqiqiy qiymati;

$y_{x_j}$  - natijaviy ko'rsatkichning regressiya tenglamasidan topilgan nazariy qiymatlari;

$\varepsilon_j$  - regressiya tenglamasida aniqlangan natijaviy ko'rsatkichning haqiqiy qiymatini nazariy qiymatidan og'ishini ifodalovchi tasodifiy miqdorlar.

Tasodifiy miqdor  $\varepsilon$  - ta'siri modelda e'tiborga olinmagan omillarni, tasodifiy xatolarni va o'lchash xususiyatlarini o'z ichiga oladi.

Tasodifiy miqdorlarni modellarda e'tiborga olinishi quydagilar manbalar bilan bog'liq; modellarning tuzilishi; boshlang'ich mag'lumotlarni tanlab olish xususiyati hamda o'zgaruvchilarni o'lchash va ularni hisoblash xususiyatlari.

Ushbulardan kelib chiqib, yuqorida keltirilgan  $y$  talabni  $x$  narxga bog'liqligi tenglamasi quydagicha yoziladi;

$$y = 1000 - 2 \cdot x + \varepsilon$$

Ko'rinib turibdiki, har doim ham tasodifiy xolatlarni e'tiborga olish uchun imkoniyatlar mavjud.

Talabni narxga teskari bog'liqligini albatta chiziqli  $\hat{y}_x = a - b \cdot x$

funktsiya bilan tavsiflash shart emas. Bunday bog'lanishni tavsiflovchi boshqa munosabatlar ham mavjud, masalan:

$$\hat{y}_x = a \cdot x^{-b}; \quad \hat{y}_x = a + \frac{b}{x}; \quad \hat{y}_x = \frac{1}{a + b \cdot x};$$

Shuning uchun tasodifiy miqdorning (xatolikning) katta kichikligi tanlab olingan modelni qanchalik to'g'ri tuzilganliga bog'liq. Tasodifiy miqdor qancha kichik bo'lsa, natijaviy ko'rsatkichning nazariy qiymati shunchalik, uning haqiqiy qiymati bilan ustma-ust tushadi.

Xatoga yo'l qo'yilishiga nafaqat matematik funktsiyani noto'g'ri tanlash, balki regressiya tenglamasida muhim bo'lgan omilni xisobga olmaslikka ham bog'liq, ya'ni ko'p omilli regressiyaning o'rniga juft regressiyani qo'llash ham sabab bo'ladi. Masalan ma'lum bir maxsulotga bo'lgan talab nafaqat uning narxiga, balki jonboshiga to'g'ri keladigan daromadga ham bog'liq bo'lishi mumkin.

Xatolikka yo'l qo'lilishida ma'lumotlarni tanlashdagi xatolik ham sabab bo'lishi mumkin. Chunki tadqiqotchi ko'rsatkichlar orasidagi bog'lanish qonuniyatlarini aniqlashda tanlab olingan ma'lumotlar asosida ish ko'radi.

Tanlashdagi xatolik ko'pchilik holatlarda iqtisodiy jarayonlarni o'rganishda boshlang'ich statistik ma'lumotlar to'plamini bir jinisli bo'lmaganligi uchun ham yuzaga keladi. Agar ma'lumotlar zamon va makonda bir jinisli bo'lmasa regressiya tenglamasi hech qanday ma'noga ega bo'lmaydi. Bunday holatlarda natijani yaxshilash uchun o'rganilayotgan statistik ko'rsatkichlarning anamal(haqiqatga to'g'ri kelamaydigan) qiymatlarini to'plash birliklaridan chiqarib tashlanadi.

Regressiya usullarini amaliyotda qo'llashda ma'lumotlarni o'rganishdagi xatoliklar katta xavf tug'diradi.

Agar noto'g'ri qurilgan modellarni ularni shaklini o'zgartirib xatolikni kamaytirish mumkin bo'lsa, ma'lumotlarni tanlashdagi xatolikni ma'lumotlar hajmini, ya'ni statistik to'plamni kattalashtirish bilan kamaytirish mumkin.

Ma'lumotlarni o'lchashdagi xatoliklar makrodarajadagi tadqiqotlarda katta ahamiyatga ega. Bozor iqtisodiyoti sharoitida talab va ist'molni tadqiq qilishda asosiy o'zgaruvchi sifatida "aholi jon boshiga daromad" keng qo'llaniladi. Shu bilan birga daromad miqdorini statistik nuqtai nazaridan aniqlash(o'lchash)da qator qiyinchiliklarga duch kelinadi. Bu bo'yicha olinadigan ma'lumotlar xatodan holi emas, masalan, hisobdan chetda qoladigan yashirilgan daromadlarni aytish mumkin.

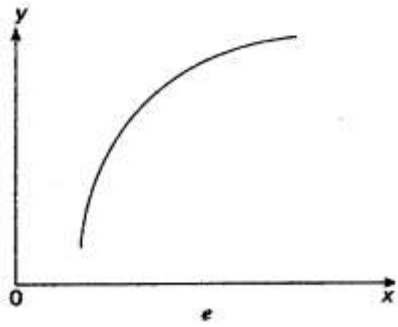
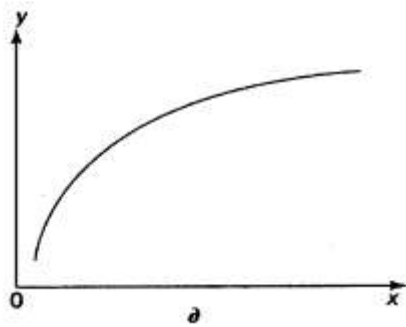
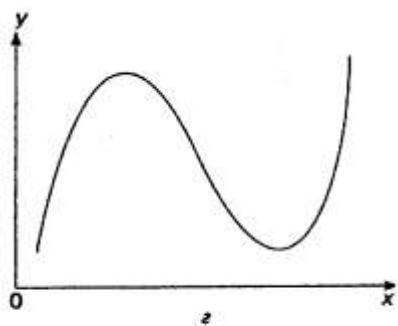
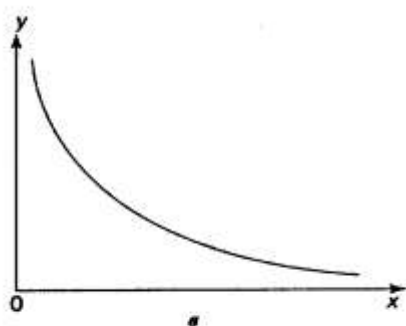
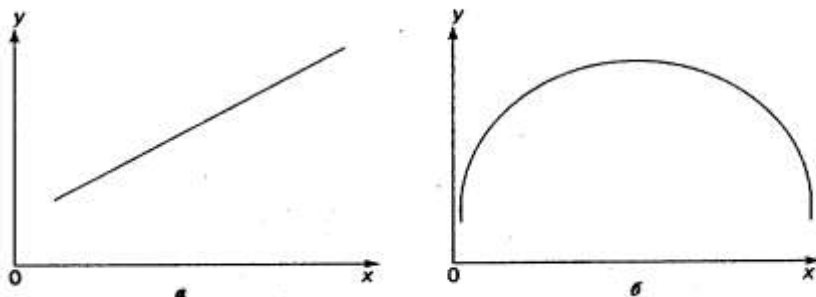
Ekonometrik tadqiqotlarda ma'lumotlarni o'lchab olishdagi xatolarni minimal holatga keltirilgandan so'ng asosiy e'tibor modellarni qurishdagi xatoliklarga qaratiladi.

Juft regressiyada  $\hat{y}_x = f(x)$  matematik funktsiyani ko'rinishlarini tanlash uchta usul bilan amalga oshirilishi mumkin:

- grafik usuli;
- analitik usul, ya'ni o'zaro bog'lanishlarni o'rganish nazariyasidan kelib chiqib;

- eksperimental (tajriba)usuli;

Ikki ko'rsatkich orasidagi bog'lanishlarni o'rganishda regressiya tenglamalarini grafik usulida tanlash ko'rgazmali chizmalar shaklida amalga oshiriladi. Bu usul korrelyatsiya maydoniga asoslanadi. Bog'lanishlarni miqdoriy jihatdan baholashda qo'llaniladigan egri chiziqlarni asosiy turlari quydagi rasmlarda keltirilgan.



2.1.- Rasm. Ikki o'zgaruvchi orasidagi bog'lanishni miqdoriy jihatdan baholashda qo'llaniladigan egri chiziqlarning asosiy turlari

$$a - \hat{y}_x = a + b \cdot x;$$

$$b - \hat{y}_x = a + b \cdot x + c \cdot x^2;$$

$$b - \hat{y}_x = a + b/x;$$

$$g - \hat{y}_x = a + b \cdot x + c \cdot x^2 + d \cdot x^3$$

$$d - \hat{y}_x = a \cdot x^b; \dots$$

$$e - \hat{y}_x = a \cdot b^x$$

Regressiya tenglamasini tanlashning analitik usuli ko'proq amalda qo'llaniladi. Ushbu usul taxlil qilinayotgan ko'rsatkichlarning o'zaro bog'lanish tabiatini o'rganishga asoslanadi.

Masalan, korxonaning elektr energiya ( $y$ ) ga bo'lgan talabi ishlab chiqarilayotgan maxsulot xajmi ( $x$ ) ga bog'liq holda o'rganilayotgan bo'lsin. Barcha iste'mol qilingan elektr energiya ( $y$ ) ni ikki qismga bo'lish mumkin:

-  $a$  ishlab chiqarish bilan bog'liq bo'lmagan;

- ishlab chiqarish hajmi ( $b \cdot x$ ) ko'payishi bilan proporsional ravishda ortib boruvchi bevosita ishlab chiqarish hajmi bilan bog'liq bo'lgan qismlarga.



U holda elektr energiya iste'molining mahsulot hajmiga bog'liqligini quyidagi regressiya tenglamasi orqali ifodalash mumkin:

$$\hat{y}_x = a + b \cdot x \quad (2.3)$$

Agar tenglamaning ikkala qismini ishlab chiqarilgan mahsulot hajmi ( $x$ ) ga bo'lsak ( $\hat{z}_x = \frac{y}{x}$ ), u holda elektr energiyaning mahsulot birligiga solishtirma sarfini ishlab chiqarilgan mahsulot xajmi ( $x$ ) ga bog'lanishini ifodalovchi quyidagi teng tomonli giperbola tenglamasini olamiz:

$$\hat{z}_x = b + \frac{a}{x}$$

Xuddi shunday korxonada harajatlarni ishlab chiqarilgan mahsulot hajmining o'zgarishiga proporsional ravishda o'zgaruvchi (material harajatlari, mehnat haqi va boshq.) shartli o'zgaruvchilarga va ishlab chiqarish hajmi o'zgarishi bilan o'zgarmaydigan (arenda haqi, boshqaruv harajatlari va boshq.) shartli o'zgarmas harajatlarga ajratish mumkin. (2.3) funktsiya diskret nuqtalarda ( $x$ -ko'rsatkichning diskret qiymatlarida) yuzaga kelishi mumkin bo'lgan hatoliklarni e'tiborga olgan holda quyidagi ko'rinishida ifodalanadi

$$\hat{y}_x(x_i) = a + bx_i + \varepsilon \quad (2.4)$$

Regressiya tenglamasini tanlashni analitik usulining mohiyati oxirgi (2.4) tenglamada  $a, b$  - parametrlarning qiymatlarini aniqlash hamda  $\varepsilon$  - tasodifiy miqdorni baholashdan iborat.

$\varepsilon$  -tasodifiy miqdorni baholashda qoldiq dispersiyadan foydalaniladi. Qoldiq dispersiya quyidagicha ifodalanadi.

Agarda qoldiq dispersiya  $\sigma_{koi}^2 = 0$  bo'lsa, natjaviy belgining asl qiymatlari, ularning nazariy qiymatlari bilan ustma-ust tushadi:

$$\sigma_{koi}^2 = \frac{1}{n} \sum (y_i - \hat{y}_x(x_i))^2$$

Demak qoldiq dispersiyaning qiymati qanchalik nolga yaqin bo'lsa, regressiya tenglamasida e'tiborga olinmagan ko'rsatkichlarni ta'siri shunchalik kamligini va regressiya tenglamasi ko'rsatkichlari orasidagi bog'lanishni to'g'ri ifodalanishini ko'rsatadi.



Tadqiqotlar natijasi shuni ko'rsatadiki kuzatuvlar natijasida olinadigan ma'lumotlar soni o'zgaruvchi  $x$  oldidagi hisoblanayotgan parametrlar sonidan 7-8 marta ko'p bo'lishi kerak, ya'ni  $y_x = a + bx$  chiziqli regressiya tenglamasi uchun ma'lumotlar soni 7 tadan kam bo'lmasligi,  $y_x = a + bx + cx^2$  regressiya tenglamasi uchun esa 14 tadan kam bo'lmasligi kerak.

Ekonometrik modellar uzoq muddatli davrni o'z ichiga olgan (10.20.30 yil) dinamika qatorlari ma'lumotlari asosida tuzilishini e'tiborga olgan holda modellarni qurishda  $x$  oldidagi parametrlarni kamroq olish maqsadga muvofiq.

### 2.3 Chiziqli regressiya va korrelyasiya

Parametrlari aniq iqtisodiy ma'noga ega bo'lgan chiziqli regressiya ekonometrikada keng qo'llaniladi. Chiziqli regressiya (2.3) yoki 2.4) ko'rinishdagi tenglamalarni qurishga olib keladi.

$\hat{y}_x = a + b \cdot x$  tenglama  $x$  omil belgining qiymatilar to'plamida uning haqiqiy qiymatlarini tenglamaga qo'yib  $y$  natijaviy belgining nazariy qiymatlariga ega bo'lishni ta'minlaydi.

Chiziqli regressiyani qurish uning  $a$  va  $b$  parametrlarini baholashga olib keladi. Chiziqli regressiyaning parametrlarini baholash turli usullar bilan amalga oshiriladi.

Chiziqli regressiyaning parametrlarini baholashning klassik usullaridan biri *eng kichik kvadratlar usuli* (EKKU) dir.

EKKU (2.3) tenglamasining " $a$ " va " $b$ " parametrlarini shunday qiymatlarini topish imkoniyatini beradiki, natijaviy  $y$  omilning haqiqiy qiymatlarini hisoblangan  $\hat{y}_x$  nazariy qiymatlaridan og'ishi (farqi) ning kvadratlari yig'indisi minimum darajada bo'ladi va u quydagicha ifodalanadi:

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{x_i})^2 \rightarrow \min \quad (2.6)$$

Agar nuqtalardagi og'ishlarni  $\varepsilon_i = y_i - \hat{y}_{x_i}$  deb belgilasak (2.6) quyidagi ko'rinishni oladi:

$$\sum_{i=1}^n \varepsilon^2 \rightarrow \min$$

$\sum_{i=1}^n \varepsilon^2$  ni  $S$  bilan belgilab quyidagi ifadani yozamiz,

$$S = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{x_i})^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - a - b \cdot x_i)^2; \quad (2.7)$$

(2.6) funktsiyaning minimum qiymatini topish uchun (2.7) ifodada  $a$  va  $b$  parametrlar bo'yicha xususiy xosilalarni topib, ularni nolga tenglanadi.

$$\frac{\partial S}{\partial a} = -2 \sum_{i=1}^n y_i + 2 \cdot n \cdot a + 2 \cdot b \sum_{i=1}^n x_i,$$

$$\frac{\partial S}{\partial b} = -2 \sum_{i=1}^n y \cdot x + 2 \cdot a \sum_{i=1}^n x_i + 2 \cdot b \sum_{i=1}^n x_i^2.$$

Hosilalarni nolga tenglab ikki noma'lumli ikkita tenglamalar tizimini hosil qilamiz;

$$\begin{cases} -2 \sum_{i=1}^n y_i + 2 \cdot n \cdot a + 2 \cdot b \sum_{i=1}^n x_i = 0, \\ -2 \sum_{i=1}^n y_i \cdot x_i + 2 \cdot a \sum_{i=1}^n x_i + 2 \cdot b \sum_{i=1}^n x_i^2 = 0. \end{cases}$$

Bundan quydagi normal tenglamalar tizimini olamiz:

$$\begin{cases} n \cdot a + b \cdot \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i, \\ a \cdot \sum_{i=1}^n x_i + b \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i. \end{cases} \quad (2.8)$$

Ushbu tenglamalar tizimdan  $a$  va  $b$  larni topish mumkin.

$$b = \frac{n \cdot (\sum x_i y_i) - (\sum x_i) \cdot (\sum y_i)}{n(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}.$$

Topilgan parametrlarni mos ravishda  $a_0$  va  $b_0$  deb belgilaymiz. Shu  $a_0$  va  $b_0$  qiymatlarda  $\sum_{i=1}^n \varepsilon^2 \rightarrow \min$  shart bajariladi. Chiziqli regressiya tenglamasida  $b$  parametr *regressiya koeffitsienti* deyiladi. Uning qiymati ta'sir etuvchi omil bir birlikda o'zgaranda natijaning o'rtacha qanchaga o'zgarishini ko'rsatadi. Masalan, ishlab chiqarish funksiyasi  $\hat{y}_x = 3000 + 2 \cdot x$  bo'lsin ( $y$  - harajat (mln.so'm),  $x$  - maxsulot birligi miqdori). Ishlab chiqarish funksiyasidan ko'rinadiki mahsulot hajmining bir birlikka o'zgarishi ishlab chiqarish harajatlarini o'rtaga 2 mln. so'mga ortishini ko'rsatadi, ya'ni qo'shimcha 1-birlik ishlab chiqarish uchun harajatlarni o'rtaga 2 mln. so'mga ko'paytirishni talab etadi.

Regressiya tenglamasida  $a$  parametr  $y$  ning  $x=0$  bo'lgandagi qiymati,  $x$  omilning nol qiymatida  $a$  hech qanday iqtisodiy ma'noga ega bo'lmaydi, ayniqsa  $a < 0$  bo'lganda.

$a > 0$  bo'lganda natijaning nisbiy o'zgarishi  $x$  faktorning o'zgarishiga nisbatan sekinroq bo'ladi. Boshqacha aytganda  $y$  natijaning variatsiyasi  $x$  faktor variatsiyadan kichik, ya'ni  $x$  bo'yicha variatsiya koeffitsienti  $y$  natija uchun variatsiya koeffitsientidan katta:  $V_x > V_y$ . Buni isbotlash uchun omil va natijaning nisbiy o'zgarishlarini taqqoslab ko'ramiz:

$$\frac{dy}{y} < \frac{dx}{x} \text{ yoki } \frac{dy}{dx} < \frac{y}{x}; \quad \frac{b \cdot dx}{dx} < \frac{a + b \cdot x}{x}; \quad b \cdot x < a + b \cdot x.$$

Bundan  $a > 0$  ekanligi kelib chiqadi.

Faraz qilaylik, bir turdagi mahsulot ishlab chiqarish korxonalar guruhi bo'yicha berilgan ma'lumotlar asosida ishlab chiqarish funksiyasini tuzish va uni tahlil qilish talab etiladi.

2.1.-jadval.

Hisoblash jadvali

Korxonalar raqami	Ishlab chiqargan mahsulot hajmi ming. bir ( $x$ )	Ishlab chiqarishga harajatlar mln.so'm ( $y$ )	$x \cdot y$	$x^2$	$y^2$	$\hat{y}_x$
1	1	30	30	1	900	31,1

2	2	70	140	4	4900	67,9
3	4	150	600	16	22500	141,6
4	3	100	300	9	10000	104,7
5	5	170	850	25	28900	178,4
6	3	100	300	9	10000	104,7
7	4	150	600	16	22500	141,6
Jami	22	770	2820	80	99700	770,0

Ma'lumotlarni dastlabki tahliliga ko'ra ishlab chiqarish funktsiyasi

$$y = a + bx + e$$

ko'rinishiga ega bo'ladi.

Ushbu ishlab chiqarish funktsiyasi uchun normal tenglamalar sistemasi (2.8) quyidagi ko'rinishni oladi:

$$\begin{cases} 7 \cdot a + 22 \cdot b = 770, \\ 22 \cdot a + 80 \cdot b = 2820. \end{cases}$$

Sistemani echib, quydagini olamiz:

$$a = -5,79; \quad b = 36,84.$$

$a$  va  $b$  parametrlarning qiymatlarini berilgan chiziqli regressiya tenglamasiga qo'yib quyidagi regressiya tenglamasini yozamiz.

$$\hat{y}_x = -5,79 + 36,84 \cdot x.$$

Tenglamaga  $x$  ning qiymatlarini qo'yib  $y$  ning nazariy qiymatlarini topamiz (2.1-jadvalning oxirgi ustuniga qarang). Ushbu holatda  $a$  parametrning qiymati hech qanday iqtisodiy ma'noga ega emas.

Yuqoridagi misolda quydagilarni ko'rish mumkin:

$$\bar{x} = 3,14; \quad \sigma_x = 1,25; \quad V_x = 39,8\%.$$

$$\bar{y} = 110; \quad \sigma_y = 46,29; \quad V_y = 42,1\%.$$

$a < 0$  bo'lishi, natijaning o'zgarishi, omil belgining o'zgarishidan tezligini ko'rsatadi; ya'ni

$$V_y > V_x.$$

Chiziqli juft regressiya ekonometrikada ko'proq quyidagi iste'mol funktsiyasini o'rganishda qo'llaniladi:

bu erda:  $S$  – iste'mol;

$y$  – daromad;

$K$  va  $L$  - funktsiyaning parametrlari.

$$C = K \cdot y + L,$$

Ushbu chiziqli regressiya tenglamasi odatda quyidagi balanis munosabati bilan birgalikda qo'llaniladi.

$$y = C + I - r,$$

bu erda:  $I$  - investitsiya xajmi;

$r$  - jamg'arma.

Soddalik uchun faraz qilaylik, daromad istemol va investitsiya uchun sarflansin. Shundan kelib chiqib quydagicha tenglamalar sistemasi o'rganiladi:

$$\begin{cases} C = K \cdot y + L, \\ y = C + I \end{cases}$$

Ushbu tenglamalar tizimida balanis munosabatining mavjudligi regressiya koeffitsienti qiymatiga birdan katta bo'lmalik shartini quydagi, ya'ni  $K \leq 1$

Faraz qilaylik hisoblangan iste'mol funktsiyasi quydagicha bo'lsin:

$$\hat{C} = 1,9 + 0,65 \cdot y. \quad (23.9)$$

Ushbu funktsiya har bir million so'm daromaddan iste'molga o'rtacha 650000 so'm, investitsiyaga 350000 so'm sarflanishini ko'rsatadi. Agar investitsiya miqdorini daromadga nisbatan regressiyasini hisoblasak, yani  $\hat{I} = a + b \cdot y$ , u holda regressiya tenglamasi quydagi ko'rinishga ega bo'ladi;

$$\hat{I} = 1,9 + 0,65 \cdot y. \quad (2.10)$$

Oxirgi ikkita tenglamada regressiya koeffitsentlari  $0,65 + 0,35 = 1$  tenglik bilan bog'langan.

Agar regressiya koeffitsenti 1 dan katta bo'lsa, u holda  $y < (C + I)$  o'rinli bo'ladi, ya'ni iste'molga nafaqat daromad jarg'arma ham sarflanadi.

Iste'mol funktsiyasida regressiya koeffitsent multiplikatorni hisoblash uchun ham foydalaniladi:

$$m = \frac{1}{1 - b}$$

bu yerda:

$m$  - multiplikator

$b$  - iste'mol funktsiyasi regressiya koeffitsenti

Bizning misolimizda  $m = 1/(1 - 0,65) = 2,86$ . Multiplikatorning bu qiymati qo'shimcha 1mln. so'mni uzoq muddatli jamg'armaga qo'yish bilan har qanday sharoitda ham qo'shimcha 2,86 mln. so'm daromad olinishini ko'rsatadi.

Regressiya tenglamasi doimo o'zgaruvchilarining bog'lanish zichligi ko'rsatkichi bilan to'ldiriladi. Chiziqli regressiyadan foydalanishida bunday ko'rsatkich sifatida chiziqli korrelyatsiya koeffitsienti ishlatiladi. Chiziqli korrelyatsiya koeffitsenti turli shakllarda ifodalanadi. Ularning ayrimlarini keltiramiz.

$$r_{xy} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

Yoki

$$r_{xy} = \frac{n \cdot \sum x_i \cdot y_i - \sum x_i \cdot \sum y_i}{\sqrt{[n \cdot \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2] \cdot [n \cdot \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}}$$

Chiziqli korrelyatsiya koeffitsientining qiymati  $[-1,1]$  orlig'ida yotadi, ya'ni  $-1 \leq r_{xy} \leq 1$  tengsizlik o'rinli.

Agar regressiya koeffitsienti  $b > 0$  bo'lsa, u holda  $0 < r_{xy} \leq 1$  bo'ladi, ya'ni bog'lanish to'g'ri bog'lanish bo'ladi, aks holda  $b < 0$  bo'lganda  $-1 \leq r_{xy} < 0$  bo'lib, bog'lanish teskari bo'ladi.

O'zgaruvchilar orasidagi bog'lanish zichligi darajasi quydagicha baholanadi;

## 2.2-jadval

### O'zgaruvchilar orasidagi bog'lanish zichligi darajalari

$r_{xy}$	0,1-0,3	0,3-0,5	0,5-0,7	0,7-0,9	0,9 va undan yuqori
Bog'lanish zichligi darajasi	bo'sh	o'rta miyona	sezilarli	yuqori	juda ham yuqori

$r_{xy}$  ning absolyut qiymati 1 ga yaqinlashgan sari o'zgaruvchi belgi  $x$  bilan natijaviy belgi  $y$  orasidagi bog'lanish shunchalik zichlashib boradi.

2.1-jadvaldagi ma'lumotlar asosida hisoblangan chiziqli korrelyatsiya koeffitsienti 1ga juda yaqin, ya'ni 0,991ga teng. Bu ishlab chiqarishga bo'lgan harajat bilan ishlab chiqarilgan mahsulot hajmi orasidagi bog'lanish juda ham yuqori ekanligini bildiradi. Shuni e'tiborga olish kerakki, chiziqli korrelyatsiya koeffitsientining qiymati qaralayotgan belgilar orasidagi bog'lanishlar zichligini ularning bog'lanishlari chiziqli bo'lgan holatlarda baholaydi. Shuning uchun korrelyatsiya koeffitsientining absolyut qiymati nolga yaqin bo'lishi belgilar orasidagi bog'lanishlar mavjud emas degan ma'noni bildirmaydi. Belgilar orasidagi bog'lanish modeli boshqacha ko'rinishda bo'lganda bog'lanish etarlicha zich bo'lishi mumkin.

## Takrorlash uchun savollar va topshiriqlar

1. Agar belgilar orasidagi bog'lanish yo'nalishining o'zgarishi kuzatilmasa ikkinchi tartibli parabola qanday Chiziqsiz funktsiya bilan almashtirilishi mumkin?
2. Chiziqsiz regressiya qanday sinflarga bo'linadi? Ularni ko'rinishini yozing.
3.  $k$ -tartibli Chiziqsiz tenglamalardan qanday qilib  $k$  omilli chiziqli regressiya modellarini olish mumkin?
4. Bog'lanishlarni ifodalash uchun ikkinchi tartibli parabolani qanday holatlarda qo'llash mumkin?

5. Ikkinchi tartibli parabolada  $v$  va  $s$  parametrlarning qiymatlari nuldan katta va kichik bo'lishiga qarab egri chiziqni iqtisodiy nuqtai nazardan tahlil qiling.
6. Nima uchun tadqiqotchi parabolaning to'liq shakli bilan emas, balki uning ayrim segmentidan foydalanib ish ko'radi?
7. Fillips egri chizig'i haqida nimani bilasiz va u qanday masalani echishda qo'llanilgan?
8. Engel egri chizig'i qanday bog'lanishni ifodalaydi va u qaysi masalani echishda qo'llanilgan?
9. Chiziqsiz regressiya uchun korrelyatsiya qanday hisoblanadi?
10. Chiziqsiz regressiyada EKKU qo'llashning o'ziga hos xususiyatlari nimadan iborat?
11. 2 va 3 –misollarda regressiya tenglamalarini va parametrlarini baholang.

### Foydalanilgan adabiyotlar

<i>Asosiy adabiyotlar:</i>	<p>1.Christopher Dougherty. Introduction to Econometrics. Oxford University Press, 2011. – 573 p.</p> <p>2.Gujarati D.N. Basic Econometrics. McGraw-Hill, 5<sup>th</sup> edition, 2009. – 922 p.</p> <p>3.Abdullaev O.M., Xodiev B.Yu., Ishnazarov A.I. Ekonometrika. Uchebnik. –T.: Fan va texnologiya. 2007. – 612 s.</p> <p>4.Shodiev T.Sh. va boshqalar. Ekonometrika. –T.: TDIU, 2007. – 270 b.</p> <p>5.Abdullaev O.M., Jamalov M.S. Ekonometricheskoe modelirovanie. Uchebnik. –T.: Fan va texnologiya. 2010. – 612 s.</p>
<i>Qo'shimcha adabiyotlar:</i>	<p>5. Greene W.H. Econometric Analysis. Prentice Hall. 7<sup>th</sup> edition, 2011. – 1232 p.</p> <p>6. Ayvazyan S.A. Prikladnaya statistika i osnovi ekonometriki. Uchebnik. – M. YuNITI, 2007. – 345 s.</p> <p>7. Eliseeva. I.I., Kurisheva S.V. i dr. Ekonometrika: Uchebnik. - M.: Finansi i statistika, 2007. – 260 s.</p> <p>8. Habibullayev I. Iqtisodiy matematik usullar va modellar: o'quv qo'llanma / O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi. - Toshkent: "Tafakkur-Bo'stoni", 2012. 112 b.</p>
<i>Internet resurslar:</i>	<p>www.mf.uz – O'zbekiston Respublikasi Moliya vazirligi sayti.</p> <p>www.lex.uz – O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi.</p> <p>www.ifmr.uz – O'zbekiston Respublikasi Prognozlashtirish va makroiqtisodiy tadqiqotlar instituti sayti.</p> <p>www.mineconomu.uz – O'zbekiston Respublikasi Iqtisodiyot vazirligi sayti.</p> <p>www.stat.uz – O'zbekiston Respublikasi davlat statistika qo'mitasi rasmiy sayti.</p>

## 3-MA'RUZA

### TENGLAMALAR SISEMASI KO'RINISHIDAGI EKONOMETRIK MODELLAR

#### REJA:

- 3.1.** Ekonometrikada qo'llaniladigan tenglamalar sistemasi haqida tushuncha
- 3.2.** Tenglamalar sistemasi turlari.
- 3.3** Modellarning tuzilmaviy va keltirilgan shakllari

**osiy tayanch iboralar**

1. Tizim
2. Standart
3. Talab
4. Taklif
5. Makrodaraja
6. Mikrodaraja
7. Rekursiv
8. Keltirilgan
9. Endogen
10. Ekzogen
11. Tarkibiy

**3.1. Ekonometrikada qo'llaniladigan tenglamalar sistemasi haqida tushuncha**

Ijtimoiy fanlarda statistik o'rganish ob'ekti bo'lib murakkab tizimlar hisoblanadi. Bunday murakkab tizimlarni yozish (tasvirlash), ularni harakat mexanizimlarini tushuntirish uchun o'zgaruvchilar orasidagi bog'lanish zichligini aniqlash, alohida regressiya tenglamalarini tuzish etarli emas.

Alohida regressiya tenglamalaridan foydalanishda, masalan iqtisodiy hisob-kitoblarda ko'pchilik holatlarda argument (omil) larni bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda o'zgartirish mumkin deb faraz qilinadi. Ammo bunday faraz qilish noto'g'ri, amalda bir o'zgaruvchi boshqa o'zgaruvchilar mutlaqo o'zgarmagan holatida o'zgarishi mumkin emas.

Bir o'zgaruvchining o'zgarishi butun tizimdagi o'zaro bog'langan belgilarni o'zgarishiga olib keladi. Bundan kelib chiqadiki, alohida olingan ko'p omilli regressiya tenglamasi alohida ko'rsatkichlarni natijaviy o'zgaruvchining o'zgarishiga ta'sirini tavsiflay olmaydi.

Aynan shuning uchun keyingi yillarda iqtisodiy va ijtimoiy tadqiqotlarda o'zgaruvchilar orasidagi o'zaro bog'lanish tarkibini "bir vaqtning o'zida ifodalovchi tenglamalar" deb ataluvchi tizim bilan tasvirlash muammosi muhim o'rinni egalladi. O'zgaruvchilar orasidagi bog'lanishni bir vaqtning o'zida ifodalovchi tenglamalar "tuzilmaviy tenglamalar" deb ham ataladi.

Agar narxning istemol qilinayotgan mahsulot miqdoriga munosabatini ifodalovchi talab modeli o'rganilayotgan bo'lsa, u holda talabni bashoratlash uchun bir paytning o'zida, taklif e'tilayotgan mahsulot va ne'matlarning narxi bilan miqdori orasidagi bog'lanishni ifodalovchi taklif modeli ham kerak bo'ladi.

Bu esa talab va taklifni tenglashtirishga olib keladi.

Yana boshqa misol, ishlab chiqarish samaradorligini baholashda faqat rentabellik modelini o'zi etarli emas. U yana mehnat unumdorligi modeli hamda mahsulot birligi tannarxi modeli bilan to'ldirilishi zarur.

Agar biz mikrodarajadagi tadqiqotlardan makrodarajadagi hisoblashlarga o'tadigan bo'lsak, o'zaro bog'langan tenglamalar tizimini qo'llashga bo'lgan talab yanada ortadi.

Milliy iqtisodiyot modeli iste'mol funksiyasi, mehnat haqi investitsiyasi, daromadlarni shaklanishi va boshqa funksiyalardan tashkil topgan tenglamalar tizimini o'z ichiga oladi. Chunki bu makroiqtisodiy ko'rsatkichlar iqtisodiy holatini umumlashtiruvchi o'zaro aloqada bo'lgan ko'rsatkichlardan iborat. Ya'ni iqtisodiyotda yakuniy iste'molga xarajatlar



Iqtisodiy tadqiqotlarda tenglamalar tizimi turlicha tuzilishi mumkin.

Har bir bog'liq bo'lgan o'zgaruvchi ( $Y$ ) bitta to'plamdagi omillar ( $x$ ) funktsiyasi deb qaralganda quyidagi bog'liq bo'lmagan tenglamalar tizimi hosil bo'lashi mumkin.

$$\begin{cases} y_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1m}x_m + \varepsilon_1 \\ y_2 = a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2m}x_m + \varepsilon_2 \\ \dots \\ y_n = a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nm}x_m + \varepsilon_n \end{cases} \quad (3.1)$$

$x_i$  omillar to'plami har bir tenglamada o'zgarib turishi mumkin.

$$\begin{cases} y_1 = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \\ y_2 = f(x_1, x_2, x_4, x_5) \\ y_3 = f(x_2, x_3, x_5) \\ y_4 = f(x_3, x_4, x_5) \end{cases}$$

(3.2)

ko'rinishidagi modellar ham o'zaro bog'liq bo'lmagan tenglamalar tizimi bo'lishi mumkin.

Ushbu (3.2) tenglamalar tizimini (3.1) tenglamalar tizimidan farqi shundan iboratki tenglamalarda umumiy to'plabga kiruvchi omillar turli ko'rinishlarda qatnashadi.

Tenglamalar tizimida u yoki bu omilning qatnashmasligi ularni modelga kiritish iqtisodiy nuqtai-nazardan maqsadga muvofiq emasligini bildiradi.

Bunday modellarga ko'rsatkichlari o'zaro bog'liq bo'lgan qishloq xo'jaligida ishlab chiqarishning samaradorligini ifodalovchi sigirlarning mahsuldorligini, 1-tsentner sutning tannarxini, omil sifatida xo'jalikni ixtisoslashuvini, 100 gektar erga to'g'riladigan sigirlar soni, mehnat sarfi va boshqalarni o'z ichiga oluvchi qishloq xo'jaligida ishlab chiqarishning iqtisodiy samaradorligi modelini kiritish mumkin.

O'zaro bog'liq bo'lmagan tenglamalar tizimida har bir tenglama mustaqil tenglama sifatida qaraladi. Aslida tenglamalarning har biri regressiya tenglamalari bo'lib, ularning parametrlarini aniqlash uchun EKKU qo'llaniladi.



E'tiborga olinayotgan omillar ularga bog'liq bo'lgan ko'rsatkichlar orqali iqtisodiy hodisani to'lig'icha ifodalay olmasliklari mumkin. Bu kamchiliklarni to'ldirish uchun tenglamalarga ozod had,  $a_0$  kiritiladi. Natijaviy belgilarning haqiqiy qiymatlari nazariy qiymatlaridan tasodifiy hatolik qiymatiga farq qilganligi sababli har bir tenglamada tasodifiy xatolikning qiymati qatnashadi.

Uchta natijaviy va to'rta omil belgilardan iborat o'zaro bog'liq bo'lmagan tenglamalar tizimi quydagi ko'rinishga ega:

$$\begin{cases} y_1 = a_{01} + a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + a_{14}x_4 + \varepsilon_1 \\ y_2 = a_{02} + a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + a_{24}x_4 + \varepsilon_2 \\ y_3 = a_{03} + a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 + a_{34}x_4 + \varepsilon_3 \end{cases} \quad (3.3)$$

Agar bir tenglamaning natijaviy o'zgaruvchisi ( $y$ ) boshqa tenglamada  $x$  omil singari qatnashsa, u holda rekursiv tenglamalar tizimi ko'rinishidagi quydagi modelni tuzish mumkin:

$$\begin{cases} y_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1m}x_m + \varepsilon_1 \\ y_2 = b_{21}y_1 + a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2m}x_m + \varepsilon_2 \\ y_3 = b_{31}y_1 + b_{32}y_2 + a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 + \dots + a_{3m}x_m + \varepsilon_3 \\ \dots \\ y_n = b_{n1}y_1 + b_{n2}y_2 + \dots + b_{nn-1}y_{n-1} + a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nm}x_m + \varepsilon_n \end{cases} \quad (36.4)$$

Ushbu tizimda har bir tenglamadagi natijaviy belgi ( $y$ )lar o'zidan keyingi tenglamalarda ( $x$ ) omil belgilar singari omil belgi sifatida qatnashadilar.

Bunday tizim uchun quydagi mehnat unumdorligi va fond qiymati modeli misol bo'la oladi:

$$\begin{cases} y_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \varepsilon_1 \\ y_2 = b_{21}y_1 + a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + \varepsilon_2 \end{cases}$$

bu erda:  $y_1$  - mehnat unumdorligi;  $y_2$  - fond qiymati;  
 $x_1$  - menatni fond bilan qurollanganligi;  
 $x_2$  - mehnatni energiya bilan qurolanganligi;  
 $x_3$  - ishchilarning malakasi.

Avvalgi tizim kabi, har bir tenglama alohida qaralishi mumkin va ularning parametrlari EKKU bilan aniqlaniladi.

### 3.2. Modellarning tuzilmaviy va keltirilgan shakllari

Ekonometrik tadqiqotlarda ko'proq o'zaro bog'liq tenglamalar tizimi qo'llaniladi. Bunday tenglamalar tizimida bitta natijaviy belgi bir tenglamaning chap qismida boshqa tenglamaning o'ng qismida qatnashadi, ya'ni:





(3.2.3) tuzilmaviy modeldagi birinchi tenglamada  $u_2$  ni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$y_2 = \frac{y_1 - a_{11}x_1}{b_{21}}$$

U holda birgalikdagi tenglamalar tizimi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\begin{cases} y_2 = \frac{y_1 - a_{11}x_1}{b_{12}} \\ y_2 = b_{21}y_1 + a_{22}x_2 \end{cases}$$

Bu erda quyidagi tenglikka ega bo'lamiz.

$$\frac{y_1 - a_{11} \cdot x_1}{b_{12}} = b_{21}y_1 + a_{22} \cdot x_2$$

yoki

$$y_1 - a_{11} \cdot x_1 = b_{12} \cdot b_{21} \cdot y_1 + b_{12} \cdot a_{22} \cdot x_2$$

U holda

$$y_1 - b_{12} \cdot b_{21} \cdot y_1 = a_{11} \cdot x_1 + b_{12} \cdot a_{22} \cdot x_2$$

yoki

$$y_1 = \frac{a_{11}}{1 - b_{12} \cdot b_{21}} \cdot x_1 + \frac{a_{22} \cdot b_{12}}{1 - b_{12} \cdot b_{21}} \cdot x_2$$

Shunday qilib, modelning tuzilmaviy shaklini birinchi tenglamasini modelning keltirilgan shakli tenglamasi ko'rinishida quyidagicha ifodaladik:

$$y_1 = \delta_{11} \cdot x_1 + \delta_{12} \cdot x_2$$

Tenglamadan keltirilgan shakldagi modelni koefitsientlari tuzilmaviy shakldagi modellarni koefitsientlari bilan chiziqli bo'lmagan nisbatda ekanligi kelib chiqadi, ya'ni,

$$\delta_{11} = \frac{a_{11}}{1 - b_{12} \cdot b_{21}}, \quad \delta_{12} = \frac{a_{22} \cdot b_{12}}{1 - b_{12} \cdot b_{21}}$$

Xuddi shuningdek modelning tuzilmaviy shaklidagi ikkinchi tenglamani  $u_1$  ga nisbatan yozib modelning keltirilgan shaklidagi  $b_{21}$  va  $b_{22}$  larni topish mumkin va u quyidagi qo'rinishga ega bo'ladi:

$$\delta_{21} = \frac{a_{11} \cdot b_{21}}{1 - b_{12} \cdot b_{21}}, \quad \delta_{22} = \frac{a_{22}}{1 - b_{12} \cdot b_{21}}$$

Ekonometrik modellar odatda tizimga nafaqat alohida o'zgaruvchilar orasidagi o'zaro bog'lanishlarni tasvirlovchi tenglamalarni balki, xodisalarni rivojlanish tendentsiyalarini, hamda turli xildagi birxilliklarni ham kiritadi.

1947 yilda T.Xavelmo iste'mol(S)ni daromad(u)ga chiziqli bog'lanishini o'rganayotganda bir paytning o'zida daromadlarning bir xilligini ham e'tiborga olishni tavsiya etadi. Ushbu holatda model quyidagi qo'rinishga ega bo'ladi;

$$\begin{cases} C = a + by \\ y = C + x \end{cases}$$

bu erda:  $x$  – asosiy kapitalga eksport va importga investitsiya;

$a$  va  $b$  –  $S$  ni  $u$  ga chiziqli bog'lanish parametrlari.

Ushbu parametrlar oddiy chiziqli regressiya parametrlaridan farq qilib, ularni baholashda daromadlar birxilligi tengligini e'tiborga olinadi. Bu modelda ikkita endogen parametrlar  $S$  va  $u$  hamda bitta ekzogen parametr  $x$  qatnashadi. Keltirilgan tenglamalar tizimi quyidagidan iborat bo'ladi:

$$\begin{cases} C = A_0 + A_1x \\ y = B_0 + B_1x \end{cases} \quad (3.2.6)$$

Bu tenglama  $x$  o'zgaruvchi orqali  $S$ -endogen o'zgaruvchining qiymatini aniqlash imkoniyatini beradi. Modelning keltirilgan shakli koefitsientlari ( $A_0, A_1, B_0, B_1$ )ni hisoblab, (6.2.6)ning ikkinchi tenglamasini ( $u$  ni), (3.2.5)ning birinchi tenglamasidagi  $u$  ning o'rniga qo'yib tuzilmaviy modelning  $a$  va  $b$  parametrlarini aniqlash mumkin.

### 3.3. Tarkibiy (tuzilmaviy) model parametrlarini baholash

Bir paytli tenglamalar tizimining ko'rinishiga qarab tuzilmaviy model koefitsientlari turli usullar bilan baholanishi mumkin.

Ularga:

- eng kichik kvadratlar egri usuli;
- eng kichik kvadratlarning ikki qadamli usuli;
- eng kichik kvadratlarning uch qadamli va boshqa usullar kiradi.

Eng kichik kvadratlar egri usulini ko'rib chiqamiz. Bu usul bir necha bosqichda amalga oshiriladi.

1. Tuzilmaviy model keltirilgan shakldagi modelga aylantiriladi;
2. Keltirilgan shakldagi modelning har bir tenglamasiga oddiy EKKU ni qo'llanib keltirilgan koefitsientlari ( $\delta_{ij}$ ) baholanadi;
3. Keltirilgan shakldagi model koefitsientlari tuzilmaviy shakldagi model koefitsientlariga o'tkaziladi.

Eng kichik kvadratlar egri usuli (EKKEU)ni ikkita endogen va ikkita ekzogen o'zgaruvchili quyidagi ekonometrik modelga qo'llanishini qo'rib chiqamiz:

$$\begin{cases} y_1 = b_{12}y_2 + a_{11}x_1 + \varepsilon_1, \\ y_2 = b_{21}y_1 + a_{22}x_2 + \varepsilon_2. \end{cases}$$

Ushbu modelni tuzish uchun 5ta hudud bo'yicha quyidagi ma'lumotlar berilgan bo'lsin:

XUDUD	$U_1$	$U_2$	$X_1$	$X_2$
1	2	5	1	3
2	3	6	2	1
3	4	7	3	2
4	5	8	2	5
5	6	5	4	6
<b>O'rtachasi</b>	<b>4</b>	<b>6,2</b>	<b>2,4</b>	<b>3,4</b>

Modelning keltirilgan shakli:

$$\begin{cases} y_1 = \delta_{11}x_1 + \delta_{12}x_2 + u_1 \\ y_2 = \delta_{21}x_1 + \delta_{22}x_2 + u_2 \end{cases}$$

bu erda,  $u_1$  va  $u_2$  - modelning keltirilgan shakli tasodifiy xatoligi.

Modelni keltirilgan shaklining har bir tenglamasiga oddiy EKKU qo'llab ( $\delta_{ij}$ ) koefitsientlarni aniqlaymiz.

Hisoblashlarni soddalashtirish uchun o'zgaruvchilarning o'rtacha darajalaridan chetlanishlaridan foydalanish mumkin, ya'ni  $y = y - \bar{y}$  va  $x = x - \bar{x}$ . U holda modelning

keltirilgan shaklidagi birinchi tenglamasi uchun normal tenglamalar tizimi quyidagicha

bo'ladi:

$$\begin{cases} \sum y_1 x_1 = \delta_{11} \sum x_1^2 + \delta_{12} \sum x_1 x_2 \\ \sum y_1 x_2 = \delta_{11} \sum x_1 x_2 + \delta_{12} \sum x_2^2. \end{cases}$$

Yuqoridagi misol ma'lumotlarida o'rtacha darajadan chetlanishlardan foydalanib quyidagi tenglamalar tizimini yozish mumkin.

$$\begin{cases} 6 = 5,2 \cdot \delta_{11} + 4,2 \cdot \delta_{12} \\ 10 = 4,2 \delta_{11} + 17,2 \delta_{12}. \end{cases}$$

Olingan tenglamalar tizimini echib modelning keltirilgan shaklining birinchi tenglamani olamiz.

$$y_1 = 0,82x_1 + 0,373x_2 + u_1.$$

Xuddi shunday tartibda modelning keltirilgan shaklining ikkinchi tenglamasiga EKKUni qo'llab quyidagi normal tenglamalar tizimini olamiz.

$$\begin{cases} \sum y_2 \cdot x_1 = \delta_{21} \sum x_1^2 + \delta_{22} \sum x_1 \cdot x_2, \\ \sum y_2 \cdot x_2 = \delta_{21} \sum x_1 x_2 + \delta_{22} \sum x_2^2. \end{cases}$$

Yuqoridagi misol ma'lumotlari asosida quyidagiga ega bo'lamiz.

$$\begin{cases} -0,4 = 5,2 \cdot \delta_{21} + 4,2 \cdot \delta_{22} \\ -0,4 = 4,2 \cdot \delta_{21} + 17,2 \cdot \delta_{22}. \end{cases}$$

Bundan modelning keltirilgan shakldagi ikkinchi tenglamasini olamiz:

$$y_2 = -0,072 \cdot x_1 - 0,00557 \cdot x_2 + u_2.$$

Shunday qilib modelning keltirilgan shakli

$$\begin{cases} y_1 = 0,852 \cdot x_1 + 0,373 \cdot x_2 + u_1 \\ y_2 = -0,072 \cdot x_1 - 0,00557 \cdot x_2 + u_2 \end{cases} \quad \text{ko'rinishga ega bo'ladi.}$$

### **Takrorlash uchun savollar va topshiriqlar**

1. Nima uchun iqtisodiyotda tenglamalar sistemasini qo'llash zaruriyati vujudga keladi?
2. Qanday tenglamalar "standart tenglamalar" deb ataladi?
3. Miliy iqtisodiyot modeli qanday funktsiyalardan tashkil topgan tenglamalarni o'z ichiga oladi?
4. Bog'liq bo'lmagan tenglamalar sistemasini yozib ko'ring-chi.
5. Rekursiv tenglamalar sistemi ko'rinishidagi modelni qanday tuzish mumkin?
6. O'zaro bog'liq bo'lgan tenglamalar sistemasini yozib ko'ring-chi va u qanday nomlanadi?
7. Endogen va ekzogen o'zgaruvchilar qanday xususiyatlarga ega?
8. Modelning standart shakli qanday xususiyatlarga ega?
9. Modelning keltirilgan shakli qanday xolatlarda yuzaga keladi?
10. Standart va keltirilgan shakldagi modellar parametrlari qanday aniqlaniladi?
11. Qanday qilib modelning standart shakli keltirilgan shaklda ifodalanishi mumkin?

## Foydalanilgan adabiyotlar

<b>Asosiy adabiyotlar:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Christopher Dougherty. Introduction to Econometrics. Oxford University Press, 2011. – 573 p.</li><li>2.Gujarati D.N. Basic Econometrics. McGraw-Hill, 5<sup>th</sup> edition, 2009. – 922 p.</li><li>3.Abdullaev O.M., Xodiev B.Yu., Ishnazarov A.I. Ekonometrika. Uchebnik. –T.: Fan va texnologiya. 2007. – 612 s.</li><li>4.Shodiev T.Sh. va boshqalar. Ekonometrika. –T.: TDIU, 2007. – 270 b.</li><li>5.Abdullaev O.M., Jamalov M.S. Ekonometricheskoe modelirovanie. Uchebnik. –T.: Fan va texnologiya. 2010. – 612 s.</li></ol>
<b>Qo'shimcha adabiyotlar:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>9. Greene W.H. Econometric Analysis. Prentice Hall. 7<sup>th</sup> edition, 2011. – 1232 p.</li><li>10. Valentinov V.A. Ekonometrika: Uchebnik. –M.: ITK «Dashkov i K°», 2009. – 367 s.</li><li>11. Kremer N.Sh. Ekonometrika: Uchebnik.–M.: YuNITI-DANA, 2008. –562s.</li><li>12. Ayvazyan S.A. Prikladnaya statistika i osnovi ekonometriki. Uchebnik. – M. YuNITI, 2007. – 345 s.</li><li>13. Eliseeva. I.I., Kurisheva S.V. i dr. Ekonometrika: Uchebnik. - M.: Finansi i statistika, 2007. – 260 s.</li><li>14. Habibullayev I. Iqtisodiy matematik usullar va modellar: o'quv qo'llanma / O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi. - Toshkent: "Tafakkur-Bo'stoni", 2012. 112 b.</li></ol>
<b>Internet resurslar:</b>	<p><a href="http://www.mf.uz">www.mf.uz</a> – O'zbekiston Respublikasi Moliya vazirligi sayti.</p> <p><a href="http://www.lex.uz">www.lex.uz</a> – O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi.</p> <p><a href="http://www.ifmr.uz">www.ifmr.uz</a> – O'zbekiston Respublikasi Prognozlashtirish va makroiqtisodiy tadqiqotlar instituti sayti.</p> <p><a href="http://www.mineconomu.uz">www.mineconomu.uz</a> – O'zbekiston Respublikasi Iqtisodiyot vazirligi sayti.</p> <p><a href="http://www.stat.uz">www.stat.uz</a> – O'zbekiston Respublikasi davlat statistika qo'mitasi rasmiy sayti.</p>

## 4-MA'RUZA

### EKONOMETRIK MODELLARNI BAHOLASH. DAVRIY QATORLARDA EKONOMETRIK MODELLASHTIRISH

As  
osi  
y  
tay  
an  
ch  
ibo  
ral  
ar

#### REJA:

- |             |   |
|-------------|---|
| <b>4.1.</b> | <b>Ekonometrik modellar va ularning parametrlarini baholashda qo'llaniladigan me'zonlar.</b>  |
| <b>4.2.</b> | <b>Ekonometrik modellar ishonchliligini baholashda approksimatsiyaning o'rtacha hatoligi va Fisher mezoni. Chiziqli regressiya tenglamasining ishonchliligi baholash.</b> |
| <b>4.3.</b> | <b>Davriy qatorlar asosiy komponentalari</b>  |
| <b>4.4.</b> | <b>Additiv va multiplikativ modellar.</b>   |
| <b>4.5</b>  | <b>Davriy qatorlar tendentsiyasini modellashtirish</b>  |
| <b>4.6</b>  | <b>Davriy qatorlar daragalari avtokorrelyatsiyasi. Qoldiqda avtokorrelyatsiya. Darbin-Uotson mezoni</b>   |

- |             |                     |
|-------------|---------------------|
| 1. Iste'mol | 10. Variatsiya      |
| 2. Daromad  | 11. Diterminatsiya  |
| 3. Ximiya   | 12. Matritsa        |
| 4. Fizika   | 13. Toza regressiya |
| 5. Tajriba  | 14. Moyillik        |
| 6. Hosila   | 15. Elastiklik      |
| 7. Gipoteza | 16. Dsterminant     |
| 8. Saralash | 17. Standartlashgan |
| 9. Tannarx  | 18. Markazlashgan   |

#### 4.1. Ekonometrik modellar va ularning parametrlarini baholashda qo'llaniladigan me'zonlar.

Tanlangan chiziqli funktsiyani yoki qurilgan modelni qanchalik to'g'ri tanlanganligini baholash uchun chiziqli korrelyatsiya koeffitsienti kvadrati  $R = r_{yx}^2$  determinatsiya koeffitsienti, hamda approksimatsiyaning o'rtacha xatoligidan foydalaniladi. *Determinatsiya koeffitsienti* [0.1] oralig'idagi qiymatlarni qabul qilib, tanlangan regressiya tenglamasida aniqlangan  $y$  natijaviy belgi dispersiyasini natijaviy belgining umumiy dispersiyadagi ulushini tavsiflaydi:

$$r_{yx}^2 = \frac{\sigma_{y \text{ tanlan}}^2}{\sigma_{y \cdot y \text{ mym}}^2}$$

Mos ravishda  $1 - r_{yx}^2$  kattalik modelda e'tiborga olinmagan omillarning ta'siri natijasida kelib chiqadigan natijaviy belgining dispersiyasi ulushi (ya'ni qoldiq



dispersiya)ni tavsiflaydi.  $r_{yx}^2 \cdot 100\%$  -  $x$  omil belgining variatsiyasi yordamida aniqlangan  $y$  natijaviy belgi foizini aniqlash imkonini beradi.

Yuqoridagi misolda  $r_{xy}^2 = 0,982$ . Bundan, tanlangan regressiya tenglamasida aniqlangan natijaviy belgi dispersiyasi 98,2% ni, e'tiborga olinmagan boshqa omillarning dispersiyasi 1,8%ni tashkil etishi kelib chiqadi.

Determinatsiya koeffitsientining qiymati tanlangan chiziqli model sifatini baholash kriteriyalaridan biri bo'lib hizmat qiladi. Tanlangan omillar bo'yicha variatsiyaning ulushi qanchalik katta bo'lsa, e'tiborga olinmagan boshqa omillarning roli shunchalik kam bo'ladi va qurilgan model berilgan ma'lumotlarni yaxshi approksimatsiya qiladi, uni natijaviy belgining qiymatini bashoratlash uchun qo'llash mumkin. Agar korxonaning mahsulot ishlab chiqarish hajmi 5 mln. pul birligi bo'lsin desak, unda ishlab chiqarish harajatlarning bashorat qiymati 178,4 mln. pul birligini tashkil etish kerak.

*Aproksimatsiyaning o'rtacha hatoligi* quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_{xi}}{y_i} \right| \cdot 100\%,$$

yoki 
$$\bar{A} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - a_0 - b_0 \cdot x_i}{y_i} \right| \cdot 100\%.$$

$\bar{A}$  ning mumkin bo'lgan qiymatlari 8-10% dan oshmasligi kerak.

Regressiya tenglamasining "ma'nodorligini" baholash uchun Fisherning F-kriteriyasidan foydalaniladi. Fisherning F-kriteriyasi miqdori determinatsiya koeffitsienti bilan quyidagichabog'langan:  $F_{haqiqiy} = \frac{r_{xy}^2}{1 - r_{xy}^2} \cdot (n - 2), \quad n \geq 3.$

Agar  $\alpha = 0,05$  (besh foizli ma'nodorlik darajasi) va erkinlik darajasi  $k_1 = 1$  va  $k_2 = n - 2$  bo'lsa, tasodifiy miqdorlarning Fisherning taqsimoti keltirilgan jadvallardan Fisherning  $F$ -belgisi jadval qiymati -  $F_{jadv}$  topiladi. Agar ushbu  $F_{haqiqiy} > F_{jadv}$  tengsizlik o'rinli bo'lsa, regressiya tenglamasi statistik ma'nodor hisoblanadi. Yuqoridagi misolimizda  $r_{xy}^2 = 0,982$  edi. U holda F-kriteriyasi miqdori

$$F_{haqiqiy} = \frac{0,982}{1 - 0,982} \cdot (7 - 2) = 278.$$

Fisherning F-kriteriyasi jadval qiymatlari  $\alpha$ ,  $k_1$  va  $k_2$  parametrlarning mos qiymatlarida  $F_{\alpha=0,05} = 6,61$  tashkil etadi. Bundan  $F_{haqiqiy} > F_{jadv}$  shart bajarilganligini ko'ramiz. Demak qurilgan regressiya tenglamasining ma'noga ega ekanligi haqida xuolsa qilish mumkin.

Regressiya tenglamasini qurishdagi xatoliklarga tenglamadagi "a" va "b" parametrlarni hamda  $r_{xy}$  - korrelyatsiya koeffitsientini hisoblashdagi tasodifiy xatoliklar ham ta'sir etadi. Shuning uchun "a" va "b" parametrlarni hisoblashdagi standart xatoliklar  $m_a, m_b$  lar aniqlaniladi.

Regressiya koeffitsientining tasodifiy xatoligi quyidagi formula bilan aniqlaniladi:

$$m_b = \sqrt{\frac{\sum (y - \hat{y}_x)^2 / (n - 2)}{\sum (x - \bar{x})^2}}.$$

Regressiya tenglamasining "a" parametri tasodifiy xatoligi quyidagi formula bilan aniqlaniladi:

$$m_a = \sqrt{\frac{\sum (y - \hat{y}_x)^2}{n-2} \cdot \frac{\sum x^2}{n \cdot \sum (x - \bar{x})^2}}$$

Chiziqli korrelyatsiya koeffitsientining tasodifiy xatoligi esa

formula asosida aniqlaniladi:

$$m_r = \sqrt{\frac{1 - r^2}{n - 2}}$$

#### 4.2. Chiziqli regressiya tenglamasi intervalining bashorati

Regressiya tenglamasi parametrlarining statistik ma'nodorligini baholash Student-*t* kriteriyasi yordamida ham amalga oshirilishi mumkin (erkinlik darajasi soni  $n-2$  va  $\alpha = 0,05$  bo'lganda *t* belgining jadval qiymatlari Student taqsimoti jadvalidan topiladi). Unda quyidagilar hisoblanadi;

$$t_a = \frac{a}{m_a}, \quad t_b = \frac{b}{m_b}, \quad t_r = \frac{r_{xy}}{m_r}$$

Agar *t* belgining topilgan asl qiymatlari uning jadval qiymatidan katta bo'lsa (ya'ni  $t_a > t_{jadv}$ ,  $t_b > t_{jadv}$ ,  $t_{rxy} > t_{jadv}$ ) "a" va "b" parametrlar statistik ma'nodor hisoblanadi.

Misolimizda regressiya koeffitsientining tasodifiy xatoligi

$$m_b = \sqrt{\frac{53}{10,857}} = 2,21$$

bo'lib *t* belgining asl qiymati,

$$t_b = \frac{36,84}{2,21} = 16,67 \text{ ga teng}$$

Student *t*- kriteriyasi jadvalida  $t_{jadv} = 2,57$  ga teng. Demak  $t_b > t_{jadv}$  ya'ni  $16,67 > 2,57$  shart bajariladi. Bundan regressiya koeffitsienti statistik ma'nodor deb xulosa qilish mumkinligi kelib chiqadi.

"a" parametrning tasodifiy hatoligi ham xuddi shu tartibda baholanadi. Chiziqli korrelyatsiya koeffitsientining tasodifiy xatoligini baholashda  $t_b^2 = t_r^2$  sharoitdan foydalanamiz.

Misolimiz ma'lumotlaridan foydalanib  $t_r = 16,73$  qiymatni topamiz. Ushbu holatda ham  $t_r > t_{jadv}$  sharti bajariladi, yani  $16,73 > 2,57$ .

Natijalar qurilgan chiziqli regressiya tenglamasi va uning parametrlari ma'nodor ekanligini ko'rsatadi.

Regressiya tenglamasi parametrlarining topilgan qiymatlaridan foydalanib "a" va "b" parametrlarning ishonchlilik intervallarini topish mumkin. Ular uchun ishonchlilik intervali quyidagicha aniqlaniladi:

$$\Delta_a = a \pm t_{jadv} \cdot m_a, \quad \Delta_b = b \pm t_{jadv} \cdot m_b$$

Misolimizda "b" regressiya koeffitsienti uchun ishonchlilik intervali

$$36,84 \pm 2,57 \cdot 2,21 = 36,84 \pm 5,68,$$

$$31,16 \leq b \leq 42,52.$$

Regressiya tenglamasi asosida bashorat qilinganda tenglamaga  $x$  o'zgaruvchining  $x_b$  bashorat qiymati qo'yilib  $y$  o'zgaruvchining  $\hat{y}_b = \hat{y}_{x_b}$  bashorat qiymati hisoblanadi. Regressiya tenglamasida qatnashuvchi parametrlar va o'zgaruvchilarda tasodifiy xatoliklar mavjud bo'lganligi sababli natijaviy belgining bashorat qiymatida ham tasodifiy xatolar mavjud va bashorat qiymati ham ma'lum bir intervalda o'zgaradi. Shuning uchun ekonometrik tadqiqotlarda natijaviy belgining tasodifiy xatoligi qiymatini va uning ishonchlilik intervalini hisoblab topish taqozo etiladi.

Bashoratlashdagi o'rtacha xatolik quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$m_{\hat{y}_b} = S_{qold} \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_b - \bar{x})^2}{\sum (x - \bar{x})^2}}$$

bu erda:  $S_{qold} = \frac{\sum (y - \hat{y}_x)^2}{n - 2}$  - qoldiq dispersiya.

Ishonchlilik intervali esa  $\hat{y}_b \pm t_\alpha \cdot m_{y_b}$  ifoda bilan aniqlaniladi.

Yuqoridagi misol ma'lumotlari asosida erkli o'zgaruvchi  $x$  ning bashorat qiymati  $x_b = 4$  bo'lganda bashoratlashdagi o'rtacha tasodifiy xatolikni hisoblaymiz:

$$m_{\hat{y}_b} = \sqrt{53 \cdot \left( 1 + \frac{1}{7} + \frac{(4 - 3,143)^2}{10,857} \right)} = 8,01.$$

$x_b = 4$  bo'lganda  $\hat{y}_b$  bashorat qiymati quyidagiga teng:

$$\hat{y}_b = -5,79 + 36,84 \cdot 4 = 141,57.$$

Yuqoridagi ma'lumotlar asosida  $y$  ning bashorat qiymatini ishonchlilik intervalini 0,95 ehtimollik bilan hisoblaymiz.

$$141,57 \pm 2,57 \cdot 8,01 = 141,57 \pm 20,59.$$

Bundan quyidagi ishonchlilik intervalini topamiz.

$$120,98 \leq \hat{y}_b \leq 162,16. \text{ mumkin.}$$

### 4.3. Davriy qatorlarning asosiy unsurlari

Ekonometrik modellarni ikki turdagi ma'lumotlar asosida qurish mumkin: turli ob'ektlar to'plamini ma'lum bir vaqtdagi holatini tavsiflovchi ma'lumotlar; bitta ob'ektning holatini qator ketma-ket kelgan vaqtda tavsiflovchi ma'lumotlar. Birinchi turdagi ma'lumotlar asosida tuzilgan modellar fazoviy modellar deb, ikkinchi turdagi ma'lumotlar asosida tuzilgan modellar esa vaqtli qatorlar modellari deb ataladi.

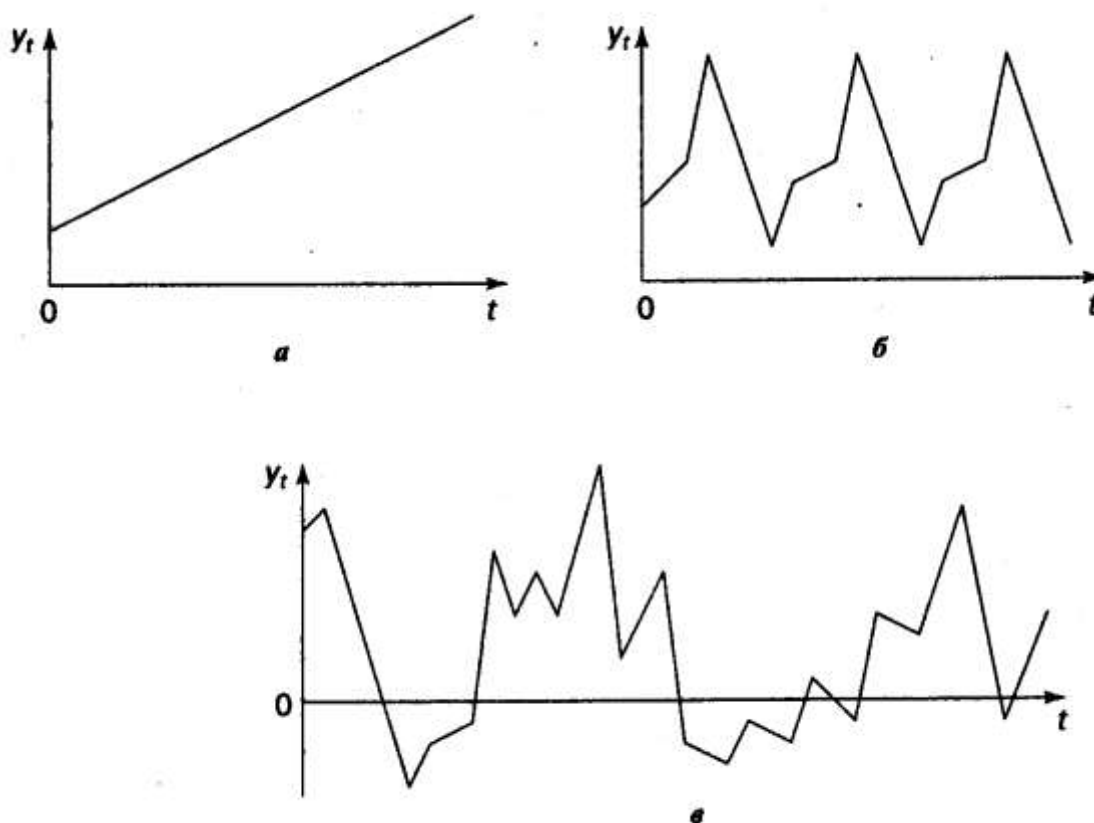
Vaqtli qator –bu ma'lum bir ko'rsatkichning bir qancha ketma-ket kelgan momentlar yoki davrlardagi qiymatlar yig'indisidir.

Vaqtli qatorlarning har bir darajasi bir qancha omillarning ta'siri natijasida yuzaga keladi va bu omillarni shartli ravishda uchta guruhga bo'lish mumkin:

- qatorning tendentsiyasini shakllantiruvchi omillar;
- qatorning tsiklik tebranishini shakllantiruvchi omillar;
- tasodifiy omillar.

O'rganilayotgan xodisa va jarayonlarda omillar turli ko'rinishlarda namoyon bo'lganda qator darajalarining vaqtga bog'liqligi turli shakllarda bo'lishi mumkin.

Birinchidan, ko'pchilik iqtisodiy ko'rsatkichlar vaqtli qatorlari omillar to'plami o'rganilayotgan ko'rsatkichlar dinamikasiga uzoq muddat ta'sir etishini tavsiflovchi tendentsiyaga ega bo'ladi. Haqiqatda, alohida olingan omillar o'rganilayotgan ko'rsatkichga turli yo'nalishlarda ta'sir etishi mumkin. Ammo, ular birgalikda o'suvchi yoki kamayuvchi tendentsiyalarni tashkil etadi. 7.1a)-rasmda o'suvchi tendentsiyaga ega bo'lgan gipotetik vaqtli qatorlar ko'rsatilgan.



7.1-rasm. Vaqtli qatorning asosiy komponentalari

a – o'suvchi tendentsiya; b – mavsumiy komponenta; v – tasodifiy komponenta

Ikkinchidan, o'rganilayotgan ko'rsatkich tsiklik tebranishga ega bo'lishi mumkin. Bu tebranishlar mavsumiy xarakterga ega bo'ladi, chunki ko'pchilik iqtisodiy tarmoqlarning iqtisodiyoti yilning davrlariga bog'liq (masalan, yozgi davrda qishloq xo'jaligi mahsulotining bahosi qishki davrdagiga nisbatan arzonroq bo'ladi, kurort shaharlarida qish faslida ishsizlik darajasi yozgi faslga nisbatan yuqori bo'ladi). Uzoq vaqt oralig'i uchun ma'lumotlarning katta massivi mavjud bo'lganda bozor kon'yukturasi umumiy dinamikasi hamda mamlakat iqtisodiy holati bilan bog'liq bo'lgan tsiklik tebranishlarni aniqlash mumkin. 7.1b)-rasmda faqat mavsumiy komponentaga ega bo'lgan gipotetik davriy qatorlar keltirilgan.

Ayrim vaqtli qatorlar hech qanday tendentsiyaga va davriy komponentalarga ega bo'lmaydi, ularning har bir keyingi darajasi qatorning o'rtacha darajalari yig'indisi va ayrim (manfiy yoki musbat) tasodifiy komponentalardan tashkil topadi. 7.1v)-rasmda faqat tasodifiy komponentalarga ega bo'lgan qator keltirilgan. Albatta, yuqorida keltirilgan modellarning hech biridan to'lig'icha haqiqiy ma'lumotlar kelib chiqmaydi. Asosan, modellar uchchala komponentalarni o'z ichiga oladi. Qatorning har bir darajasi tendentsiya, davriy tebranishlar va tasodifiy komponentalar ta'sirida shakllanadi.

Ko'p holatlarda vaqtli qatorlarning haqiqiy darajasini trend, tsiklik va tasodifiy komponentalarning yig'indisi yoki ko'paytmasi shaklida tasavvur qilish mumkin. Uchchala komponentalarning yig'indisidan tuzilgan model vaqtli qatorning additiv modeli deyiladi. Chala komponentalarning ko'paytmasidan tuzilgan model vaqtli qatorning multiplikativ modeli deyiladi.

Alohida vaqtli qatorlarni ekonometrik tadqiq qilish – yuqorida olingan ma'lumotlarni qatorning kelajakdagi qiymatlarini bashoratlash uchun yoki ikki va undan ko'p davriy qatorlarning o'zaro bog'langan modellarini tuzishda qo'llash uchun komponentalarning har biriga miqdoriy ifodalarni

#### 4.4. Davriy qatorlar tendentsiyasini modellashtirish

Vaqtli qatorlar tendentsiyasini modellashtirishning keng tarqalgan usullaridan biri qator darajalarini vaqtga bog'liqligini yoki trendni tavsiflovchi analitik funktsiyalarni tuzishdan iborat. Bu usul vaqtli qatorlarni analitik tekshirish deb ataladi. Vaqt bo'yicha bog'lanishlar turli shakllarda bo'lishi mumkin, ularni aniq bir shaklga keltirish uchun turli ko'rinishdagi funktsiyalardan foydalaniladi. Trendlarni tuzish uchun ko'proq quyidagi funktsiyalar qo'llaniladi:

chiziqli trend:  $\hat{y}_t = a + b \cdot t$ ;

giperbola:  $\hat{y}_t = a + b/t$ ;

eksponentsial trend:  $\hat{y}_t = e^{a+bt}$ ;

ko'rsatkichli funktsiya shaklidagi trend:  $\hat{y}_t = a \cdot t^b$ ;

ikki va undan yuqori tartibli parabola:  $\hat{y}_t = a + b_1 \cdot t + b_2 \cdot t^2 + \dots + b_k \cdot t^k$ .

Yuqorida keltirilgan trendlarning har birining parametrlarini oddiy EKKU bilan aniqlash mumkin. Bunda bog'liq bo'lmagan erkli o'zgaruvchi sifatida  $t=1,2,\dots,n$  vaqt, bog'liq o'zgaruvchi sifatida  $y_t$  vaqtli qatorning haqiqiy darajalari olinadi. Chiziqli

bo'lmagan trendlar uchun avval ularni chiziqli holatga keltiruvchi standart amallar bajariladi.

Tendentsiya turlarini aniqlashning bir qancha usullari mavjud. Eng ko'p tarqalgan usullar qatoriga O'rganilayotgan jarayonni sifat jihatidan tahlil qilish, qator darajalarini vaqtga bog'liqligi grafigini qurish va uni tahlil qilish, dinamikaning ayrim asosiy ko'rsatkichlarini hisoblash usullarini kiritish mumkin. Tendentsiya turlarini aniqlashda qator darajalarining avtokorrelyatsiya koeffitsientlarini qo'llash mumkin. Tendentsiya turi berilgan va qayta tuzilgan qatorlar darajalari bo'yicha hisoblangan birinchi tartibli avtokorrelyatsiya koeffitsientlarini solishtirish yo'li bilan aniqlanadi. Agar vaqtli qator chiziqli tendentsiyaga ega bo'lsa, yonma-yon darajalar -  $y_t$  va  $y_{t-1}$  larning korrelyatsiyasi yuqori bo'ladi. Bunday holatda berilgan vaqtli qatorning birinchi tartibli avtokorrelyatsiya koeffitsienti yuqori bo'lishi kerak. Agar vaqtli qator chiziqli bo'lmagan tendentsiyaga ega bo'lsa, masalan, eksponentsial shaklda bo'lsa, u holda berilgan qator darajalarining logarifmlari bo'yicha birinchi tartibli avtokorrelyatsiya koeffitsienti qator darajalari bo'yicha hisoblangan mos koeffitsientlardan yuqori bo'ladi. Vaqtli qatorda chiziqli bo'lmagan tendentsiya qanchalik kuchli bo'lsa, olingan koeffitsientlar shunchalik yuqori darajada farqlanadi.

Agar qator chiziqli bo'lmagan tendentsiyaga ega bo'lsa, eng yaxshi tenglamani trendni asosiy shakllarini saralash, har bir tenglama uchun tuzatilgan determinatsiya koeffitsienti ( $\bar{R}^2$ ) ni hisoblash va maksimum qiymatga ega bo'lgan tuzatilgan determinatsiya koeffitsientli tenglamani tanlash yo'llari bilan tanlab olish mumkin.

3-misol. Trend parametrlarini hisoblash.

«N»-yilning 10 oyi nominal oylik ish haqining oylar bo'yicha «N-1»-yilning dekabr oyidagi darajasiga nisbatan foiz hisobida o'sish sur'ati haqidagi ma'lumotlar 7.1-jadvalda berilgan.

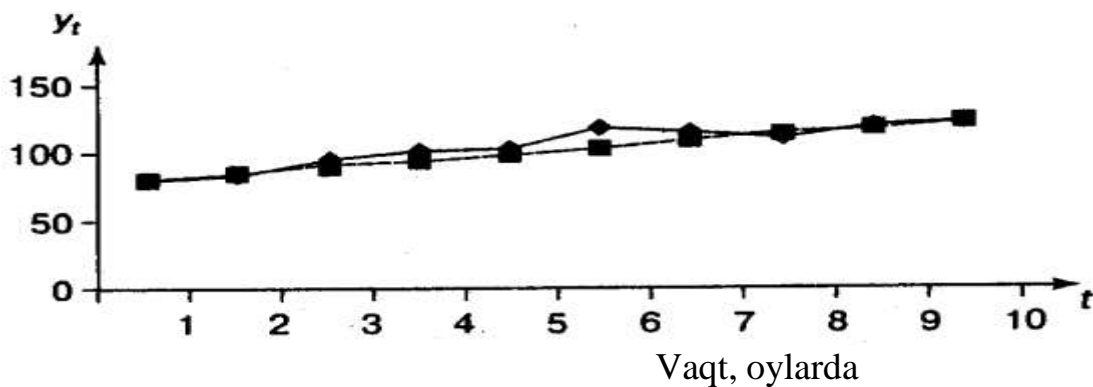
4.1-jadval.

«N»-yilning 10 oyi nominal oylik ish haqining oylar bo'yicha «N-1»-yilning dekabr oyidagi darajasiga nisbatan foiz hisobida o'sish sur'ati

Oylar	Nominal oylik ish haqining o'sish sur'ati	Oylar	Nominal oylik ish haqining o'sish sur'ati
Yanvar	82,9	Iyun	121,6
Fevral	87,3	Iyul	118,6
Mart	99,4	Avgust	114,1
Aprel	104,8	Sentyabr	123,0
May	107,2	Oktyabr	127,3

Berilgan vaqtli qatorni grafigini tuzamiz (4.2-rasm).





qatorning xaqiqiy darajalarqatorning chiziqli trend bo'yicha hisoblangan darajalari  
 4.2-rasm. "N"-yilning 10 oyi nominal ish haqining o'sish sur'ati dinamikasi  
 4.2-rasmdagi grafikdan o'suvchi trend borligini ko'rish mumkin. Chiziqli trend ham bo'lishi mumkin.

Keyingi tahlillar uchun qatorning darajalari va ularning logarifmlari bo'yicha avtokorrelyatsiya koeffitsientlarini aniqlaymiz (4.2-jadval).

4.2-jadval

"N"-yilning 10 oyi nominal ish haqining "N-1"-yilning dekabr oyi darajasiga nisbatan foiz hisobida o'sish sur'ati davriy qatorining avtokorrelyatsiya funktsiyasi

Lag	Avtokorrelyatsiya funktsiyasi	
	Qator darajalari bo'yicha	Qator darajalari logarifmlari bo'yicha
1	0,901	0,914
2	0,805	0,832
3	0,805	0,896

Jadvalda keltirilgan birinchi, ikkinchi va uchunchi tartibli avtokorrelyatsiya koeffitsientlari qiymatlarining yuqoriligi qator trendga ega ekanligidan dalolat beradi. Bu qatorning darajalari va darajalarning logarifmlari bo'yicha avtokorrelyatsiya koeffitsientlari qiymatlarining taxminan teng bo'lishi quyidagi xulosani keltirib chiqaradi: agar qator chiziqli bo'lmagan tendentsiyaga ega bo'lsa, demak u aniq bo'lmagan shaklda ifodalangan. Shuning uchun qatorning tendentsiyasini modellashtirish uchun ham chiziqli, ham chiziqli bo'lmagan funktsiyalardan foydalanish mumkin, masalan darajali yoki eksponentsial trendlardan.

Eng yaxshi trend tenglamasini keltirib chiqarish uchun trendlarning asosiy turlari parametrlarini aniqlaymiz. Ushbu hisob-kitoblarning natijalari 4.3-jadvalda keltirilgan. Jadvaldagi natijalarga asosan eng yaxshi trend, darajali shakldagi trend, uning uchun tuzilgan determinatsiya koeffitsienti boshqalarga qaraganda yuqori. Darajali trend tenglamasidan chiziqli shaklda ham, berilgan darajali shaklda ham foydalanish mumkin. Asl holda bu tenglama quyidagi ko'rinishga ega:

$$\hat{y}_t = e^{4,39} \cdot t^{0,193}$$

yoki

$$\hat{y}_t = 80,32 \cdot t^{0,193}$$

4.3-jadval



“N”-yilning 10 oyi nominal ish haqining “N-1”- yilning dekabr oyi darajasiga nisbatan foiz hisobida o’sish sur’ati davriy qatori uchun trendlar tenglamalari

Trend turi	Tenglama	$R^2$	$\bar{R}^2$
Chiziqli	$\hat{y}_t = 82,66 + 4,72 \cdot t$ (0,595)*	0,887	0,873
Ikkinchi tartibli parabola	$\hat{y}_t = 72,9 + 9,599 \cdot t - 0,444 \cdot t^2$ (2,11)* (0,187)*	0,937	0,920
Darajali	$\ln y_t = 4,39 + 0,193 \ln t$ (0,017)*	0,939**	0,931**
Eksponentsial	$\ln y_t = 4,43 + 0,045t$ (0,006)*	0,872**	0,856**
Giperbola ko’rinishida	$\hat{y}_t = 1,22,57 - 47,63/t$ (8,291)*	0,758	0,728

\*Qavs ichida regressiya koeffitsientining standart hatoliklari ko’rsatilgan

\*\* Determinatsiya koeffitsientlari chiziqli holga keltirilgan regressiya tenglamalari asosida hisoblangan

Chiziqli va eksponentsial trendlarning parametrlari iqtisodiy jarayonlarni juda holda ifodalash imkonini beradi.

Chiziqli trendning parametrlarini quyidagicha tushunish mumkin:

a –vaqt  $t = 0$  bo’lganda davriy qatorning boshlang’ich darajasi;

b –qaralayotgan davrda qator darajalarining o’rtacha mutloq o’zgarishi. Jadvalda keltirilgan chiziqli trend tenglamasidan shunday hulosalar qilish mumkin: “N”- yilning 10 oyidanominal oylik ish haqi 82,66 foizga o’zgargan, o’rtacha oylik mutloq o’sish esa 4,72 foizga teng bo’lgan. Vaqtli qator darajalarining chiziqli trend bo’yicha hisoblangan qiymatlari ikki usul bilan aniqlaniladi. Birinchidan, topilgan trend tenglamasiga kema- ket  $t = 1, 2, \dots, n$  qiymatlar qo’yib boriladi, ya’ni

$$\hat{y}_1^{\text{chiziq}} = 82,66 + 4,72 \cdot 1 = 87,38;$$

$$\hat{y}_2^{\text{chiziq}} = 82,66 + 4,72 \cdot 2 = 92,10.$$

Ikkinchidan, chiziqli trendning parametrlari hususiyatlaridan kelib chiqqan holda qatorning har bir keyingi darajasi oldingi daraja bilan o’rtacha mutloq zanjirsimon o’sish yig’indisidan iboratligini e’tiborga oladigan bo’lsak quyidagini yozish mumkin:

$$\hat{y}_2^{\text{chiziq}} = \hat{y}_1^{\text{chiziq}} + b = 87,38 + 4,72 = 92,10;$$

$$\hat{y}_3^{\text{chiziq}} = \hat{y}_2^{\text{chiziq}} + b = 92,10 + 4,72 = 96,82 \text{ va h..k}$$

Chiziqli trend grafigi 7.3-rasmda keltirilgan.

Shu tariqa davriy qatorlar tendentsiyachsini modellashtirish mumkin.

#### 4.5 Mavsumiy va tsiklik tebranishlarni modellashtirish

Vaqtli qatorning additiv va multiplikativ modeli. Mavsumiy yoki tsiklik tebranishga ega bo’lgan vaqtli qatorlar strukturasi tahlil qilishga bir qancha yondoshuvlar mavjud. Eng sodda yondoshuv – bu mavsumiy komponentalar qiymatini sirg’anchiq o’rtacha usuli bilan hisoblash va vaqtli qatorning additiv yoki multiplikativ modelini tuzishdan iborat.

Additiv model quyidagi umumiy ko’rinishga ega:

$$Y = T + S + E$$

(4.1)

Bu modelda davriy qatorning har bir darajasi trend(T), mavsumiy(S) va tasodifiy(E) komponentalar yig'indisidan tashkil topadi deb qaraladi.

Multiplikativ model quyidagi umumiy ko'rinishga ega:

$$Y = T \cdot S \cdot E$$

(4.2)

Bu model vaqtli qatorning har bir darajasi trend(T), masumiy(S) va tasodifiy(E) komponentalar ko'paytmasidan iborat deb qaraladi. Ikkala modeldan birini tanlash masumiy tebranishning strukturasi tahlil qilish asosida amalga oshiriladi. Agar tebranish amplitudasi taxminan o'zgarmas bo'lsa, turli tsikllar uchun masumiy komponentalar qiymatlari o'zgarmas bo'lgan vaqtli qatorning additiv modeli tuziladi. Agar masumiy tebranish amplitudasi o'sib yoki kamayib borsa, davriy qatorning darajasi masumiy komponentani qiymatiga bog'liq bo'lgan vaqtli qatorning multiplikativ modeli tuziladi.

Additiv va multiplikativ modellarni tuzish vaqtli qatorning har bir darajasi uchun T, S va E komponentalarning qiymatlarini hisoblashga olib keladi.

Modelni tuzish jarayoni bir necha bosqichdan iborat:

1. Berilgan qatorni sirg'anchiq o'rtacha usul bilan tekslash;
2. S – mavsumiy komponentaning qiymatini hisoblash;
3. Qator tenglamasidan mavsumiy komponentalarni chiqarib tashlash va additiv modelda (T+E) yoki multiplikativ modelda (T·E) tekslangan qiymatlarni topish;
4. (T+E) yoki (T·E) darajalarni analitik tekslash va hosil bo'lgan trend tenglamasini qo'llab T ning qiymatlarini hisoblash;
5. Hosil bo'lgan modelda (T+E) yoki (T·E)ning qiymatlarini hisoblash;
6. Mutloq va/yoki nisbiy hatoliklarni hisoblash.

4 –misol. Vaqtli qatorning additiv modelini tuzish.

7.3-jadvalda keltirilgan tuman aholisining so'ngi to'rt yilda iste'mol qilgan elektrenergiyasi hajmi haqidagi ma'lumotlardan foydalanib additiv model tuzishni ko'rib chiqamiz.

2-misolda vaqtli qator davriyligi 4ga teng bo'lgan mavsumiy tebranishga ega ekanligini ko'rgan edik. Elektrenergiya iste'moli hajmi kuzgi-qishki davrda(I va IV choraklar) bahorgi-yozgi(II va III choraklar) davrga nisbatan yuqori. Qatorning grafigidan(7.2-rasm) tebranish amplitudasi taxminan bir hilda ekanini aniqlash mumkin. Bu holat qatorda additiv model borligidan dalolat beradi. Qatorning komponentalarini hisoblaymiz(7.4-jadval).

1-qadam. Sirg'anchiq o'rtacha usuli bilan qatorni tekslaymiz. Buning uchun:

a) qatorning har to'rt chorakdagi darajalari yig'indisini bir davrga surgan holda hisoblaymiz va shartli yillik elektrenergiya iste'moli hajmini topamiz(jadvalning uchinchi ustuniga bir chorak pastga yozamiz);

v) yig'indini 4ga bo'lib sirg'anchiq o'rtachani topamiz(jadvalda to'rtinchi ustun). Shuni ta'kidlash kerakki, hosil bo'lgan tekslangan qiymatlar mavsumiy komponentaga ega bo'lmaydi;

s) ketma-ket kelgan ikkita sirg'anchiq o'rtachalardan o'rtachasi(markazlashtirilgan o'rtacha)ni topib haqiqiy vaqtga mos keltiramiz(jadvalning beshinchi ustuni).

#### 7.4-jadval

Additiv modelda mavsumiy komponentalarni baholash hisob-kitobi

Chorak raqami, t	Elektrenergiya iste'moli, $y_t$	To'rt chorak bo'yicha jami	To'rt chorak bo'yicha sirg'anchiq o'rtacha	Markazlashtirilgan sirg'anchiq o'rtacha	Mavsumiy komponentani baholash
1	2	3	4	5	6
1	6,0	-	-	-	-
2	4,4	24,4	6,10	-	-
3	5,0	25,6	6,40	6,250	-1,250
4	9,0	26,0	6,50	6,450	2,550
5	7,2	27,0	6,75	6,625	0,575
6	4,8	28,0	7,00	6,875	-2,075
7	6,0	28,8	7,20	7,100	-1,100
8	10,0	29,6	7,40	7,300	2,700
9	8,0	30,0	7,50	7,450	0,550
10	5,6	31,0	7,75	7,625	-2,025
11	6,4	32,0	8,00	7,875	-1,475
12	11,0	33,0	8,25	8,125	2,875
13	9,0	33,6	8,40	8,325	0,675
14	6,6	33,4	8,35	8,375	-1,775
15	7,0	-	-	-	-
16	10,8	-	-	-	-

2-qadam. Qatorning haqiqiy darajalari bilan markzlashtirilgan o'rtacha orasidagi farqni hisoblab mavsumiy komponentalarni baholaymiz(jadvalda 6-ustun). Ulardan mavsumiy komponenta(S)larning qiymatlarini hisoblashda foydalanamiz. Buning uchun yillar bo'yicha har bir chorak uchun o'rtacha mavsumiy baho( $S_i$ )larni 7.5-jadvaldan olib 7.6-jadvalga joylashtiramiz.

Odatda mavsumiy komponentali (additiv) modellarda choraklar bo'yicha mavsumiy komponentalarning yig'indisi nolga teng bo'lsin deb olinadi. Agarda bu shart bajarilmasa tuzatish koeffitsientini aniqlab mavsumiy komponentalarga tuzatishlar kiritiladi. Ushbu model uchun masumiy komponentalar o'rtacha baholarining yig'indisi quyidagiga teng(jadvalda 2-qator):

$$0,6 - 1,958 - 1,275 + 2,708 = 0,075.$$

Yig'indi nolga teng bo'lmaganligi sababli tuzatish koeffitsientini hisoblaymiz:

$$k = 0,075 / 4 = 0,01875.$$

#### 4.5-jadval

Ko'rsatkichlar	Yil	Chorak raqami, i			
		I	II	III	IV

	1	-	-	-1,250	2,550
	2	0,575	-2,075	-1,100	2,700
	3	0,550	-2,025	-1,475	2,875
	4	0,675	-1,775	-	-
i-chorak bo'yicha jami (barcha yillar uchun)		1,800	-5,875	-3,825	8.125
i-chorak uchun masumiy komponentalarni o'rtacha bahosi( $\bar{S}_i$ )		0,600	-1,958	-1,275	2,708
Tuzatilgan mavsumiy komponenta, $S_i$		0,581	-1,977	-1,294	2,690

Mavsumiy komponentalarning choraklar bo'yicha tuzatilgan qiymatlarini o'rtacha baho bilan tuzatish koeffitsienti(k) orasidagi farqni hisoblab topamiz, ya'ni

$$S_i = \bar{S}_i - k$$

formula yordamida topamiz, bu erda,  $i= 1, 2, 3, 4$ .

Topilgan qiymatlarni jadvalga qo'yib, mavsumiy komponentalarning qiymatlari yig'indisi nolga teng bo'lish shartini tekshirib ko'ramiz:

$$0,581 - 1,977 - 1,294 + 2,690 = 0.$$

Shunday qilib, quyidagi mavsumiy komponentalar qiymatlarini olamiz:

I – chorak:  $S_1 = 0,581$ ;

II – chorak:  $S_2 = -1,979$ ;

III – chorak:  $S_3 = -1,294$ ;

IV – chorak:  $S_4 = 2,690$ .

3-qadam. Berilgan vaqtli qatorning har bir darajasidan masumiy komponentalarning ta'sirini chiqarib tashlab,  $T+E = Y - S$  qiymatlarini topamiz(4.10-jadvalning 4- ustuni). Ushbu qiymatlar har bir davr uchun hisoblanib, ular faqat tendentsiya va tasodifiy komponentalardan iborat bo'ladi.

4.6 –jadval

T ning tekslangan qiymatlarini va additiv modelda E xatolikni hisoblash

t	yt	St	T+E= = yt -St	T	T+S	E=yt – -(T+S)	E2
1	2	3	4	5	6	7	8
1	6,0	0,581	0,419	5,902	6,483	-0,483	0,2333
2	4,4	-1,977	6,337	6,088	4,111	0,289	0,0835
3	5,0	-1,294	6,294	6,275	4,981	0,019	0,0004
4	9,0	2,690	6,310	6,461	9,151	-0,151	0,0228
5	7,2	0,581	6,619	6,648	7,229	-0,029	0,0008
6	4,8	-1,977	6,777	6,834	4,857	-0,057	0,0032
7	6,0	-1,294	7,294	7,020	5,727	0,273	0,0745
8	10,0	2,690	7,310	7,207	9,896	0,104	0,0108

9	8,0	0,581	7,419	7,393	7,974	0,026	0,0007
10	5,6	-1,977	7,577	7,580	5,603	-0,030	0,0009
11	6,4	-1,294	7,694	7,766	6,472	-0,072	0,0052
12	11,0	2,690	8,310	7,952	10,642	0,358	0,1282
13	9,0	0,581	8,419	8,139	8,720	0,280	0,0784
14	6,6	-1,977	8,577	8,325	6,348	0,252	0,0635
15	7,0	-1,294	8,294	8,519	7,218	-0,218	0,0475
16	10,8	2,690	8,110	8,698	11,388	-0,588	0,3457

4- qadam. Modelning T komponentasini aniqlaymiz. Buning uchun (T+E) qatorni chiziqli trend yordamida analitik tekshiraymiz. Analitik tekshirishning natijalari quyidagilardan iborat:

Trend tenglamasining ozod hadi	5,715416
Regressiya koeffitsienti	0,186421
Regressiya koeffitsientining standart hatosi	0,015188
R kvadrat	0,914971
Kuzatuvlar soni	16
Erkinlik darajasi soni	14

Olingan natijalardan kelib chiqib, quyidagi chiziqli trendga ega bo'lamiz:

$$T = 5,715 + 0,186 \cdot t$$

Ushbu tenglamaga  $t = 1, 2, \dots, 16$  qiymatlarni qo'yib, har bir vaqt uchun Tning darajalari topiladi (8.10-jadvalda 5-ustun). Trend tenglamasi grafigi 8.4-rasmda keltirilgan.

5-qadam. Qatorning additiv modelda olingan qiymatlarini topamiz. Buning uchun Tning darajalariga mos choraklar uchun masumiy komponentalarni qo'shib chiqamiz (T+Sning qiymatlari 8.6-jadvalning 6-ustunida va 7.4-rasmda keltirilgan).

6-qadam. Additiv modelni qurish usuliga asosan modelning hatolarini hisoblash

$$(4.4)$$

$$E = Y - (T + S)$$

formula asosida amalga oshiriladi. Bu mutloq xatolik bo'lib, uning qiymati 7.6-jadvalning 7-ustunida keltirilgan.

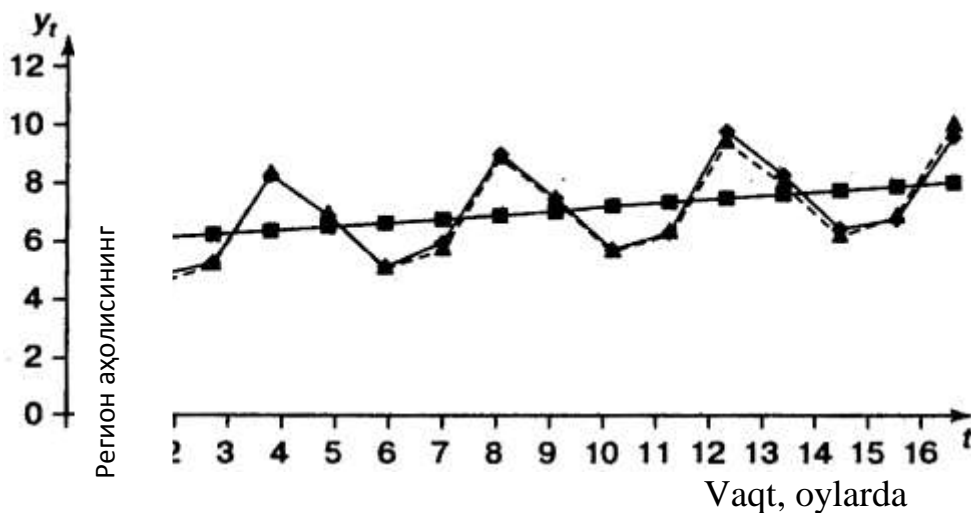
Regressiya modeli kabi, tanlangan modelning sifatini baholash uchun olingan mutloq xatoliklar kvadratlari yig'indisidan foydalanish mumkin. Ushbu additiv model uchun mutloq xatoliklar kvadratlari yig'indisi 1,10ga teng. Uni qator darajalarining o'rtacha darajasidan chetlanishi kvadratlarning yig'indisi(71,59)ga nisbati 1,5 foizdan ko'proqni tashkil etadi, ya'ni:

$$(1 - 1,10 / 71,59) \cdot 100 = 1,536\%$$

Shunday qilib, aytish mumkinki, additiv model oxirgi 16 chorakda elektrenergiya iste'moli jarayonini ifodalovchi vaqtli qator darajalarining o'zgarishini 98,5 foiz aniqlik bilan ifodalab beradi.

6-misol. Additiv model bo'yicha bashoratlash.

Faraz qilaylik, 4-misol ma'lumotlari asosida tuman aholisining keyingi birinchi yarim yillikdagi elektr energiyasini iste'moli miqdorini bashoratlash talab qilinadi.



4.4-ras — an aholisining elektrene — i iste'mol — (T+S)ning qiymati

(qator darajalarining, haqiqiy, tekslangan va additiv modelda olingan qiymatlari)  
6-misol. Additiv model bo'yicha bashoratlash.

Faraz qilaylik, 4-misol ma'lumotlari asosida tuman aholisining keyingi birinchi yarim yillikdagi elektr energiyasini iste'moli miqdorini bashoratlash talab qilinadi.

Echish.

(7.5) munosabatga asosan additiv modelda vaqtli qator darajalarining  $F_k$  bashorat qiymatlari trend va mavsumiy komponentalarning yig'indisidan iborat. Tuman aholisining beshirchi yilning birinchi yarim yillikdagi elektr energiyasini iste'moli hajmi beshirchi yilning I va II choraklardagi iste'mol qilingan elektr energiyasi hajmlari ( $F_{17}$  va  $F_{18}$ ) ning mos ravishda yig'indisidan iborat.

Trend komponentalarini aniqlash uchun trend tenglamasidan foydalanamiz:

$$T = 5,715 + 0,186 \cdot t.$$

Bashorat qilinayotgan oylar uchun trend quyidagilardan iborat:

$$T_{17} = 5,715 + 0,186 \cdot 17 = 8,877;$$

$$T_{18} = 5,715 + 0,186 \cdot 18 = 9,063.$$

Mavsumiy komponentalarning qiymatlari:  $S_1 = 0,581$  (I-chorak);  $S_2 = -1,977$  (II-chorak) edi.

Shunday qilib,

$$F_{17} = T_{17} + S_1 = 8,877 + 0,581 = 9,458;$$

$$F_{18} = T_{18} + S_2 = 9,063 - 1,977 = 7,086.$$

Elektr energiyani kelasi (beshinchi) yilning birinchi yarim yilligida iste'mol qilinadigan hajmining bashorat qiymati

$$(9,458 + 7,086) = 16,544 \text{ mln. kvat. soatga teng ekan.}$$

Vaqtli qatorlar multiplikativ modelini tuzish va yuqorida keltirilgan barcha bosqichlarni bajarish talabalarga olgan bilimlarini mustahkamlash uchun mustaqil ish sifatida havola etiladi.

Takrorlash uchun savollar va topshiriqlar

Ekonometrik modellar qanday turdagi ma'lumotlar asosida quriladi?

Dinamik qatorlar avtokorrelyatsiyasi nimani anglatadi?

Avtokorrelyatsiya koeffitsienti qaysi formula yordamida hisoblanadi va uni qanday xususiyatlari bor?

Dinamik qator avtokorrelyatsiya funksiyasi va korrelogrammasiga ta'rif bering.

Tendentsiyaning asosiy turlarini aytib bering.

Additiv va multiplikativ modellarga ta'rif bering va ularni umumiy ko'rinishlarini yozing.

3-misol ma'lumotlari asosida eksponentsial trend tenglamasini yozing va uning darajalarini hisoblab, parametrlarini tavsiflab bering.

Additiv modellarni qurish qanday bosqichlarda amalga oshiriladi? Misoldagi ma'lumotlar asosida tushuntirib bering.

Dinamik qatorlarda sirg'anchiq o'rtachalar qanday hisoblanadi?

Mavsumiy komponentalarni o'rtacha bahosini korrektirovka qilish koeffitsienti nima uchun kerak?

8.10-jadvaldagi (T + E) qatorni analitik tekislik va chiziqli trend koeffitsientlarni hisoblang.

4-misol ma'lumotlari asosida tuman aholisini 5-yilning ikkinchi yarim yillikdagi elektr energiyasi iste'moli miqdorini bashoratlang.

Dinamik qatorlar komponentalarining korrelyatsion-regression tahlil natijalariga ta'siri qanday o'rganiladi?

Dinamik qatorlarda mavsumiy va tsiklik komponentalarni mavjud bo'lishi qatorlarning bog'lanish kuchi va zichligiga qanday ta'sir ko'rsatadi?

Dinamik qator darajalaridan mavsumiy komponentalarni chiqarib tashlashning qanday usullari mavjud?

Agar dinamik qatorlar tendentsiyaga ega bo'lsa korrelyatsiya koeffitsienti qanday qiymatlarga ega bo'ladi?

«Yolg'on korrelyatsiya» nima, u qanday yo'qotiladi?

«Qoldiqdagi avtokorrelyatsiya» tushunchasini tavsiflab bering.

«Tendentsiyani yo'qotish» usulini tavsiflab bering.

«Trenddan chetlanish» usulini tavsiflab bering.

«Ketma-ket ayirmalar» usulini tavsiflang, u qanday kamchiliklarga ega.

Regressiya modeliga vaqt omili qanday kiritiladi?

Foydalanilgan adabiyotlar

Asosiy adabiyotlar:	1.Christopher Dougherty. Introduction to Econometrics. Oxford University Press, 2011. – 573 p. 2.Gujarati D.N. Basic Econometrics. McGraw-Hill, 5th edition, 2009. – 922 p. 3.Abdullaev O.M., Xodiev B.Yu., Ishnazarov A.I. Ekonometrika. Uchebnik. –T.: Fan va texnologiya. 2007. – 612 s. 4.Shodiev T.Sh. va boshqalar. Ekonometrika. –T.: TDIU, 2007. – 270 b. 5.Abdullaev O.M., Jamalov M.S. Ekonometricheskoe modelirovanie. Uchebnik. –T.: Fan va texnologiya. 2010. – 612 s.
Qo'shimcha adabiyotlar:	Greene W.H. Econometric Analysis. Prentice Hall. 7th edition, 2011. – 1232 p. Valentinov V.A. Ekonometrika: Uchebnik. –M.: ITK



	<p>«Dashkov i K°», 2009. – 367 s.</p> <p>Kremer N.Sh. Ekonometrika: Uchebnik.–M.: YuNITI-DANA, 2008. –562s.</p> <p>Ayvazyan S.A. Prikladnaya statistika i osnovi ekonometriki. Uchebnik. – M. YuNITI, 2007. – 345 s.</p> <p>Eliseeva. I.I., Kurisheva S.V. i dr. Ekonometrika: Uchebnik. - M.: Finansi i statistika, 2007. – 260 s.</p> <p>Habibullayev I. Iqtisodiy matematik usullar va modellar: o‘quv qo‘llanma / O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi. -Toshkent: “Tafakkur-Bo‘stoni”, 2012. 112 b.</p>
Internet resurslar:	<p><a href="http://www.mf.uz">www.mf.uz</a> – O‘zbekiston Respublikasi Moliya vazirligi sayti.</p> <p><a href="http://www.lex.uz">www.lex.uz</a> – O‘zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi.</p> <p><a href="http://www.ifmr.uz">www.ifmr.uz</a> – O‘zbekiston Respublikasi Prognozlashtirish va makroiqtisodiy tadqiqotlar instituti sayti.</p> <p><a href="http://www.mineconomu.uz">www.mineconomu.uz</a> – O‘zbekiston Respublikasi Iqtisodiyot vazirligi sayti.</p>

5-MA'RUZA	
AMALIY EKONOMETRIK MODELLAR	
REJA:	
5.1	Ichlab chiqarish modellari
5.2	Iqtisodiyotda chiziqli modellar
5.3	Iqtisodiy tahlilda elastiklik
5.4	Iqtisodiyot dinamikasi modellari

As  
osi  
y  
tay  
an  
ch  
ibo

ralar

Ko'p tarmoqli  
Balans  
Matritsa

11.Befarqlik sirti  
Ekvivalent  
Limit

Depressiya  
Sanoat  
Tarmoqlararo  
Samarador  
Vektor  
Tanlov  
Foydalilik

Kompensatsiya  
Kamayuvchi samaradorlik  
Kobb-Duglas  
Dinamika  
Muvozanat  
O'rgimchak  
Evans

### 5.1. Ishlab chiqarish modellari

Har qanday iqtisodiy ishlab chiqarish jarayonini hamda butun xalq xo'jaligi, moddiy ishlab chiqarish sohasi, iqtisodiy hudud, ishlab chiqarish birlashmasi yoki alohida korxonada bo'lishidan qat'iy nazar har qanday ishlab chiqarish birligining ishlab chiqarish texnologiyasini modellashtirish moddiy ishlab chiqarish qonuniyatlari, taqsimoti va iste'mol asosida amalga oshiriladi. Bu maqsadga erishishda ishlab chiqarish funktsiyalari muhim rol o'ynaydi.

Ishlab chiqarish funktsiyasi ishlab chiqarish faoliyati natijalarining ularni taqozo etgan ko'rsatkich-omillarga bo'liqligining iqtisodiy-matematik ifodasidir. Iqtisodiy sharoitlarda ishlab chiqarish jarayoni natijasi ko'p sonli turli, ya'ni iqtisodiy, ijtimoiy, texnik, tabiiy omillarning ta'siri bilan aniqlanadi. Bu omillarning hammasini ham ishlab chiqarish funktsiyasida hisobga olish mumkin emas, chunki omillarning ba'zilari miqdoriy jihatdan ifodalanmaydi, boshqalarining ta'siri esa amalda juda kichik. Shuning uchun ishlab chiqarish funktsiyasi o'rganilayotgan ko'rsatkichga hal qiluvchi ta'sir ko'rsatadigan omillarni o'z ichiga oladi.

Ishlab chiqarish funktsiyasi deb  $x_1, \dots, x_n$  erki o'zgaruvchilari sarflanadigan yoki foydalaniladigan resurslar (ishlab chiqarish omillari) hajmlarining qiymatlarini qabul qiladigan (o'zgaruvchilar soni  $n$  resurslar soniga teng), funktsiyaning qiymati esa ishlab

$$y = f(\bar{x}, \bar{a}) = f(x_1, \dots, x_n, \bar{a})$$

Bu erda  $\bar{a}$  — ishlab chiqarish funktsiyasi (IChF) parametrlarining vektori.

1-misol.  $f$  IChFni  $f(x, a, b) = ax^b$  ko'rinishda olaylik, bu erda  $x$  — sarflanayotgan resurs (masalan, ish vaqti) miqdori,  $f(x, a, b)$  — ishlab chiqarilayotgan mahsulot hajmi (masalan, jo'natilishga tayyor bo'lgan muzlatgichlar soni).  $a > 0$  va  $0 < b \leq 1$  kattaliklar —  $f$  IChFning parametrlari, parametrlar vektori ikki o'lchovli  $(a, b)$  vektor bo'ladi.

$y = ax^b$  funktsiyaning xossalaridan sarflanayotgan resurs miqdori  $x$  o'sganda ishlab chiqarish hajmi  $y$  ning o'sishi, biroq bunda resursning har bir qo'shimcha birligi ishlab chiqarilayotgan mahsulot hajmi  $y$  ning tobora kamroq o'sishini berishi kelib chiqadi.

Ushbu holat ( $x$  kattalik o'sganda  $y$  hajmning o'sishi va  $y$  hajm o'sishining kamayishi) iqtisodiyot nazariyasining kamayuvchi samaradorlik qonuni deb ataluvchi asosiy qoidasini aks ettiradi.  $y = ax^b$  IChF bir faktorli ishlab chiqarish funktsiyalari keng sinfining tipik vakili bo'ladi.

IChFlar turli qo'llanilish sohalariga ega bo'lishi mumkin. «Xarajatlar – ishlab chiqarish» tamoyili ham mikro-, ham makroiqtisodiy darajada amalga oshirilishi mumkin.

Alohida korxonalar (firma), tarmoq, tarmoqlararo ishlab chiqarish majmuasi mikroiqtisodiy darajada ishlab chiqarish tizimi sifatida qatnashishi mumkin. Bu holda ishlab chiqarish funktsiyalari asosan tahlil va rejalashtirish masalalarini, shuningdek bashoratlash masalalarini echish uchun quriladi va ishlatiladi.

Makroiqtisodiy darajada esa ishlab chiqarish tizimi sifatida hudud yoki butun mamlakat (aniqrofi, hudud yoki mamlakatning xo'jalik tizimi) qatnashadi. Bu holda ishlab chiqarish funktsiyalari uchchala ko'rinishdagi (tahlil, rejalashtirish va bashoratlash) masalalarni echish uchun quriladi va faol ishlatiladi.

Ishlab chiqarish funktsiyalari statik i dinamik ishlab chiqarish funktsiyalariga bo'linadi. Statik ishlab chiqarish funktsiyalarida vaqt o'rganilayotgan bo'lanishning asosiy tavsiflarini o'zgartiradigan omil sifatida hisobga olinmaydi. Dinamik ishlab chiqarish funktsiyalari vaqt omilini o'z ichiga oladi: ularda vaqt natijaga ta'sir qiluvchi mustaqil o'zgaruvchi sifatida qaralishi mumkin; parametrlar va ko'rsatkich-omillar vaqtning funktsiyalari sifatida qaralishi mumkin.

2-misol. Alohida hudud yoki butun mamlakatni modellashtirish uchun (ya'ni makroiqtisodiy, shuningdek mikroiqtisodiy darajadagi masalalarni echish uchun)

$y = a_0 x_1^{a_1} x_2^{a_2}$  ko'rinishdagi IChF ko'p ishlatiladi, bu erda  $a_0, a_1, a_2$  — IChF parametrlari. Bular musbat o'zgaruvchilar sonlardir (ko'pincha  $a_1$  va  $a_2$  lar  $a_1 + a_2 = 1$  shartni qanoatlantiradi). Yuqorida keltirilgan ko'rinishdagi IChF 1929 yilda uni ishlatishni taklif etgan ikkita amerikalik iqtisodchilar nomlari bo'yicha Kobb-Duglasning ishlab chiqarish funktsiyasi (KDICHF) deb ataladi.

P.Duglas va D.Kobb statistik ma'lumotlar asosida qayta ishlash sanoatidagi ishlab chiqarilgan mahsulot va unga ta'sir etuvchi kapital va mehnat xarajatlarining bo'lanishini aks ettiruvchi matematik modelni qurishdi. KDICHF o'zining sodda tuzilishi tufayli turli-tuman nazariy va amaliy masalalarni echish uchun faol ishlatiladi.

KDICHFning tatbiqlarida  $x_1 = K$  ishlatilayotgan asosiy kapital hajmiga,  $x_2 = L$  esa mehnat xarajatlariga teng bo'lganda KDICHF adabiyotlarda ko'pincha ishlatiladigan

ko'rinishini oladi.

Bu erda  $a_0 > 0, a_1, a_2 \geq 0, a_1 + a_2 = 1$  shartni qanoatlantiradi. Yuqorida keltirilgan ko'rinishdagi IChF 1929 yilda uni ishlatishni taklif etgan ikkita amerikalik iqtisodchilar nomlari bo'yicha statistik ma'lumotlari asosida  $a_0, a_1, a_2$  parametrlarning son qiymatlari topilib, KDICHF  $Y = 1,01K^{0,25}L^{0,75}$  ekanligi aniqlangan.

$$Y = a_0 K^{a_1} L^{a_2}$$

1960-1985 yillar davridagi sobiq SSSR iqtisodiyoti bo'yicha ma'lumotlar asosida  $a_0, a_1, a_2$  parametrlarning son qiymatlari hisoblangan va KDICHF  $Y = 1,022K^{0,5382}L^{0,4618}$  ko'rinishga ega bo'lgan.

Yuqoridagi parametrlar vaqt bo'yicha qatorlar (resurslar va ishlab chiqarish hajmining yillar davomida o'zgarishi) asosida aniqlanganligi uchun KDICHF dinamik xarakterga ega bo'lib, uning yordamida makroiqtisodiyotni bashoratlash masalasini echish mumkin. Agar KDICHFning parametrlari  $T_0$  vaqt davomidagi ma'lumotlar bo'yicha baholangan bo'lsa, bashoratlash davrini  $T_0/3$  davrgacha olish tavsiya etiladi.

### 5.2. Iqtisodiyotda chiziqli modellar

Matritsalar algebrasining elementlaridan foydalanish ko'p iqtisodiy masalalarni echishning asosiy usullaridan biridir. Bu masala ma'lumotlar bazalarini yaratish va ulardan foydalanishda juda dolzarb bo'lib qoldi: ular bilan ishlashda deyarli barcha axborot matritsa ko'rinishida saqlanadi va qayta ishlanadi.

Ko'ptarmoqli xo'jalik faoliyatining makroiqtisodiyoti alohida tarmoqlar orasidagi balansni talab qiladi. Har bir tarmoq, bir tomondan, ishlab chiqaruvchi bo'lib, ikkinchi tomondan esa boshqa tarmoqlar ishlab chiqargan mahsulotni iste'molchisi bo'ladi. Bunday hollarda tarmoqlar orasidagi bo'flanishlarni har xil turdagi mahsulotlarni ishlab chiqarish va iste'mol qilish orqali hisoblashning ancha murakkab masalasi paydo bo'ladi. Birinchi marta bu muammo matematik model ko'rinishida 1936 yilda AQShdagi 1929–1932 yillar iqtisodiy depressiyasining sabablarini tahlil qilib ko'rishga uringan mashhur amerikalik iqtisodchi V. Leontevning asarlarida bayon etildi. Bu model matritsalar algebrasiga asoslanib, matritsalar tahlilining apparatidan foydalanadi.

Soddalik uchun xo'jalikning ishlab chiqarish sohasi har biri o'zining bir jinsli mahsulotini ishlab chiqaruvchi  $p$  ta tarmoqdan iborat deb hisoblaymiz. Har bir tarmoq o'zining ishlab chiqarishini ta'minlash uchun boshqa tarmoqlarning mahsulotiga muhtoj (ishlab chiqarish iste'moli). Odatda ishlab chiqarish jarayoni ma'lum bir vaqt davrida qaraladi; ko'p hollarda bunday birlik sifatida bir yil olinadi.

Quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

$x_i$  —  $i$  nchi tarmoq jami mahsulotining hajmi (uning yalpi ishlab chiqarishi);

$x_{ij}$  —  $i$  nchi tarmoq mahsulotining  $j$  nchi tarmoqda  $x_j$  hajmdagi mahsulotni ishlab chiqarish uchun sarflanadigan hajmi;

$y_i$  —  $i$  nchi tarmoq mahsulotining noishlab chiqarish sohasida o'zlashtirish (iste'mol) uchun mo'ljallangan hajmi, yoki yakuniy iste'mol mahsuloti. Unga fuqarolarning shaxsiy iste'moli, ijtimoiy ehtiyojlarni qondirish, davlat institutlarini ta'minlash va hokazolar kiradi.

Turli sanoat tarmoqlari bo'liqligining balans tamoyili shundan iboratki,  $i$  nchi tarmoq yalpi ishlab chiqarishi ishlab chiqarish va noishlab chiqarish sohalaridagi iste'mol hajmlarining yirindisiga teng bo'lishi kerak. Eng soddada holda balans munosabatlari

(5.1)

ko'rinishga ega.

$$x_i = x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{in} + y_i, \quad i = 1, 2, \dots, n$$



mumkin. Yalpi ishlab chiqarish vektori  $\bar{x}$  ma'lum bo'lgan birinchi, eng sodda holda yakuniy iste'mol vektori  $\bar{y}$  ni hisoblash talab qilinadi. Ikkinchi holda rejalashtirish maqsadlari uchun chiziqli tarmoqlararo balans tenglamasidan masalaning quyidagi shaklida foydalaniladi:  $T$  vaqt davri (masalan, bir yil) uchun yakuniy iste'mol vektori  $\bar{y}$  ma'lum bo'lib, yalpi ishlab chiqarish vektori  $\bar{x}$  ni aniqlash talab qilinadi. Bu erda  $A$  matritsasi ma'lum va  $\bar{y}$  vektori berilgan (5.5) chiziqli tenglamalar sistemasini echish zarur. Shu bilan birga, (5.5) sistema berilgan masalaning amaliy tabiatidan kelib chiqadigan qator xususiyatlarga ega; eng avvalo  $A$  matritsa hamda  $\bar{x}$  va  $\bar{y}$  vektorlarning barcha elementlari nomanfiy bo'lishi kerak.

Leontev modelining samaradorligi

Agar nomanfiy komponentali ixtiyoriy  $\bar{y}$  vektor uchun (5.5) tenglamaning echimi — barcha elementlari nomanfiy bo'lgan  $\bar{x}$  vektor mavjud bo'lsa, u holda hamma elementlari nomanfiy bo'lgan  $A$  matritsa samarador deb ataladi. Bu holda Leontev modeli ham samarador deb ataladi.

(5.5) sistemani  $E$  birlik matritsadan foydalanib,

$$(E - A) \bar{x} = \bar{y}$$

ko'rinishda qayta yozamiz.

Agar  $(E - A)^{-1}$  teskari matritsa mavjud bo'lsa, u holda (5.5) tenglamaning

$$\bar{x} = (E - A)^{-1} \bar{y}$$

yagona echimi ham mavjud bo'ladi.  $(E - A)^{-1}$  matritsa to'la xarajatlar matritsasi deb ataladi.

$A$  matritsa samaradorligining bir nechta mezoni mavjud. Ulardan ikkitasini keltiramiz.

1.  $(E - A)^{-1}$  matritsa mavjud bo'lib, uning elementlari nomanfiy bo'lganda va faqat shundagina  $A$  matritsa samarador bo'ladi.
2. Agar elementlari nomanfiy bo'lgan  $A$  matritsaning ixtiyoriy ustuni (satri) bo'yicha elementlari yifindisi birdan oshmasa:

$$\sum_{i=1}^n a_{ij} \leq 1 \quad \text{yoki} \quad \sum_{j=1}^n a_{ij} \leq 1,$$

hamda hech bo'lmaganda bitta ustun (satr) uchun bu yifindi birdan qat'iy kichik bo'lsa, u holda bunday matritsa samarador bo'ladi.

### 5.3. Iqtisodiy tahlilda elastiklik

Funktsiyaning elastikligi deb  $y$  va  $x$  o'zgaruvchilar nisbiy o'zgarishlarining nisbati limitiga aytiladi.

Agar  $y$  o'zgaruvchining  $x$  o'zgaruvchi o'zgargandagi o'zgarishi elastikligini  $E_x(y)$  orqali belgilasak, u holda, hosila ta'rifidan foydalanib,

$$E_x(y) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \left( \frac{\Delta y}{y} \right) / \left( \frac{\Delta x}{x} \right) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \left( \frac{\Delta y}{\Delta x} \cdot \frac{x}{y} \right) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} \cdot \frac{x}{y}$$

yoki

$$E_x(y) = \frac{dy}{dx} \cdot \frac{x}{y} \quad (5.3.1)$$

ni olamiz.

Endi elastiklikning xossalarini keltiramiz.

1. Elastiklik — qiymati  $y$  va  $x$  kattaliklar qaysi birliklarda o'lchanganligiga bo'liq bo'lmagan o'lchovsiz kattalik:  $E_{ax}(by) = E_x(y)$ .

2. O'zaro teskari funktsiyalarning elastikliklari — o'zaro teskari kattaliklar:

$$E_x(y) = \frac{dy}{dx} \cdot \frac{x}{y} = \frac{1}{\frac{dx}{dy} \cdot \frac{y}{x}} = \frac{1}{E_y(x)}$$

Masalan, talab kattaligining narx bo'yicha elastikligi narxning talab kattaligi bo'yicha

$$E_P(Q) = \frac{1}{E_Q(P)}$$

elastikligiga teskari kattalikdir:

3. Ayni bitta  $x$  argumentga bo'liq bo'lgan ikkita  $u(x)$  va  $v(x)$  funktsiyalar ko'paytmasining elastikligi elastikliklar yifindisiga tengdir:  $E_x(uv) = E_x(u) + E_x(v)$ .

4. Ayni bitta  $x$  argumentga bo'liq bo'lgan ikkita  $u(x)$  va  $v(x)$  funktsiyalar bo'linmasining elastikligi elastikliklar ayirmasiga tengdir:  $E_x\left(\frac{u}{v}\right) = E_x(u) - E_x(v)$ .

5. Ikkita  $u(x)$  va  $v(x)$  funktsiyalar yifindisining elastikligi

$$E_x(u+v) = \frac{uE_x(u) + vE_x(v)}{u+v}$$

formula orqali topilishi mumkin.

#### 5. 4. Iqtisodiyot dinamikasi modellari

Iqtisodiyot nazariyasida muvozanat tushunchasi muhim hisoblanadi, ya'ni ob'ektning shunday holatiki tashqi ta'sir bo'lmaganda uni saqlanishi tushuniladi. Iqtisodiyot dinamikasi masalasi xuddi jarayonlarni muvozanat holatiga qaytishi kabi, tashqi kuch ta'sirida o'sha holatning o'zgarish jarayonlarini tavsiflashni o'z ichiga oladi. Oddiy iqtisodiy tizimning muvozanat holatini ko'rib chiqaylik va bunday tizimning uzluksiz va diskret holatlaridagi harakatini tasvirlaymiz. Birinchi xolda tizimning dinamikasi



differentzial tanglamalar yordamida, ikkinchi holatda esa chekli ayirmali tenglama bilan yoziladi. Differentzial tenglama ko'rsatkichning (qaralayotgan tizim bitta  $x(t)$  ko'rsatkich yoki shunchaki  $x$  bilan ifodalansin) o'zgarishini uning harakat tezligi  $x'_t$ , yoki  $x$  bilan bo'laydi.  $x$  ko'rsatkichining o'zgarish tezligini uning muvozanat qiymati  $x_e$  dan o'rish kattaligiga proporsional deb olaylik. Boshqacha aytganda, ko'rsatkich muvozanat qiymatidan qanchalik uzoqlikka o'rishsa, u shunchalik tez unga qaytishga harakat qiladi.

Agar tenglamada  $x$  ning vaqt bo'yicha birinchi tartibli xosilasi ishtirok etsa va bo'flanish esa chiziqli bo'lsa, u holda bu chiziqli differentzial tenglama bo'ladi.

Masalan, u quyidagi ko'rinishga ega bo'lsin:

$$\frac{dx}{dt} = k(x - x_e) \quad (5.4.1)$$

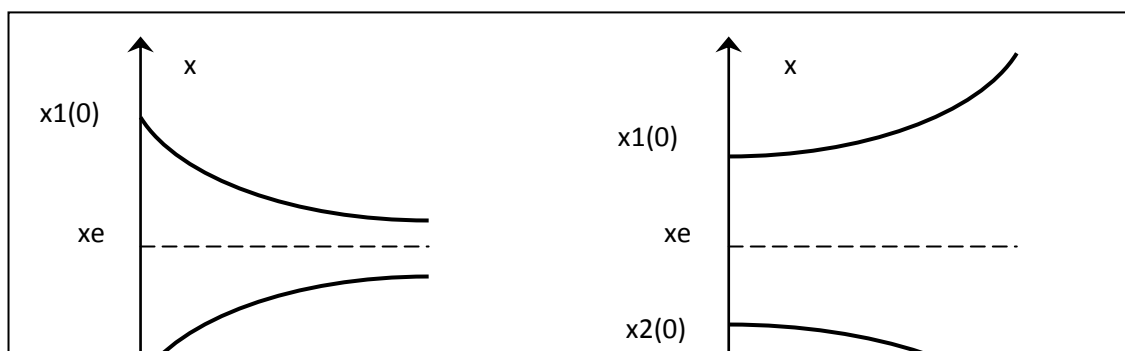
bu erda  $k$ - koefitsient. Bu tenglamada  $kx_e$  - ozod had; ozod hadsiz  $\frac{dx}{dt} = kx$  tenglama bir jinsli deyiladi va uning umumiy echimi  $x = ce^{kt}$  dan iborat.

Berilgan bir jinsli bo'lmagan tenglama  $x = x_e$  xususiy echimga ega (agar  $x$  kattalik muvozanat holatda bo'lsa) uning umumiy echimi ixtiyoriy xususiy echim bilan bir jinsli tenglamaning umumiy echimi yirindisidan iborat, ya'ni

$$x = x_e + ce^{kt} \quad (5.4.2)$$

$t = 0$  da  $x$  ning qiymati  $x(0)$  bo'lishini hisobga olsak,  $c = x(0) - x_e$  va  $x(t) = x_e + (x(0) - x_e)e^{kt}$  hosil bo'ladi. Bu echim berilgan tenglamani echimini qonoatlantirishini tekshirib ko'rish mumkin.

Agar  $k < 0$  bo'lsa, u holda  $e^{kt} \rightarrow 0$  munosabat o'rinli va muvozanat turfun holatda, ya'ni  $x(t)$  kattalikning qiymati  $x_e$  qiymatidan o'rishganda, u yana shu qiymatni olishga intiladi.  $k > 0$  bo'lganda esa  $e^{kt} \rightarrow \infty$  va mos ravishda  $x(t) \rightarrow \infty$  (agar boshlanfich holat muvozanat holat bilan ustma-ust tushmasa). Tizim 8.1a rasmda ko'rsatilganidek  $x_e$  holatga qaytadi. Uning  $k > 0$  bo'lgandagi holati 8.1b rasmda ko'rsatilgan va  $k$  koefitsient  $-2 < k < 0$  bo'lganda muvozanat turfun bo'lgan holat, va  $k > 0$  yoki  $k < -2$  bo'lganda turfun bo'lmagan holat yuz beradi.





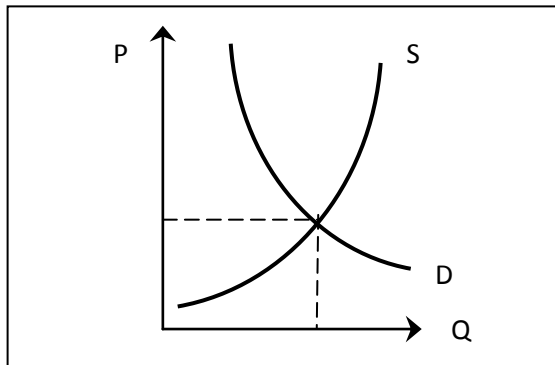
8.1a-rasm

8.1b-rasm

### Muvozanatning oddiy modeli

Diskret yondashuv asosida amalga oshiriladigan makroiqtisodiyot dinamikasi modeli misolini ko'rib chiqaylik. Bunday holatda model o'ta umumlashgan bo'lib, abstrakt xarakterga ega bo'ladi. Shu bilan birga uning echimi aniq ko'rinishda topilishi mumkin, ammo bundan uning parametrlari nisbatlarining hususiy holatlari uchun muxim bo'lgan hususiyatlari kelib chiqadi. Bu modelda diskret va uzluksiz dinamik modellashtirishning sodda apparatini namoyish etish, makroiqtisodiyot dinamikasining muhim kategoriya va muammolarini tasvirlash qulay.

O'rgimchak to'risimon model. Bu model traditsion (odatdagi) talab va taklif egri chiziqlari bilan ifodalanuvchi bozordagi baho va mahsulotlarning miqdorlari tur'unligini vaqt bo'yicha kechikish mavjud bo'lganda tadqiq qilish imkonini beradi. Bunday holatning tasviri 8.3 rasmda keltirilgan.



5.3 –rasm

Ishlab chiqaruvchi (fermer) joriy davrda mahsulotga bo'ladigan taklifni o'tgan davrdagi tovar bahosiga asosan aniqlagan bo'lsin, ya'ni  $Q^s(t) = S_t(p_{t-1})$  taklif funksiyasida bir vaqt birligi davriga teng bo'lgan kechikkan davr kirib keladi. Haqiqatda, ishlab chiqarish hajmi haqidagi qaror joriy bahoni hisobga olgan holda qabul qilinadi va bozorda bu qarorga mos keluvchi taklif ishlab chiqarish tsikli tugagandan so'ng yuzaga keladi.

Talab egri chizifi mahsulot hajmiga bo'lgan talabni aynan shu davrdagi tovar narxiga bo'fliqligini tavsiflaydi, ya'ni  $Q^d(t) = D_t(p_t)$ . Shunday qilib baho dinamikasini quyidagi tenglamalar sistemasi orqali ifodalash mumkin:

$$\{Q_t^s = S_t(p_{t-1}), Q_t^d = D_t(p_t), Q_t^d = Q_t^s\}$$

(5.4.3)

yoki bitta tenglama bilan quyidagicha ifodalash mumkin:

$$D_t(p_t) = S_t(p_{t-1}).$$

(5.4.4)

Ushbu tenglamadan joriy davrdagi baho qiymati  $P_t$  -ni avvalgi vaqt holatida ma'lum bo'lgan  $P_{t-1}$  ning qiymati bo'yicha aniqlash mumkin.

Hususiyl hol sifatida talab va taklif funksiyalari chiziqli bo'lgan o'rgimchaksimon modelni ko'rib chiqamiz.

$$D(p) = A - Bp_t, \quad S(p) = C + Ep_{t-1}, \quad D(p) = S(p) \quad (8.4.5)$$

Bu erda taklif funksiyasi o'suvchi bo'lgani uchun  $E \geq 0$ ; talab funksiyasi kamayuvchi bo'lgani uchun esa  $B \geq 0$ ;  $A > C > 0$ , ya'ni  $D(0) > S(0) > 0$  (bahoning nol qiymatida talab taklifdan yuqori bo'ladi). Bunday tizimning dinamikasini ifodalovchi tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$D(p_t) = S(p_{t-1}) \text{ yoki } A - Bp_t = C + Ep_{t-1}$$

Avval muvozanat baho  $P^*$  va muvozanat ishlab chiqarish hajmi  $Q^*$  ni topamiz. Ular quyidagi tenglamalarni qanoatlantirishlari kerak:

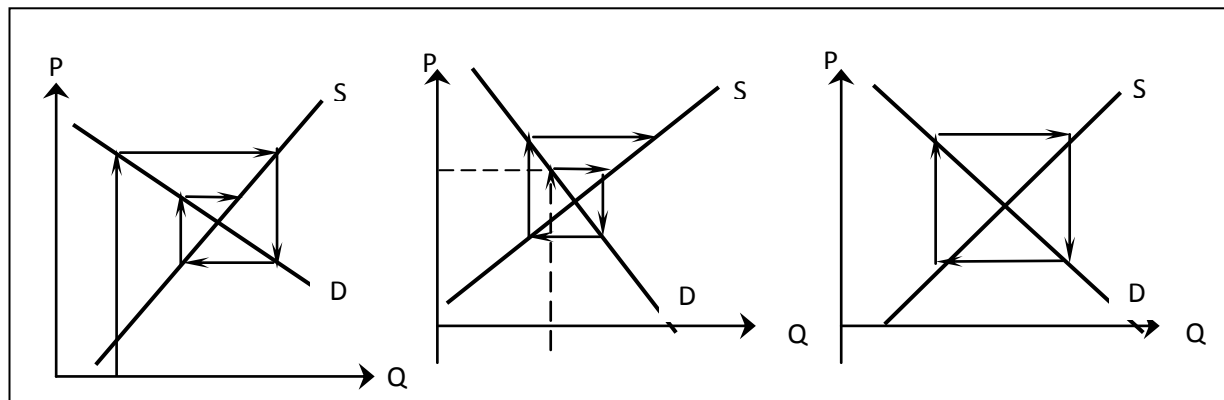
$$Q^* = A - Bp^* = C + Ep^*$$

bundan

$$p^* = (A - C)/(B + E) \text{ va } Q^* = (AE - BC)/(B + E) \quad (5.4.6)$$

kelib chiqadi.

Boshlan'ich nuqta muvozanat nuqta bilan ustma-ust tushmagan holatda baho va ishlab chiqarish hajmi munosabatlarini ko'rib chiqaylik. Ushbu masalani «o'rgimchak to'ri» deb nomlangan grafik usulida echish mumkin. Avvalo muvozanat nuqtasi bilan ustma-ust tushmaydigan boshlan'ich tovar hajmi va bahosini berib, ketma-ket mos ravishda talab va taklif chiziqlarini gorizont va vertikal to'ri chiziqlar bilan birlashtirib boramiz.



5.3a – rasm.

5.3b – rasm.

5.3v – rasm.

Rasmdagi birinchi chizmadan ko'rinadiki, agar taklif chiziri (D) talab chiziri (S)ga nisbatan ko'proq o'rishgan bo'lsa u holda bozorda muvozanat tur'un bo'ladi (5.3a - rasm). Agar talab chiziri (S) taklif chiziri (D)ga nisbatan ko'proq o'rishgan bo'lsa u holda bozorda muvozanat tur'un bo'lamaydi (5.3b -rasm). Va nihoyat talab va taklif chiziqlarining o'rishliklari bir xil bo'lganda bozorda baho o'zgarimas ampletudada doimiy ravishda tebranib turadi (5.3v-rasm).

Endi modelni tahlil qilib ko'ramiz.  $p_t$  ni  $p_{t-1}$  orqali ifodalab quyidagi rekkurent munosabatini olamiz.

$$p_t = \frac{A-C}{B} - \frac{E}{B} p_{t-1}$$

Ushbu munosabatni ketma-ket qo'llab quyidagilarni topamiz:

$$p_1 = \frac{A-C}{B} - \frac{E}{B} \cdot p_0; p_2 = \frac{A-C}{B} - \frac{E}{B} \cdot \left( \frac{A-C}{B} - \frac{E}{B} \right) p_0$$

Umumiy holda

$$p_t = \frac{A-C}{B} \cdot \left( 1 - \frac{E}{B} + \left( \frac{E}{B} \right)^2 + \dots + (-1)^{t-1} \left( \frac{E}{B} \right)^{t-1} \right) + (-1)^t \left( \frac{E}{B} \right)^t \cdot p_0 \quad (8.7)$$

Qavs ichidagi ifodalar geometrik progressiya yifindisini beradi. Agar  $|q| < 1$ , bo'lsa, u

holda  $\lim_{n \rightarrow \infty} S_n = \frac{a_1}{1-q}$  bo'ladi. O'rgimchak to'risimon model uchun  $q = -\frac{E}{B}$ ,

$$a_1 = \frac{A-C}{B}$$

Bundan ixtiyoriy t vaqtda  $P_t$  uchun quyidagiga ega bo'lamiz:

$$p_t = \frac{A-C}{B} \cdot \frac{1 - (-1)^t \left( \frac{E}{B} \right)^t}{1 + \frac{E}{B}} + (-1)^t \left( \frac{E}{B} \right)^t \cdot p_0 \quad (8.4.8)$$

Ma'lumki  $\frac{E}{B} < 1$   $\left( \frac{E}{B} \right)^t \rightarrow 0$  va  $p_t \rightarrow \frac{A-C}{E+B} = p^*$  bo'lganda, ya'ni taklif chiziri

talab chiziriga nisbatan ko'proq o'rinishgan bo'lsa, muvozanat turfun bo'ladi. Agar  $\frac{E}{B} > 1$

bo'lsa, ya'ni talab chiziri o'ta o'rinishgan bo'lsa, u holda  $\left( \frac{E}{B} \right)^t \rightarrow 0$  va jarayon

muvozanat nuqtasidan uzoqlashadi (muvozanat turfun bo'lmaydi).  $\frac{E}{B} = 1$  bo'lganda, ya'ni  $B=E$  holatda  $P_t$  qiymati muvozanat qiymati atrofida ketma-ket takrorlanadi.

Demak, tizimning muvozanat holatda bo'lishida asosan bahoning uncha katta bo'lmagan o'zgarishga ta'sir etuvchi o'tgan davrdagi omillar muhim rol o'ynaydi.

Quyidagi masalalarning echimlarini toping.

1-masala. Faraz qilaylik vaqt bo'yicha kechikish taklif funksiyasida emas talab funksiyasida qatnashsin:

$$D_t = A - Bp_t; S_t = C + Ep_{t-1}; D_t = S_t$$

Muvozanat nuqtaga intilish sharti qanday bo'ladi? Ushbu jarayonni grafik ko'rinishda tasvirlang.

2-masala. Talab va taklif funksiyalari  $D(t) = 4 - 4p(t)$ ,  $S(t) = 8 - 4p(t-1)$  ko'rinishda bo'lsin.  $p(t)$  narx uchun formulani va boshlan'ich narx  $p_0 = 4$  bo'lganda ixtiyoriy  $t$  uchun talab va taklif miqdorini toping.

Echish. Muvozanat nuqtada talab va taklifning tengligi shartidan foydalanib  $4 - 4p(t) = 8 - 4p(t-1)$  tenglikni yozish mumkin. Bundan  $p(t) = -1 - p(t-1)$  rekkurent tenglama kelib chiqadi. Muvozanat nuqtada (7.6)ga asosan

$$p^* = \frac{A - C}{B + E} = \frac{4 - 8}{4 + 4} = -0,5, \text{ formulaga asosan}$$

$$p_t = \frac{A - C}{B} \cdot \frac{1 - (-1)^t \left(\frac{E}{B}\right)^t}{1 + \frac{E}{B}} + (-1)^t \left(\frac{E}{B}\right)^t \cdot p_0 =$$

$$= \frac{4 - 8}{4} \cdot \frac{1 - (-1)^t \left(\frac{4}{4}\right)^t}{1 + \frac{4}{4}} + (-1)^t \left(\frac{4}{4}\right)^t \cdot 4 = -0,5 + 4,5(-1)^t$$

rekkurent formula xosil bo'ladi. Bundan ko'rinadiki vaqt o'tishi bilan narxning tebranishi muvozanat qiymatdan 4,5 birlikka teng bo'lgan chastota bilan yuz beradi. Talab uchun formula quydagi ko'rinishda bo'ladi:

$$D(t) = 4 - 4p(t) = 4 - 4(-0,5 + 4,5(-1)^t) = 6 - 18(-1)^t.$$

Taklif uchun esa formula quydagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$S(t) = 8 - 4p(t-1) = 8 - 4(-0,5 + 4,5(-1)^{t-1}) = 6 + 18(-1)^{t-1}.$$

Baho muvozanatining EVANS modeli

Modelda bitta tovar bozori qaralib, vaqt omili uzluksiz deb hisoblanadi.  $D(t)$ ,  $S(t)$ ,  $p(t)$  – mos ravishda  $t$  vaqtda tovarga talab, taklif va shu tovarning narxi bo'lsin. Talab ham taklif ham bahoning chiziqli funktsiyasi hisoblansin, ya'ni  $D(p) = A - Bp$ ,  $A, B > 0$  – talab bahoning ko'tarilishi bilan kamayadi,  $S(p) = C + Ep$ ,  $C, E > 0$  – taklif esa bahoning ko'tarilishi bilan ko'payadi. Tabiiyki  $A > C$ , ya'ni bahoning nol qiymatida talab taklifdan yuqori bo'ladi.

Asosiy mushohoda shundan iboratki, baho talab bilan taklifning o'zaro nisbatlariga bo'liq ravishda o'zgaradi deb qaraladi:

$$\Delta p = \gamma(D - S)\Delta t$$

bunda  $\gamma > 0$ , ya'ni bahoning ko'tarilishi talabning taklifga nisbatan yuqori bo'lishiga va shu jarayonning davom etish davriga proporsional. Shunday qilib quyidagi differentsial tenglamani olamiz:

$$dp/dt = \gamma(D - S).$$

Bu tenglamaga talab va taklifni narxga chiziqli bo'liqligini qo'yib

$p(0) = p_0$  boshlan'ich shart bilan

$$dp/dt = -\gamma((B + E)p - A + C) \quad (5.4.9)$$

chiziqli bir jinsli bo'lmagan differentsial tenglamani hosil qilamiz.

Ushbu tenglama  $p^* = (A - C)/(B + E) > 0$  (statsionar) turfun nuqtaga ega.

Ko'rinib turibdiki  $p^* > r$  bo'lganda  $dp/dt > 0$  va  $p^* < r$  bo'lganda,  $dp/dt < 0$ . Bundan kelib chiqadiki

$\lim_{t \rightarrow \infty} p(t) = r^*$ .

$$t \rightarrow \infty$$

$p < r^*$  bo'lganda o'tarilib  $r^*$  ga intiladi,  $p > r^*$  bo'lganda mahsulot bahosi pasayib  $r^*$  ga intiladi.  $r^*$  muvozanat baho bo'lganda talab va taklif teng bo'ladi:

$$D(p) = S(p) \rightarrow A - Bp = C + Ep \rightarrow p^* = (A - C)/(B + E).$$

Bir jinsli bo'lmagan chiziqli differentsial tenglamalarni echishning umumiy qoidasiga asosan (7.9) tenglamani echimini quyidagicha yozish mumkin:

$$p(t) = p_0 e^{-\gamma(B+E)t} + (A - C)/(B + E) \left[ 1 - e^{-\gamma(B+E)t} \right].$$

Bundan yana ko'rish mumkinki vaqt o'tishi bilan tovar bahosi  $r^*$  ga intiladi, ya'ni

$t \rightarrow \infty$  bo'lganda  $\lim_{t \rightarrow \infty} p(t) = p^*$  bo'ladi.

Iqtisodiy o'sishning bir sektorli SOLOU modeli

Iqtisodiyot doimo bir butunlikda qaralib, unda ham ishlab chiqarish, ham noishlab chiqarish sohalarida iste'mol qilinadigan yagona universal mahsulot ishlab chiqariladi.

Uning ishlab chiqarish sohasi iste'mol qilish investitsiya sifatida qaralishi mumkin.

SOLOU modelida iqtisodiyotning holati 5 ta o'zgaruvchi orqali ifodalanadi, ya'ni: Y - yakuniy mahsulot, L - mehnat resurslari hajmi, K - ishlab chiqarish fondlari, I - investitsiya, C - noishlab chiqarishdagi iste'mol hajmi. Barcha o'zgaruvchilar o'zaro bo'liq bo'lib vaqt bo'yicha o'zgarib boradi, ya'ni ular  $t$  - vaqtning funktsiyalaridir.

Vaqt uzluksiz deb faraz qilinib, K va L - ko'rsatkichlar mos ravishda ishlab chiqarish fondi va mehnat resurslarining yillik o'rtacha qiymatlari deb qaraladi.

Y, C, I kattaliklarning qiymatlarini ularning yil davomida jamlangan hajmlari deb olish mumkin. Resurslari esa (ishlab chiqarish va mehnat resurslari) to'liq ishlatiladi deb faraz qilinadi.

Yillik yakuniy mahsulot har bir vaqt birligida o'rtacha yillik fondlar va mehnatning funktsiyasidan iborat, ya'ni  $Y = F(K, L)$ . Shunday qilib  $F(K, L)$  - butun iqtisodiyotning ishlab chiqarish funktsiyasini ifodalaydi.

Yakuniy mahsulot noishlab chiqarishdagi iste'molga va investitsiyaga sarflansin, ya'ni  $Y=C+I$ . Yakuniy mahsulotning investitsiyaga sarflanadigan ulushi ( $\rho$ )ni jam'arish me'yori deb ataladi, u holda  $I = \rho Y$   $S=(1-\rho)Y$ . Jam'arish me'yorini o'zgarimas deb qabul qilamiz:  $\rho = \text{const}$ ,  $0 < \rho < 1$ .

Investitsiya ishga yaroqsiz holga kelgan fondlarni tiklash va ularni ko'paytirish maqsadida ishlatilsin deb olaylik. Agar fondlarni yaroqsiz holatga kelish o'zgarimas koeffitsent  $\mu$  ( $0 < \mu < 1$ ) bo'yicha yuz bersa, u holda

$$K = K(t + \Delta t) - K(t) = \rho Y \Delta t - \mu K \Delta t$$

bo'ladi, shuning uchun

$$dK / dt = \rho Y - \mu K.$$

Agar mehnat resurslarining o'sishi mavjud mehnat resrslariga proporsional deb hisoblasak, ya'ni  $\Delta L = \nu L \cdot \Delta t$  bo'lsa, u holda  $dL / dt = \nu L$  differentsial tenglama hosil bo'ladi va uni echish natijasida  $L = L_0 e^{\nu t}$  ifodani olamiz, bu erda  $L_0 = L(0)$   $t=0$  bo'lganda kuzatuv boshidagi mehnat resrslari.

Shunday qilib SOLOU modeli quyidagi tenglamalar sistemasi orqali yoziladi:

$$\left. \begin{aligned} C &= (1 - \rho)Y; \\ Y &= F(K, L); \\ L &= L_0 e^{\nu t} \end{aligned} \right\} \quad (8.4.10)$$

$$dK / dt = \rho Y - \mu K, K(0) = K_0.$$

$F(K,L)$  funktsiyasi ishlab chiqarish funktsiyasiga qo'yilgan talablarni qanoatlantiradi va chiziqli-bir jinsli deb hisoblanadi, ya'ni  $F(\lambda K, \lambda L) = \lambda F(K, L)$ .

Funktsiyani bir jinsligidan foydalanib va o'rtacha mehnat unumdorligini  $y = Y / L$  va o'rtacha fondlar bilan qurollanganligini  $k = K / L$  bilan belgilasak  $y = Y / L = F(K, L) / L = F(K / L, 1) = F(k, 1)$  ni hosil qilamiz. Oxirgi funktsiyani  $f(k)$  deb hisoblasak  $y = f(k)$  ni olamiz.

Endi  $k$  dan  $t$  bo'yicha hosilani topamiz:

$$\begin{aligned} dk / dt &= d(K / L) / dt = (K'L - KL') / L^2 = K' / L - K(L' / L^2) = \\ &= (\rho Y - \mu K) / L - K \nu / L = \rho y - (\mu + \nu)k. \end{aligned}$$

Demak:

$$dk / dt = \rho f(k) - (\mu + \nu)k, \quad k(0) = k_0 = K_0 / L_0. \quad (5.4.11)$$

(5.10) modelni makroko'rsatkichlari to'liqicha (5.11) tenglama va  $L = L_0 e^{\nu t}$  mehnat resurslari dinamikasi yordamida aniqlanadi.

(5.11) – tenglama boshlan'ich shartga ega bo'lgan, o'zgaruvchilari ajraladigan tenglama, shuning uchun u yagona echimga ega.

Bozor munosabatlarini modellashtirishning ikki sektorli modeli

Faraz qilaylik, iqtisodiyotda ikki tarmoq o'z mahsulotlarini ichki va tashqi bozor uchun ishlab chiqarish jarayonida o'zaro tovar ayriboshlash orqali munosabatda bo'lsin. Ya'ni har bir tarmoq o'z mahsulotini ishlab chiqarish uchun ikkinchi tarmoqning mahsulotidan foydalanadi. Masalan, mashinasozlik va energetika sanoatlari va boshqalar. Iqtisodiyotda yuz beradigan bunday holatlarda har bir tarmoq qancha hajmda mahsulot ishlab chiqarsa ham ichki, ham tashqi bozor talabini qondira oladi, degan masala dolzarb masala sifatida qaraladi.

Iqtisodiyotda bunday masalalarni hal etish uchun quyidagi tenglamalar sistemasidan iborat modellar qo'llaniladi:

$$\begin{cases} x_1 = a_{12}x_2 + b_1 \\ x_2 = a_{21}x_1 + b_2 \end{cases} \quad (5.4.12)$$

bu erda  $x_1, x_2$  - mahsulotlarni ishlab chiqarish rejasi,  $a_{12}, a_{21}, b_1, b_2$  - manfiy bo'lmagan parametrlar.  $a_{12}$  - 1 so'mlik ikkinchi mahsulotni ishlab chiqarish uchun birinchi mahsulotning sarfi,  $a_{21}$  - 1 so'mlik birinchi mahsulotni ishlab chiqarish uchun ikkinchi mahsulotning sarfi,  $b_1, b_2$  - birinchi va ikkinchi mahsulotlarning tashqi bozorga chiqariladigan qismi.

(10.12) tenglamalar sistemasi ikki tarmoqli ishlab chiqarish modeli deb ataladi va u quyidagi echimga ega:

$$x_1 = \frac{b_1 + a_{12} \cdot b_2}{1 - a_{12} \cdot a_{21}}, \quad x_2 = \frac{b_2 + a_{21} \cdot b_1}{1 - a_{12} \cdot a_{21}} \quad (8.4.13)$$

Ushbu echim modelning parametrlari  $a_{12} \cdot a_{21} \neq 1$ ,  $a_{12} < 1$ ,  $a_{21} < 1$  shartlarni qanoatlantirgan hollarda yagona bo'ladi.

Masala. O'zaro hamkorlikda faoliyat ko'rsatuvchi ikki tarmoqda mahsulot ishlab chiqarish va ularning mahsulotlarini ichki istemol va tashqi bozorga taqsimlanishi masalasini ko'rib chiqaylik. Birinchi tarmoqda 1 so'mlik mahsulot ishlab chiqarish uchun ikkinchi tarmoqning 0,3 so'mlik mahsuloti sarflansin, ikkinchi tarmoqda 1 so'mlik mahsulot ishlab chiqarish uchun esa birinchi tarmoqning 0,5 so'mlik mahsuloti sarflansin. Shu bilan birga birinchi tarmoq 3 mln. so'mlik mahsulot, ikkinchi tarmoq esa 5 mln. so'mlik mahsulotni tashqi bozor uchun ishlab chiqarish rejalashtirilgan bo'lsin. Bunday rejani bajarish uchun har bir tarmoq qanchadan mahsulot ishlab chiqarishi kerak?

Masalaning echimi.

Masalaning shartiga ko'ra  $b_1 = 3000000$ ;  $b_2 = 5000000$  va  $a_{12} = 0,5$ ;  $a_{21} = 0,3$ ;  $a_{12} \cdot a_{21} = 0,5 \cdot 0,3 \neq 1$ . Berilgan ma'lumotlarni sistemaga qo'yib, quyidagi ko'rinishdagi ikki tarmoqli ishlab chiqarish modeliga ega bo'lamiz:

$$\begin{cases} x_1 = 0,5x_2 + 3000000 \\ x_2 = 0,3x_1 + 5000000 \end{cases}$$

Ushbu model parametrlari echimning yagonalik shartlarini qanoatlantiradi. Yagona echim quyidagidan iborat bo'ladi:

$$x_1 = \frac{3000000 + 0,5 \cdot 5000000}{1 - 0,5 \cdot 0,3} = 6,471 \text{ mln.so'm,}$$

$$x_2 = \frac{5000000 + 0,3 \cdot 3000000}{1 - 0,5 \cdot 0,3} = 6,941 \text{ mln.so'm.}$$

Demak birinchi tarmoq korxonasi 6,471 mln. so'mlik maxsulot ishlab chiqarib, 3 mln so'mlik maxsulotni tashqi bozorga chiqaradi, 3,471 mln.so'mlik maxsulotni ichki istemolga sarflaydi. Ikkinchi tarmoq korxonasi 6,941 mln.so'mlik maxsulot ishlab chiqarib, 5 mln. so'mlik maxsulotni tashqi bozorga chiqaradi, 1,941 mln. so'mlik maxsulotni ichki istemol uchun sarflaydi.

### **Takrorlash uchun savollar va topshiriqlar**

1. Har xil turdagi mahsulotlarni ishlab chiqarish va iste'mol qilish orqali tarmoqlar orasidagi bog'lanishlarni hisoblash masalasining qo'yilishi qanday hamda balans munosabatlari nima?
2. Tarmoqlararo balansning matematik modeli kim tomonidan va qachon bayon etilgan?
3. Tarmoqlararo balans modelini tuzishda matematikaning qanday qismlaridan foydalanilgan?
4. Tarmoqlararo balans munosabatlarining matematik ifodasi qanda ko'rinishda ifodalaniladi?
5. Bevosita(to'g'ri) xarajatlar koeffitsientlari qanday ifodalanadi va uning iqtisodiy ma'nosi nimadan iborat?
6. Chiziqli tarmoqlararo balans tenglamasi qanday ifodalanadi?
7. Leontev modeli qanday ko'rinishda ifodalanadi?
8. Qaday matritsa samarador deb ataladi?
9. To'la xarajatlar matritsasi nima va matritsa samaradorligining qanday mezonlarini bilasiz?
10. Balans munosabatlariga kiruvchi komponentalarning hajmini oshirish uchun yalpi ishlab chiqarishlarni oshirish zarur. Buning uchun qanday hisob-kitob ishlari amalga oshiriladi?
11. Iste'mol tanlovi modeli deb nimaga aytiladi va iste'mol to'plami nima?
12. Iste'molchi tanlovining mohiyati nimada, iste'molchining foydalilik funktsiyasi deb nimaga aytiladi va iste'molchi ehtiyojlarini qondirish darajasi nima?
13. Foydalilik funktsiyasi qanday xossalarga ega, mahsulotning limit foydaliligi deb nimaga aytiladi?
14. Iste'mol tanlovi masalasi, byudjet cheklovi, iste'molchining lokal bozor muvozanati nima?
15. Iste'mol tanlovi masalasini qaysi masala bilan almashtirish mumkin va nima uchun?



16. Iste'mol tanlovi masalasini echish uchun Lagranj usuli qanday qo'llaniladi, talab funksiyasi deganda nimani tushuniladi?
17. Tovarlar soni ixtiyoriy va maqsad funksiyasi umumiy ko'rinishda bo'lgan iste'mol tanlovi masalasining xossalari to'g'risida nimalarni bilasiz?
18. Narxning kompensatsiyalangan o'zgarishi nima va u qaysi maqsad uchun ishlatiladi?
19. Kompensatsiya samaralari haqida nima bilasiz, qaysi shartlarda tovarlar bir-birining o'rnini bosuvchi, qaysilarida esa bir-birini to'ldiruvchi bo'ladi?
20. Iste'molchi farovonligining avvalgi darajasini ushlab turishi uchun qo'shimcha pul birligi miqdori qanday aniqlaniladi?
21. Ishlab chiqarish funksiyasi nima va undan qanday maqsadda foydalaniladi?
22. Ishlab chiqarish funksiyalarining qo'llanilish sohalari haqida nima bilasiz, statik va dinamik ishlab chiqarish funksiyalari nima?
23. Kobb-Duglas ishlab chiqarish funksiyasi haqida nima bilasiz?
24. Ishlab chiqarish funksiyalari qanday xossalarga ega?
25. O'rtacha samaradorlik deganda nimani tushunasiz va u qanday aniqlaniladi?
26. Resurslarning limit samaradorligi nima va u qanday aniqlaniladi?
27. Almashtirishning limit normasi nima va u qanday aniqlaniladi?
28. Ishlab chiqarish funksiyalarining izokvantalari, izoklinalari va izokostalari nima?
29. Harajatlar funksiyasi deganda nimani tushinasiz?
30. O'rtacha va limit xarajat nima, ular qanday hisoblanadi?
31. Iqtisodiyotda echiladigan masalalar vaqt omiliga bog'liq ravishda qanday turkumlanadi?
32. Iqtisodiyotda muvozanat deganda nima tushuniladi?
33. Iqtisodiy tizimning uzluksiz holatlardagi harakati qanday tenglama bilan tasvirlanadi va uning echimi qanday ko'rinishga ega bo'ladi hamda ularni grafik ko'rinishda tasvirlang?
34. O'rgimchaksimon model deganda qanday model tushuniladi va unda baho dinamikasi qanday tenglamalar sistemasi bilan ifodalanadi?
35. O'rgimchaksimon modelda muvozanat narx va muvozanat ishlab chiqarish hajmi qanday topiladi?
36. O'rgimchaksimon modelni grafik usulda tasvirlab bering?
37. Baho muvozanati Evans modeli vaqtga nisbatan qanday xususiyatga ega?
38. SOLOU modelida iqtisodiyotning holati nechta ko'rsatkich orqali ifodalanadi va ularga qanday shartlar qo'yiladi?
39. Bozor munosabatlarini modellashtirishning ikki sektorli modeli iqtisodiyotning qanday masalalarini hal etishga qaratilgan va u qanday ifodalanadi?
40. Bozor munosabatlarini modellashtirishning ikki sektorli modelining echimi va uning parametrlari haqida nima deya olasiz?

Foydalanilgan adabiyotlar

Asosiy adabiyotlar:	<p>1.Christopher Dougherty. Introduction to Econometrics. Oxford University Press, 2011. – 573 p.</p> <p>2.Gujarati D.N. Basic Econometrics. McGraw-Hill, 5th edition, 2009. – 922 p.</p> <p>3.Abdullaev O.M., Xodiev B.Yu., Ishnazarov A.I. Ekonometrika. Uchebnik. –T.: Fan va texnologiya. 2007. – 612 s.</p> <p>4.Shodiev T.Sh. va boshqalar. Ekonometrika. –T.: TDIU, 2007. – 270 b.</p> <p>5.Abdullaev O.M., Jamalov M.S. Ekonometricheskoe modelirovanie. Uchebnik. –T.: Fan va texnologiya. 2010. – 612 s.</p>
Qo'shimcha adabiyotlar:	<p>Greene W.H. Econometric Analysis. Prentice Hall. 7th edition, 2011. – 1232 p.</p> <p>Valentinov V.A. Ekonometrika: Uchebnik. –M.: ITK «Dashkov i K°», 2009. – 367 s.</p> <p>Kremer N.Sh. Ekonometrika: Uchebnik.–M.: YuNITI-DANA, 2008. –562s.</p> <p>Ayvazyan S.A. Prikladnaya statistika i osnovi ekonometriki. Uchebnik. – M. YuNITI, 2007. – 345 s.</p> <p>Eliseeva. I.I., Kurisheva S.V. i dr. Ekonometrika: Uchebnik. - M.: Finansi i statistika, 2007. – 260 s.</p> <p>Habibullayev I. Iqtisodiy matematik usullar va modellar: o'quv qo'llanma / O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi. -Toshkent: "Tafakkur-Bo'stoni", 2012. 112 b.</p>
Internet resurslar:	<p><a href="http://www.mf.uz">www.mf.uz</a> – O'zbekiston Respublikasi Moliya vazirligi sayti.</p> <p><a href="http://www.lex.uz">www.lex.uz</a> – O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi.</p> <p><a href="http://www.ifmr.uz">www.ifmr.uz</a> – O'zbekiston Respublikasi Prognozlashtirish va makroiqtisodiy tadqiqotlar instituti sayti.</p> <p><a href="http://www.mineconomu.uz">www.mineconomu.uz</a> – O'zbekiston Respublikasi Iqtisodiyot vazirligi sayti.</p> <p><a href="http://www.stat.uz">www.stat.uz</a> – O'zbekiston Respublikasi davlat statistika qo'mitasi rasmiy sayti.</p>

***2. Amaliy  
mashg'ulotlar bo'yicha  
o'quv materiallari***

## MASALA VA MASHQLAR

### 1-MAVZY. Ekonometrika asoslari fanining maqsadi va vazifalari. Ekonometrik modellarning axborot ta'minoti

Ushbu mavzu bo'yicha seminar mashg'uloti quyidagi savollar va topshiriqlar bo'yicha og'zaki savol-gavoblar va prezentatsilar asosida olib boriladi.

1. Model va iqtisodiy model nima?
2. Iqtisodiy-matematik model nima, modellashtirish deganda nimani tushunasiz va u qanday elementlarni o'z ichiga oladi?
3. Modellashtirishni qo'llashning tarixi haqida nima bilasiz va iqtisodiy-matematik usullar deb nimaga aytiladi?
4. Nazariy-analitik, amaliy, makroiqtisodiy va mikroiqtisodiy modellarga ta'rif bering.
5. Qanday modellar funktsional, tuzilmaviy, determinirlangan va stoxastik modellar deb ataladi?
6. Statik, dinamik, chiziqli, chiziqsiz, fazoviy va nuqtaviy modellar haqida nima bilasiz?
7. Matematik iqtisodiyotning ekonometrikadan farqi nimada?
8. Modellashtirishning qaysi bosqichlarini bilasiz va modellashtirishning birinchi ikkita bosqichining mohiyati nimada?
9. Modellashtirishning so'nggi to'rtta bosqichi nimaga mo'ljallangan?
10. Matematikadan iqtisodiyotda foydalanish qanday imkoniyatlar beradi?
11. Statistik kuzatish o'tkazish uchun qanday qoidalar mavjud?
12. Siz o'z xususiy korxonangizni moliyaviy holatini tahlil qilish uchun korxonalar balans va boshqa hisobotlar orqali ma'lumot to'pladingiz. Bu ish statistik kuzatishning qaysi shakliga kiradi?
13. Maxsus tayyorlangan dastur orqali ma'lumot to'plagan qanaqa statistik kuzatish o'tkazgan bo'lamiz?
14. Moliya-iqtisod fakultet dekani studentlarning professor-o'qituvchilar to'g'risidagi fikrlarini bilish uchun kurs va guruhlarda «Professor-o'qituvchilar studentlar nigohida» so'rovnomasini o'tkazdi. Kredit-iqtisod fakultet dekani esa faqat IV kurs talabalari bo'yicha bu ishni bajardi. Fakultet dekanlari statistik kuzatishning qaysi turini qo'lladilar?
15. Kuzatish ob'ekti va kuzatish birligi teng bo'lishi mumkinmi?
16. Kuzatish formulyasi va yo'riqnomasi nima uchun kerak?
17. Kuzatish xatolarini qanday aniqlaysiz?
18. Tasodifiy, muntazam va reprezentativ xatolarning bir-biridan farqi?
19. Nazoratning qanday turlari mavjud?
20. Statistik jamlash deganda nimani tushunasiz?
21. Statistik jamlash qanday turlarga bo'linadi va qanday bosqichlarda amalga oshiriladi?
22. Savdo korxonalar ulgurji va chakana savdo korxonalarga ajratiladi, studentlarning dars qilish soati bilan ularning fanlardan o'zlashtirish darajasi o'rtasidagi bog'liqlikni o'rganish uchun, studentlar dars qilish soati bo'yicha guruhlarga bo'lindi, korxonalar ishlovchilari ish staji bo'yicha

guruhlarga bo'linadi. Bu taqsimlashlar guruhlashning qaysi turiga kiradi? Javobingizni izohlang va isbotlang.

23. Guruhlarning qanday belgilarini bilasiz? Har bir belgiga misol keltiringchi?
24. Guruhlar soni va intervalini aniqlashda nimalarga e'tibor berasiz?
25. Ikkilamchi guruhlash nima uchun kerak?
26. Qanday jadvallarni bilasiz? Statistik jadval ulardan nima bilan farq qiladi?
27. Oddiy, guruhiy va kombinatsion jadvallar chizing?
28. Grafik tasvirda qaysi unsurlar qatnashadi?
29. Statistik grafiklar tasvirida qaysi unsurlar qatnashadi?
30. Fakultetingiz bo'yicha keyingi o'n yil uchun studentlar sonining o'sish diagrammasini tuzing.
31. Variatsion qatorlarni tasvirlovchi grafiklarning qaysi turlarini bilasiz?
32. Ma'lumot deganda nimani tushunasiz, u iqtisodiyotda nimani ko'rsatadi?
33. Ekonometrikada qo'llaniladigan o'zgaruvchilar va ularning turlari haqida nimalarni bilasiz?
34. Ekonometrik modellarni tuzishda modelda qatnashadigan omillar va ko'rsatkichlar qanday tanlanadi?
35. Ekonometrik modellarni tuzishda qatnashadigan iqtisodiy ma'lumotlarga qanday talablar qo'yiladi?

## **MASALA VA MISOLLAR**

### **2-MAVZU. JUFT KORRELYATSION - REGRESSION TAHLIL**

#### **Masalalar yechishga tavsiyalar**

##### **Namunaviy misol.**

Mamlakatda ettita viloyat bo'yicha ikkita ko'rsatkich qiymatlari berilgan(1.1-jadval).

1.1-jadval

Viloyatlar raqamlari	Umumiy xarajatlarda oziq -ovqat maxsulotlarini sotib olish uchun xarajatlar,%, $u$	Bir ishchining o'rtacha kunlik ish haqi, ming so'm, $x$
1	68,8	45,1
2	61,2	59,0
3	59,9	57,2
4	56,7	61,8
5	55,0	58,8
6	54,3	47,2
7	49,3	55,2

1.  $u$  bilan  $x$  orasidagi bog'lanishni tavsiflash uchun quyidagi funktsiyalar parametrlarini hisoblang:

- a) chiziqli;
- b) darajali;
- v) ko'rsatkichli;
- g) teng tomonli giperbola.

2. Har bir modelni approssimatsiyaning o'rtacha xatoligi -  $\bar{A}$  va Fisher F-kriteriyasi yordamida baholang.

**Echish.**

1.a.  $y = a + b \cdot x$  chiziqli regressiyaning  $a$  va  $b$  parametrlarini hisoblash uchun quyidagi normal tenglamalar sistemasini  $a$  va  $b$  larga nisbatan echamiz:

$$\begin{aligned} n \cdot a + b \cdot \sum x &= \sum y \\ a \cdot \sum x + b \cdot \sum x^2 &= \sum (y \cdot x) \end{aligned}$$

Buning uchun quyidagi ishchi jadvalini tuzamiz(1.2-jadval):

1.2-jadval

	$u$	$x$	$ux$	$x^2$	$u^2$	$\hat{y}_x$	$y - \hat{y}_x$	$A_i, \%$
1	68,8	45,1	3102,88	2034,01	4733,44	61,3	7,5	10,9
2	61,2	59,0	3610,80	3481,00	3745,44	56,5	4,7	7,7
3	59,9	57,2	3426,28	3271,84	3588,01	57,1	2,8	4,7
4	56,7	61,8	3504,06	3819,24	3214,89	55,5	1,2	2,1
5	55,0	58,8	3234,00	3457,44	3025,00	56,5	-1,5	2,7
6	54,3	47,2	2562,96	2227,84	2948,49	60,5	-6,2	11,4
7	49,3	55,2	2721,36	3047,04	2430,49	57,8	-8,5	17,2
Jami	405,2	384,3	22162,34	21338,41	23685,76	405,2	0,0	56,7
O'rtacha qiymat	57,89	54,90	3166,05	3048,34	3383,68	x	x	8,1
$\sigma$	5,74	5,86	x	x	x	x	x	x
$\sigma^2$	32,92	34,34	x	x	x	x	x	x

Jadval ma'lumotlaridan foydalanib  $a$  va  $b$  parametrlarning qiymatlarini hisoblaymiz:

$$b = \frac{\bar{y \cdot x} - \bar{y} \cdot \bar{x}}{\sigma_x^2} = \frac{3166,05 - 57,89 \cdot 54,9}{5,86^2} = -0,35,$$

$$a = \bar{y} - b \cdot \bar{x} = 57,89 - 0,35 \cdot 54,9 = 76,88.$$

Parametrlarning qiymatlarini o'rniga qo'ysak ushbu regressiya tenglamasini olamiz:  $\hat{y}_x = 76,88 - 0,35 \cdot x$ .

Tuzilgan regressiya tenglamasi o'rtacha kunlik ish haqining 1000 so'mga ortishi oziq-ovqat mahsulotlarini sotib olish uchun harajatlar ulush o'rtacha 0,35 foizga kamayishiga olib kelishini ko'rsatadi.

Chiziqli juft korrelyatsiya koeffitsientini hisoblaymiz:

$$r_{xy} = b \frac{\sigma_x}{\sigma_y} = -0,35 \frac{5,86}{5,74} = -0,357.$$

Bog'lanish o'rta miyona, teskari.

Determinatsiya koeffitsientini aniqlaymiz.

$$r_{xy}^2 = (-0,357)^2 = 0,127.$$

Determinatsiya koeffitsientining bu qiymati natija-  $u$  ning variatsiyasi 12,7 foiz  $x$  omil belgining variatsiyasiga bog'liqligini ko'rsatadi.

Regressiya tenglamasiga  $x$  ning haqiqiy qiymatlarini qo'yib  $\hat{y}_x$  ning nazariy(hisoblangan) qiymatlarini topamiz.

Endi  $\bar{A}$  – aproksimatsiyaning o'rtacha standart hatoligini hisoblaymiz.

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \sum A_i = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{y - \hat{y}_x}{y} \right| \cdot 100\% = \frac{0,567}{7} 100\% = 8,1\%.$$

Bu natijaviy belgining hisoblangan qiymatlari nazariy qiymatlaridan 8,1 foizga chetlanishini ko'rsatadi.

Fisherning F-kriteriyasini hisoblaymiz:

$$F_{\text{фак}} = \frac{0,127}{0,873} \cdot 5 = 0,7.$$

Olingan natijalar xosil bo'lgan bog'lanishni tasodifiy xususiyatga egaligi haqidagi  $N_0$  gipotezani qabul qilishni ko'rsatadi va tenglama parametrlari hamda bog'lanish zichligini statistik ma'noga ega emasligini ko'rsatadi.

**1 b.**  $y = a \cdot x^b$  –darajali modelni tuzishdan avval, o'zgaruvchilarni chiziqli ko'rinishga keltiramiz. Misolimizda chiziqli xolatga keltirish tenglamani ikkala qismini logarifmlash orqali amalga oshiriladi.

$$\log y = \log a + b \cdot \log x,$$

$$Y = C + b \cdot X.$$

bu erda  $Y = \log y$ ,  $X = \log x$ ,  $C = \log a$ .

Hisoblashlarni amalga oshirish uchun ishchi jadval tuzamiz(1.3-jadval).

1.3-jadval

	Y	X	YX	Y <sup>2</sup>	X <sup>2</sup>	$\hat{y}_x$	$y - \hat{y}_x$	$(y - \hat{y}_x)^2$	$A_i$
1	1,8376	1,6542	3,0398	3,3768	2,7364	61,0	7,8	60,8	11,3
2	1,7868	1,7709	3,1642	3,1927	3,1361	56,3	4,9	24,0	8,0
3	1,7774	1,7574	3,1236	3,1592	3,0885	56,8	3,1	9,6	5,2
4	1,7536	1,7910	3,1407	3,0751	3,2077	55,5	1,2	1,4	2,1
5	1,7404	1,7694	3,0795	3,0290	3,1308	56,3	-1,3	1,7	2,4
6	1,7348	1,6739	2,9039	3,0095	2,8019	60,2	-5,9	34,8	10,9
7	1,6928	1,7419	2,9487	2,8656	3,0342	57,4	-8,1	65,6	16,4
Jami	12,3234	12,1587	21,4003	21,7078	21,1355	403,5	1,7	197,9	56,3
O'rtacha qiymat	1,7605	1,7370	3,0572	3,1011	3,0194	x	x	28,27	8,0
$\sigma$	0,0425	0,0484	x	x	x	x	x	x	x
$\sigma^2$	0,0018	0,0023	x	x	x	x	x	x	x

$b$  va  $S$  larni hisoblaymiz:

$$b = \frac{\bar{Y} \cdot \bar{X} - \bar{Y} \cdot \bar{X}}{\sigma_x^2} = \frac{3,0572 - 1,7605 \cdot 1,7370}{0,0484^2} = -0,298.$$

$$C = \bar{Y} - b \cdot \bar{X} = 1,7605 + 0,298 \cdot 1,7370 = 2,278.$$

Bulardan  $\bar{Y} = 2,78 - 0,298 \cdot x$  chiziqli tenglamani olamiz. Tenglamani potentsirlab quyidagi darajali modelni olamiz:

$$\hat{y}_x = 10^{2,278} \cdot x^{-0,298} = 189,7 \cdot x^{-0,298}.$$

Hosil bo'lgan tenglamaga  $x$  ning haqiqiy qiymatlarini qo'yib,  $\hat{y}_x$  natijaning nazariy qiymatlarini olamiz.

Ular bo'yicha bog'lanish zichligi- $\rho_{xy}$  korrelyatsiya indeksini va  $\bar{A}$ -approksimatsiyaning o'rtacha xatoligini hisoblaymiz.

$$\bar{A} = \sqrt{1 - \frac{\sum(y - \hat{y}_x)^2}{\sum(y - \bar{y})^2}} = \sqrt{1 - \frac{28,27}{32,92}} = 0,3758, \quad \bar{A} = 8,0\%.$$

Darajali modelning tavsifi bog'lanishni chiziqli funktsiyaga nisbatan ancha yaxshi ekanligini ko'rsatadi.

1v.  $y = a \cdot b^x$  - ko'rsatkichli egri chiziq modelini tuzishdan oldin funktsiyani ikki tomonini logarifmlab o'zgaruvchilarni chiziqli ko'rinishga keltiramiz.

$$\log y = \log a + x \cdot \log b;$$

$$Y = C + B \cdot x.$$

bu erda  $Y = \log y$ ,  $C = \log a$ ,  $B = \log b$ .

Hisoblashni amalga oshirish uchun ishchi jadval tuzamiz(1.4-jadval).

$A$  va  $S$  regressiya parametrlarining qiymatlari quyidagilarga teng bo'ladi:

$$B = \frac{\bar{Y} \cdot \bar{x} - \bar{Y} \cdot \bar{x}}{\sigma_x^2} = \frac{96,5711 - 1,7605 \cdot 54,90}{5,86^2} = -0,0023,$$

$$C = \bar{Y} - B \cdot \bar{x} = 1,7605 + 0,0023 \cdot 54,9 = 1,887.$$

Bularni tenglamaga qo'ysak  $\hat{Y}_x = 1,887 - 0,0023 \cdot x$  chiziqli tenglama hosil bo'ladi.

1.4-jadval

	Y	x	Yx	Y <sup>2</sup>	x <sup>2</sup>	$\hat{y}_x$	$y - \hat{y}_x$	$(y - \hat{y}_x)^2$	$A_i$
1	1,8376	45,1	82,8758	3,3768	2034,01	61,7	8,1	65,61	11,8
2	1,7868	59,0	105,4212	3,1927	3481,00	56,4	4,8	23,04	7,8
3	1,7774	57,2	101,6673	3,1592	3271,84	56,9	3,0	9,00	5,0
4	1,7536	61,8	108,3725	3,0751	3819,24	55,5	1,2	1,44	2,1
5	1,7404	58,8	102,3355	3,0290	3457,44	56,4	-1,4	1,96	2,5
6	1,7348	47,2	81,8826	3,0095	2227,84	60,0	-5,7	32,49	10,5
7	1,6928	55,2	93,4426	2,8656	3047,04	57,5	-8,2	67,24	16,6
Jami	12,3234	384,3	675,9974	21,7078	21338,41	403,4	-1,8	200,78	56,3
O'rtacha qiymat	1,7605	54,90	96,5711	3,1011	3048,34	x	x	28,68	8,0
$\sigma$	0,0425	5,86	x	x	x	x	x	x	x
$\sigma^2$	0,0018	34,34	x	x	x	x	x	x	x

Hosil bo'lgan tenglamani potentsirlab unioddiy shaklda yozamiz:

$$\hat{y}_x = 10^{1,887} \cdot 10^{-0,0023 \cdot x} = 77,1 \cdot 0,9947^x.$$

Bog'lanish zichligini  $\rho_{xy}$ -korrelyatsiya indeksi orqali baholaymiz:



$$\rho_{xy} = \sqrt{1 - \frac{\sum(y - \hat{y}_x)^2}{\sum(y - \bar{y})^2}} = \sqrt{1 - \frac{28,27}{32,92}} = 0,3589.$$

Bog'lanish o'rtamiyona.

$\bar{A} = 8,0\%$ , bu approssimatsiya xatoligini oshganligini ko'rsatadi. Ko'rsatkichli funktsiya o'rganilayotgan bog'lanishni darajali funktsiyadagi bog'lanishga nisbatan yomon tasvirlaydi.

**1g.**  $y = a + b \cdot \frac{1}{x}$  teng tomonli giperbola tenglamasini  $z = \frac{1}{x}$  almashtirish bilan chiziqli xolatga keltiramiz. Bunda tenglama  $y = a + b \cdot z$  ko'rinishni oladi. Hisoblashlarni amalga oshirish uchun ishchi jadval tuzamiz (1.5-jadval).

1.5-jadval

	$u$	$z$	$uz$	$z^2$	$u^2$	$\hat{y}_x$	$y - \hat{y}_x$	$(y - \hat{y}_x)^2$	$A_i, \%$
1	68,8	0,0222	1,5255	0,000492	4733,44	61,3	7,0	49,00	10,2
2	61,2	0,0169	1,0373	0,000278	3745,44	56,5	4,9	24,01	8,0
3	59,9	0,0175	1,0472	0,000306	3588,01	57,1	3,0	9,00	5,0
4	56,7	0,0162	0,9175	0,000262	3214,89	55,5	1,2	1,44	2,1
5	55,0	0,0170	0,9354	0,000289	3025,00	56,5	-1,4	1,96	2,5
6	54,3	0,0212	1,1504	0,000449	2948,49	60,5	-6,5	42,25	12,0
7	49,3	0,0181	0,8931	0,000323	2430,49	57,8	-8,2	67,24	16,6
Ja- mi	405,2	0,1291	7,5064	0,002431	23685,76	405,2	0,0	194,90	56,5
O'r- tach a qiy- mat	57,89	0,0184	1,0723	0,000345	3383,68	x	x		8,1
$\sigma$	5,74	0,002145	x	x	x	x	x		x
$\sigma^2$	32,94	0,000005	x	x	x	x	x		x

Hisoblashlar natijalariga ko'ra  $a$  va  $b$  parametrlarning qiymatlariga teng bo'ladi:

$$b = \frac{\bar{y} \cdot \bar{z} - \bar{y} \cdot \bar{z}}{\sigma_z^2} = \frac{1,0723 - 57,89 \cdot 0,0184}{0,002145^2} = 1051,4,$$

$$a = \bar{y} - b \cdot \bar{z} = 57,89 - 1051,4 \cdot 0,0184 = 38,5.$$

Parametrlarning hosil bo'lgan qiymatlarini o'rinlariga qo'yib  $\hat{y}_x = 38,05 + 10,51 \cdot \frac{1}{x}$  регрессия тенгламасини оламыз.

Korrelyatsiya indeksi:

$$\rho_{xy} = \sqrt{1 - \frac{27,84}{32,92}} = 0,3944.$$

Approssimatsiyaning o'rtacha standart hatoligi  $\bar{A} = 8,1\%$ .

Ikki tomonli giperbola tenglamasi bo'yicha bog'lanish kuchi chiziqli, darajali va ko'rsatkichli regressiyalarga nisbatan kuchliroq ya'ni,  $\rho_{xy} = 0,3944$ ,  $\bar{A}$  esa me'yor darajasida.

$$2. F_{\text{хак}} = \frac{\rho_{xy}^2}{1-\rho_{xy}^2} \cdot \frac{n-m-1}{n} = \frac{0,1555}{0,8445} \cdot 5 = 0,92,$$

$$F_{\text{жад}} = 6,6 > F_{\text{хак}}, \alpha = 0,05.$$

Xulosa qilib shuni ta'kidlash mumkinki tenglamaning parametrlari statistik muxim emasligi haqidagi  $N_0$  gipotezani qabul qilinadi. Ushbu natija ko'rib chiqilgan bog'lanishlar zichligini nisbatan yuqori emasligi va kuztuvlar sonining kamligi bilan tasdiqlanadi.

## Mustaqil ishlash uchun masalalar

### 1-masala

Quyidagi regressiya tenglamalari berilgan:

$$1. y = a + bx^3 + \varepsilon, \quad 2. y = a + b \ln x + \varepsilon,$$

$$3. \ln y = a + b \ln x + \varepsilon, \quad 4. y = a + bx^c,$$

$$5. y^a = b + cx^2 + \varepsilon, \quad 6. y = a + \frac{b}{x} + \varepsilon$$

### Topshiriq

Yuqorida keltirilgan regressiya tenglamalarining qaysi biri o'zgaruvchilar bo'yicha chiziqli, qaysi biri parametrlar bo'yicha chiziqli, qaysi biri ham o'zgaruvchilar bo'yicha ham parametrlar bo'yicha chiziqli emasligini aniqlang.

### 2-masala

$u$  ning  $x$  ga bog'lanishini tavsiflovchi quyidagi regressiya modeli berilgan bo'lsin:

$$y = 8 - 7x + \varepsilon.$$

$r_{xy} = -0,5$ ;  $n = 20$  ekanligi ham ma'lum bo'lsin.

### Topshiriq

1. Berilgan modelda regressiya koeffitsienti uchun ehtimollikning quyidagi qiymatlarida ishonch oralig'ini tuzing:

a) 90% ehtimollik bilan;

b) 99% ehtimollik bilan.

2. Olingan natijalarni tahlil qilib, ularning farqlarini tushuntirib bering.

### 3-masala

30 ta savdo tashkiloti bo'yicha maxsulot bahosi  $-x$  (ming so'm) va savdo tashkilotining foydasi  $-u$  (mln. so'm) ko'rsatkichlari orasidagi bog'lanish o'rganilgan.

Regression modelni baholash natijasida quyidagi dastlabki natijalar olingan:

$$\sum (y_j - \hat{y}_x)^2 = 39000;$$

$$\sum (y_j - \bar{y})^2 = 120000.$$

### Topshiriq

1. Bu ma'lumotlar bilan qanday korrelyatsiya koeffitsientini aniqlash mumkin, tushuntirib bering.

### 4-masala

Firma foydasini  $y = ab^x$  funktsiya bilan modellashtirish quyidagi jadvalda keltirilgan natijalarga olib kelgan:

1.10-jadval

t/r	Firma foydasi, mln.so'm, $u$		t/r	Firma foydasi, mln.so'm, $u$	
	haqiqiy	hisoblangan		haqiqiy	hisoblangan
1	10	11	5	18	20
2	12	11	6	11	11
3	15	17	7	13	14
4	17	15	8	19	16

### Topshiriq

Model sifatini baholash uchun:

- aproksimatsiya xatoligini aniqlang;
- o'rganilayotgan modeldagi omil bilan foyda o'rtasidagi bog'lanish zichligini aniqlang;

### 5-masala

$y = a \cdot x^b$  bog'lanish o'rganilgan. O'zgaruvchilarni logarifmlaganda quyidagi ifodalar olingan:

$$\sum xy = 4,2087; \quad \sum x = 8,2370;$$

$$\sum x^2 = 9,2334; \quad \sum y = 3,9310;$$

$$\sum (y - \hat{y}_2)^2 = 0,0014.$$

- "b" parametrni aniqlang.
- $\sigma_y = 0,08$  deb faraz qilib korrelyatsiya koeffitsientini aniqlang va uni muximligini baholang

### 6-masala

15ta zavod bo'yicha maxsulot hajmi  $-u$  (ming dona) ni ishlab chiqarishda band aholi  $-x$  (kishi) ga bog'liqligi quyidagicha ifodalangan

Regressiya tenglamasi:	$y = 30 - 0,4x + 0,04 \cdot x^2$
Umumiy dispersiyada qoldiq dispersiya ulushi:	20%

Aniqlang:

- a) korrelyatsiya indeksini;
- v) band aholining soni 30 kishi bo'lganda elastiklik koeffitsientini.

### 7-masala

10ta bir turdagi maxsulot ishlab chiqaruvchi zavodda maxsulot birligiga sarflangan material hajmini ishlab chiqarilgan mahsulot hajmiga bog'liqligini o'rganish natijalari haqida quyidagi ma'lumotlar berilgan:

1.11-jadval

Ko'rsatkich	Zavodlar bo'yicha maxsulot material sig'imi									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Maxsulot birligiga sarflangan material hajmi, kg	9	6	5	4	3,7	3,6	3,5	6	7	3,5
Ishlab chiqarilgan maxsulot hajmi, ming birlikda	100	200	300	400	500	600	700	150	120	250

#### Topshiriq

1.  $y = a + \frac{b}{x}$  tenglamaning parametrlarini aniqlang.
2. Korrelyatsiya indeksi yordamida bog'lanish zichligini aniqlang.
3. Maxsulot material sig'imining o'zgarishini elastikligini tavsiflang.

### 8-masala

Viloyatning 20ta fermer xo'jaliklari bo'yicha quyidagi jadvalda keltirilgan ma'lumotlar olingan:

1.12-jadval

Ko'rsatkich	O'rtacha qiymat	Variatsiya koeffitsienti
Hosildorlik, ts/ga	50	25
1ga ekin maydoniga berilgan o'g'it, kg	10	15

Fisher F-kriteriyasining haqiqiy qiymati 50ga teng.

#### Topshiriq

1. Chiziqli determinatsiya koeffitsientini aniqlang.
2. Chiziqli regressiya tenglamasini tuzing.
3. Elastiklikning umumiy koeffitsientini toping.

### 9-masala

12ta savdo do'konlarining sotilgan maxsulotlari hajmi  $u$ (ming dollar) ning reklama xarajatlari  $x$ (ming dollar) ga bog'liqligi quyidagilar bilan tavsiflanadi:

Regressiya tenglamasi:  $y = 10,6 + 0,6x$ .

$x$  bo'yicha o'rtacha kvadratik chetlanish:  $\sigma_x = 4,7$ .

$y$  bo'yicha o'rtacha kvadratik chetlanish:  $\sigma_y = 3,4$ .

#### Topshiriq

1. Korrelyatsiya koeffitsientini aniqlang.
2. Regressiya tenglamasini muximligini baholash uchun dispersion tahlil jadvalini tuzing.

### 10-masala

Bir xil turdagi mahsulot ishlab chiqaruvchi 8ta zavod bo'yicha mahsulot birligi tannarxi  $u$ (mln.so'm)ning texnik ta'minlanganlik darajasi  $x$ (mln.so'm)ga bog'lanishini ifodalovchi  $y = 25 + \frac{800}{x}$  regressiya tenglamasi tuzilgan. Umumiy dispersiyada qoldiq dispersiyaning ulushi 0,19ni tashkil etadi.

#### Topshiriq

1. Ishlab chiqarish fondlarining narxi 200 mln.so'm bo'lsin deb faraz qilgan holda elastiklik koeffitsientini hisoblang.
2. Korrelyatsiya indeksini aniqlang.

## MASALA VA MISOLLAR

### 3-MAVZU. Tenglamalar tizimi ko'rinishidagi ekonometrik modellar

Masalalar yechishga tavsiyalar

Modelni tuzish uchun 5ta hudud bo'yicha quyidagi ma'lumotlar berilgan bo'lsin:

Xudud	u1	u1	x1	x2
1	2	5	1	3
2	3	6	2	1
3	4	7	3	2
4	5	8	2	5
5	6	5	4	6
O'rtachasi	4	6,2	2,4	3,4

Modelning keltirilgan shakli:

$$\begin{cases} y_1 = \delta_{11}x_1 + \delta_{12}x_2 + u_1 \\ y_2 = \delta_{21}x_1 + \delta_{22}x_2 + u_2 \end{cases}$$

bu erda,  $u_1$  va  $u_2$  - modelning keltirilgan shakli tasodifiy xatoligi.

Modelni keltirilgan shaklining har bir tenglamasiga oddiy EKKU qo'llab ( $\delta_{ij}$ ) koeffitsientlarni aniqlaymiz.

Hisoblashlarni soddalashtirish uchun o'zgaruvchilarning o'rtacha darajalaridan chetlanishlaridan foydalanish mumkin, ya'ni  $y = y - \bar{y}$  va  $x = x - \bar{x}$ . U holda modelning keltirilgan shaklidagi birinchi tenglamasi uchun normal tenglamalar tizimi quyidagicha bo'ladi:

$$\begin{cases} \sum y_1x_1 = \delta_{11} \sum x_1^2 + \delta_{12} \sum x_1x_2 \\ \sum y_1x_2 = \delta_{11} \sum x_1x_2 + \delta_{12} \sum x_2^2 \end{cases}$$

Yuqoridagi misol ma'lumotlarida o'rtacha darajadan chetlanishlardan foydalanib quyidagi tenglamalar tizimini yozish mumkin.

$$\begin{cases} 6 = 5,2 \cdot \delta_{11} + 4,2 \cdot \delta_{12} \\ 10 = 4,2\delta_{11} + 17,2\delta_{12} \end{cases}$$

Olingan tenglamalar tizimini echib modelning keltirilgan shaklining birinchi tenglamani olamiz.

$$y_1 = 0,82x_1 + 0,373x_2 + u_1$$

Mustaqil ishlash uchun masalalar

1-misol.

Quyidagi pul bozori modelini:

$$R_t = a_1 + b_{11} \cdot M_t + b_{12} \cdot Y_t + \varepsilon_1,$$

$$Y_t = a_2 + b_{21} \cdot R_t + b_{22} \cdot I_t + \varepsilon_2,$$

bu erda:

R – foiz stavkasi; Y – YaIM; M – pul massasi; I – ichki investitsiya;

t – joriy davr.

identifikatsiyaning zaruriy va etarli shartlarini qoʻllab identifikatsiyalanganligini aniqlang:

Model parametrlarini baholash usulini aniqlang.

Modelni keltirilgan shaklini yozing.

2-misol.

Quyidagi makroiqtisodiy modelni:

$$C_t = a_1 + b_{11} \cdot D_t + \varepsilon_{1t},$$

$$I_t = a_2 + b_{22} \cdot Y_t + b_{23} \cdot Y_{t-1} + \varepsilon_{2t},$$

$$Y_t = D_t + T_t,$$

$$D_t = C_t + I_t + G_t,$$

bu erda:

C – isteʼmol harajatlari;

Y – sof milliy maxsulot;

D – sof milliy daromad;

I – investitsiya;

T – bevosita soliqlar;

G – davlat xarajatlari;

t-joriy davr; t-1 – avvalgi davr.

identifikatsiyaning zaruriy va etarli shartlarini qoʻllab identifikatsiyalanganligini aniqlang:

Model parametrlarini baholash usulini aniqlang.

Modelni keltirilgan shaklini yozing.

3-misol.

Quyidagi tarkibiy shakldagi modelni:

$$C_t = b_1 + b_2 \cdot S_t + b_3 P_t,$$

$$S_t = a_1 + a_2 \cdot R_t + a_3 \cdot R_{t-1} + a_4 t,$$

$$R_t = S_t + P_t,$$

bu erda:

C<sub>t</sub> – t davrdagi shaxsiy isteʼmol;

S<sub>t</sub> – t davrdagi ish haqi;

P<sub>t</sub> – t davrdagi foyda;

R<sub>t</sub> – t davrdagi umumiy daromad;

R<sub>t-1</sub> – t-1 davrdagi umumiy daromad;

t-1 – avvalgi davr.

identifikatsiyaning zaruriy va etarli shartlarini qoʻllab identifikatsiyalanganligini aniqlang:

Model parametrlarini baholash usulini aniqlang.

Modelni keltirilgan shaklini yozing.

4-misol.

Quyidagi pul bozori modelini:

$$R_t = a_1 + b_{11} \cdot M_t + b_{12} Y_t + \varepsilon_1,$$

$$Y_t = a_2 + b_{21} \cdot R_t + b_{22} \cdot I_t + \varepsilon_2,$$

$$I_t = a_3 + b_{33} R_t + \varepsilon_3,$$

bu erda:

R – foiz stavkasi;

Y – YaIM; M – pul massasi;

I – ichki investitsiya.

1. identifikatsiyaning zaruriy va etarli shartlarini qoʻllab identifikatsiyalanganligini aniqlang:

2. Model parametrlarini baholash usulini aniqlang.

3. Modelni keltirilgan shaklini yozing.

5-misol.

Quyidagi model berilgan:

$$S_t = a_1 + b_{11}D_t + b_{12}M_t + b_{13}Un_t + \varepsilon_1,$$

$$C_t = a_2 + b_{21}D_t + b_{22}S_t + b_{23}Un_{t-1} + \varepsilon_2,$$

$$D_t = a_3 + b_{31}S_t + b_{32}C_{t-1} + b_{33}I_t + \varepsilon_3,$$

bu erda:

$S_t$  – t davrdagi ish haqi;

$D_t$  – t davrdagi sof milliy daromad;

$M_t$  – t davrdagi pul massasi;

$C_t$  – t davrdagi iste'mol;

$C_{t-1}$  – t-1 davrdagi umumiy daromad;

$Un_t$  – t davrdagi ishsizlik darajasi;

$Un_{t-1}$  – t-1 davrdagi ishsizlik darajasi;

$I_t$  – t davrdagi investitsiya.

Topshiriq

Ushbu modelning tarkibiy ko'rsatkichlarini qaysi usul bilan baholash mumkin?

Modelning keltirilgan shaklini yozing.

Modelni birinchi va ikkinchi tarkibiy tenglamalarining ko'rsatkichlarini hisoblash usulini qisqacha tavsiflab bering.

6-misol.

Quyida ma'lum bir ekonometrik modelning ko'rsatkichlarini hisoblash natijalari keltirilgan. Modelning tuzilmaviy shakli:

Modelning keltirilgan shakli:

$$Y_1 = 2 + 4X_1 - 3X_2 + v_1,$$

$$Y_2 = 7,5 + 5X_1 + 8X_2 + v_2,$$

$$Y_3 = 4 + ???X_1 + ???X_2 + v_3.$$

Topshiriq

Modelning tarkibiy va keltirilgan shakllari ko'rsatkichlari qaysi usullar bilan olingan? Modelning tarkibiy ko'rsatkichlarini hisoblash uchun bevosita EKKUni qo'llash mumkinligini asoslab bering. Modelda tushirib qoldirilgan qiymatlarni o'rnini to'ldiring.

7-misol.

Quyidagi model tuzilgan

$$Y_1 = a_1 + b_2Y_2 + c_1X_1 + \varepsilon_1,$$

$$Y_2 = a_2 + b_1Y_1 + c_2X_2 + \varepsilon_2.$$

Topshiriq

Quyidagilarni e'tiborga olgan holda tuzilmaviy ko'rsatkichlarni aniqlang:

$$\sum Y_1X_1 = 2600; \sum Y_1X_2 = 4350; \sum Y_1 = 350; \sum Y_2 = 25; \sum X_1 = 750;$$

$$\sum X_2 = 350; \sum X_1^2 = 1200; \sum X_2^2 = 1800; \sum X_1X_2 = 1500; n = 30;$$

hamda  $Y_2 = 2X_1 + 3X_2$ .

8-misol.

Quyidagi shartli ma'lumotlar berilgan:

Yillar raqami	O'sish sur'ati					Ishsizlar %, X1
	Ish haqi, U1	Narx, U2	Daromad, U3	Import bahosi, X2	Iqtisodiy faol aholi, X3	
1	2	6	10	2	1	1
2	3	7	12	3	2	2
3	4	8	11	1	5	3
4	5	5	15	4	3	2
5	6	4	14	2	3	3
6	7	9	16	2	4	4
7	8	10	18	3	4	5

Topshiriq

Quyidagi ko'rinishdagi tuzilmaviy model ko'rsatkichlarini aniqlang:



## MASALA VA MASHQLAR

### 4.1.-MAVZU. EKONOMETRIK MODELLARNI BAHOLASH

Masalalar yechishga tavsiyalar

$$r_{xy}^2 = 0,982$$

$$F_{haqiqiy} = \frac{0,982}{1 - 0,982} \cdot (7 - 2) = 278.$$

Fisherning F-kriteriyasi jadval qiymatlari  $\alpha$ ,  $k_1$  va  $k_2$  parametrlarning mos qiymatlarida

$F_{\alpha=0,05} = 6,61$  tashkil etadi. Bundan  $F_{haqiqiy} > F_{jadv}$  shart bajarilganligini ko'ramiz. Demak qurilgan regressiya tenglamasining ma'noga ega ekanligi haqida xuolsa qilish mumkin.

Misolimizda regressiya koeffitsentining tasodifiy xatoligi

$$m_b = \sqrt{\frac{53}{10,857}} = 2,21$$

$$t_b = \frac{36,84}{2,21} = 16,67$$

ga teng

Styudent  $t$  - kriteriyasi jadvalida  $t_{jadv} = 2,57$  ga teng. Demak  $t_b > t_{jadv}$  ya'ni  $16,67 > 2,57$  shart bajariladi. Bundan regressiya koeffitsenti statistik ma'nodor deb xulosa qilish mumkinligi kelib chiqadi.

Regressiya tenglamasi parametrlarining topilgan qiymatlaridan foydalanib "a" va "b" parametrlarning ishonchlilik intervallarini topish mumkin.

$$\Delta_a = a \pm t_{jadv} \cdot m_a, \quad \Delta_b = b \pm t_{jadv} \cdot m_b$$

$$36,84 \pm 2,57 \cdot 2,21 = 36,84 \pm 5,68,$$

$$31,16 \leq b \leq 42,52.$$

$$m_{\bar{y}_b} = \sqrt{53 \cdot \left(1 + \frac{1}{7} + \frac{(4 - 3,143)^2}{10,857}\right)} = 8,01.$$

$$\hat{y}_b = -5,79 + 36,84 \cdot 4 = 141,57.$$

$$141,57 \pm 2,57 \cdot 8,01 = 141,57 \pm 20,59$$

$$120,98 \leq \hat{y}_b \leq 162,16$$

Mustaqil ishlash uchun masalalar

1-misol.

Quyida berilgan korrelyatsion jadvallardagi ma'lumotlar bo'yicha  $\bar{y}_x = Ax^2 + Bx + C$  regressiya

tanlanma tenglamasini va  $n_{yx}$  tanlanma korrelyatsion nisbatni toping.

U X	0	4	6	7	10	$n_y$
7	19	1	1			21
13	2	14				16
40		3	22	2		27
80				15		15
200					21	21
$n_x$	21	18	23	17	21	$n = 100$

2-misol.

Quyida berilgan korrelyatsion jadvallardagi ma'lumotlar bo'yicha  $\overline{y_x} = Ax^2 + Bx + C$  regressiya tanlanma tenglamasini va  $n_{yx}$  tanlanma korrelyatsion nisbatni toping.

U X	0	4	5	$n_y$
1	50	5	1	56
35		44		44
50		5	45	50
$n_x$	50	54	46	$n = 150$

3-misol.

Quyida berilgan korrelyatsion jadvallardagi ma'lumotlar bo'yicha  $\overline{y_x} = Ax^2 + Bx + C$  regressiya tanlanma tenglamasini va  $n_{yx}$  tanlanma korrelyatsion nisbatni toping.

U X	0	1	2	3	4	$n_y$
10	20	5				25
11	7	15	3	1		26
20		3	17	4		24
35			8	13	7	28
50				5	42	47
$n_x$	27	23	28	23	49	$n = 150$

4-misol.

Quyida berilgan korrelyatsion jadvallardagi ma'lumotlar bo'yicha  $\overline{x_y} = Ay^2 + By + C$  regressiya tanlanma tenglamasini va  $\eta_{yx}$  tanlanma korrelyatsion nisbatni toping.

U X	6	30	50	$n_y$
1	15			15
3	1	14		15
4		2	18	20
$n_x$	16	16	18	$n = 50$

5-misol.

Quyida berilgan korrelyatsion jadvallardagi ma'lumotlar bo'yicha  $\overline{x_y} = Ay^2 + By + C$  regressiya tanlanma tenglamasini va  $\eta_{yx}$  tanlanma korrelyatsion nisbatni toping.

U X	1	9	19	$n_y$
0	13			13
2	2	10		12
3	1	1	23	25
$n_x$	16	11	23	$n = 50$

6-misol.

Quyida berilgan korrelyatsion jadvallardagi ma'lumotlar bo'yicha  $\bar{x}_y = Ay^2 + By + C$  regressiya tanlanma tenglamasini va  $\eta_{yx}$  tanlanma korrelyatsion nisbatni toping.

U	3	9	15	$n_y$
X				
0	11			13
2	3	10		12
3	1	2	23	24
$n_x$	16	11	22	$n = 50$

7-misol.

Viloyatning 20ta fermasi bo'yicha quyidagi ma'lumotlar berilgan:

Ko'rsatkich	O'rtacha qiymat	Variatsiya koeffitsienti
Hosildorlik, ts/ga	27	20
1ga ekin maydoniga berilgan o'g'it, kg	5	15

Fisher F – kriteriysining haqiqiy qiymati 45ga teng.

Topshiriq

Chiziqli determinatsiya koeffitsientini aniqlang.

Chiziqli regressiya tenglamasini tuzing.

Umumiy elastiklik koeffitsientini.

Beriladigan o'g'it miqdorini o'rtacha darajasi 10%ga oshirilganda kutilishi mumkin bo'lgan hosildorlik miqdorining ishonch oralig'ini 0,95 ehtimollik bilan aniqlang.

8-misol.

12ta tashkilot bo'yicha "u"(ming doll.) -savdo hajmini "x"(ming doll.)-reklama harajatlariga bog'liqligi quyidagicha ifodalangan:

Regressiya tenglamasi:	$y = 10,6 + 0,6 \cdot x$
"x" bo'yicha o'rtacha chetlanish, x	$\sigma_x = 4,7$
"u" bo'yicha qrtacha kvadratik chetlanish:	$\sigma_y = 3,4$

Topshiriq

Korrelyatsiya koeffitsientini aniqlang.

Regressiya tenglamasini muximligini baholash uchun dispersion taxlil jadvalinituzing.

Regressiya koeffitsientini baholash uchun standart hatoni toping.

Styudent t-kriteriyasi orqali regressiya koeffitsientining muhimligini baholang.

Regressiya koeffitsienti uchun ishonch oralig'ini 0,95 ehtimollik bilan toping.

9-misol. (36)

Mamlakatning 20ta hududi bo'yicha "u"(%)-ishsizlik darajasini "x"(avvalgi yilga nisbatan %)-ist'mol bahosi indeksiga bog'liqligi o'rganilgan. Berilgan ko'satkichlarning logarifmlari orasidagi korrelyatsiya koeffitsienti  $r_{\ln x \ln y} = 0,8$ . Ko'rsatkichlarni logarifmik qiymati quyidagi jadvalda berilgan:

Ko'rsatkich	$\ln x$	$\ln y$
O'rtacha qiymati:	0,6	1,0
O'rtacha kvadratik chetlanish:	0,4	0,2

Topshiriq

Ishsizlik darajasini iste'mol bahosi indeksiga bog'liqligining regressiya tenglamasini darajali funktsiyalar ko'rinishida yozing.

Regressiya modelida elastiklik koeffitsientini tavsiflab bering.

Determinatsiya koeffitsienti qiymatini aniqlang va uning ma'nosini tushuntiring.

10-misol.

Mamlakat tumanlari bo'yicha 2015 yil may oyi uchun quyidagi ma'lumatlar berilgan:

Tumanlar	Jon boshiga istemol harajatlari, ming so'm, u	Jon boshiga pul daromadlari, ming so'm, x
<b>Shimoliy tumanlar</b>		
1	596	913
2	417	1095
3	354	606
4	526	876
5	934	1314
6	412	593
7	525	754
8	367	528
<b>Janubiy tumanlar</b>		
1	364	520
2	336	539
3	409	540
4	452	682
5	367	537
6	328	589
7	460	626
8	380	521
9	439	626
10	344	521
11	401	658
12	514	746

#### Topshiriq

Korrelatsiya maydonini tuzing va bog'lanish shakli haqida gipotezani keltirib chiqaring.

Chiziqli, darajali, eksponentsial, yarimlogarifmik, teskari, giprbolik juft regressiya tenglamalarining parametrlarini hisoblang.

Korrelatsiya va determinatsiya ko'rsatkichlari orqali bog'lanish zichligini baholang.

O'rtacha (umumiy) elastiklik koeffitsientini hisoblang.

Approksimatsiyaning o'rtacha xatoligi yordamida tenglama sifatini bag'olang.

Fisher kriteriyasi yordamida regression modellashtirish natijalarini statistik ishonchliligini baholang.

4,5 va ushbu punktlarda hisoblangan ko'rsatkichlar qiymatlari asosida eng yaxshi regressiya tenglamasini tanlang.

Agar omil belgining bashorat qiymati uning o'rtachasidan 4%ga ortsa, natijaning kutilayotgan qiymatini hisoblang. Muximlik qiymati  $\alpha = 0,05$  uchun bashorat qiymatining ishonch oralig'ini aniqlang.

Olingan natijalarni baholang, xulosani yozma shaklda ifodalang.

#### 4.2.DAVRIY QATORLARDA EKONOMETRIK MODELLASHTIRISH

Masalalar yechishga tavsiyalar

3-misol. Trend parametrlarini hisoblash.

«N»-yilning 10 oyi nominal oylik ish haqining oylar bo'yicha «N-1»-yilning dekabr oyidagi darajasiga nisbatan foiz hisobida o'sish sur'ati haqidagi ma'lumotlar 8.5-jadvalda berilgan.

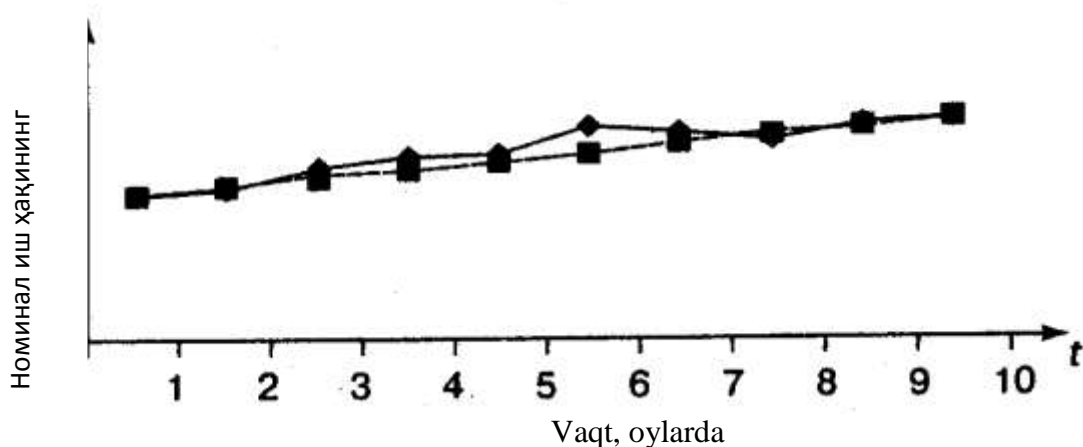
7.5-jadval.

«N»-yilning 10 oyi nominal oylik ish haqining oylar bo'yicha «N-1»-yilning dekabr oyidagi darajasiga nisbatan foiz hisobida o'sish sur'ati

Oylar	Nominal oylik ish haqining o'sish sur'ati	Oylar	Nominal oylik ish haqining o'sish sur'ati
Yanvar	82,9	Iyun	121,6
Fevral	87,3	Iyul	118,6

Mart	99,4	Avgust	114,1
Aprel	104,8	Sentyabr	123,0
May	107,2	Oktyabr	127,3

Berilgan vaqtli qatorni grafigini tuzamiz (8.3-rasm).



Mustaqil ishlash uchun masalalar

1-misol.

Bank rahbariyati jismoniy shaxslarni bir necha yillik depozitlarining dinamikasini o'rganib chiqqan va quyidagi ma'lumotlarni olgan:

Vaqt, yil	1	2	3	4	5	6	7	Jami:
Jismoniy shaxslar depozitlari, x	2	6	7	3	10	12	13	28
								53

Topshiriq

Chiziqli trend tenglamasini tuzing va uning ko'rsatkichlarini izohlab bering.

Chiziqli trend uchun determinatsiya koeffitsientini aniqlang.

Bank rahbariyati jismoniy shaxslarning depozitlarining o'rtacha mutloq o'sishi 2,5 ming dollardan kam bo'lmasligini ta'kidladi. Siz olgan natijalar bilan yuqoridagi xulosa tasdiqlanadimi?

2-misol.

Viloyat xo'jaliklarida don ekinlarining hosildorligi haqida quyidagi ma'lumotlar mavjud:

Yillar	Hosildorlik, ts/ga
1	10,2
2	10,7
3	11,7
4	13,1
5	14,9
6	17,2
7	20,0
8	23,2

Topshiriq

Tanlangan trend tenglamasi turini asoslang.

Trend tenglamasi parametrlarini hisoblang.

Kelasi yil uchun don ekinlari hosildorligini bashoratlang.

3-misol.

Ishsizlik darajasi ut (%) haqida 8 oylik ma'lumotlar berilgan.

Oylar.....	1	2	3	4	5	6	7	8
Ut	8,8	8,6	8,4	8,1	7,9	7,6	7,4	7,0

.....								
-------	--	--	--	--	--	--	--	--

Topshiriq

Qatorning darajalarini birinchi va ikkinchi tartibli avtokorreyatsiya koeffitsientlarini aniqlang.

Trend tenglamasini tanlashni asoslang va uning parametrlarini aniqlang.

Olingan natijalarni izohlab bering.

4-misol.

Quyidagi vaqtli qator berilgan bo'lsin:

t.....	1	2	3	4	5	6	7	8
x <sub>t</sub> .....	20	...	...	...	...	...	...	10

Shu bilan birga quyidagilar ham ma'lum

$$\sum x_t = 150, \quad \sum x_t^2 = 8100, \quad \sum_{t=2}^n x_t x_{t-1} = 7350.$$

Topshiriq

Qator darajalarining birinchi tartibli avtokorreyatsiya koeffitsientlarini aniqlang.

O'rganilayotgan vaqtli qator tendentsiyaga ega yoki ega emasligini aniqlang.

5-misol.

Mamlakatning 5 yillik chakana savdo aylanmasi bo'yicha choraklar bo'yicha ma'lumotlar berilgan.

Chorak raqami	Tovar aylanmasi, avvalgi yilga nisbatan % hisobida	Chorak raqami	Tovar aylanmasi, avvalgi yilga nisbatan % hisobida
1	100,0	11	98,8
2	93,9	12	101,9
3	96,5	13	113,1
4	101,8	14	98,4
5	107,8	15	97,3
6	96,3	16	102,1
7	95,7	17	97,6
8	98,2	18	83,7
9	104,0	19	84,3
10	99,0	20	88,4

Topshiriq

Vaqtli qator grafigini tuzing.

Vaqtli qator multiplikativ modelini tuzing.

O'rtacha mutloq hatolik va o'rtacha nisbiy chetlanish ko'rsatkichlari orqali model sifatini baholang.

6-misol.

Avstraliya va Belgiya mamlakatlarining 1991-2015 yillardagi eksport, import va tashqisavdo aylanmasini tavsiflovchi ma'lumotlar berilgan:

Yil	Avstraliya, mln. shilling			Belgiya, mln. frank		
	Eksport	Import	Tashqi savdo aylanma	Eksport	Import	Tashqi savdo aylanma
1991	44	43	87	202	209	411
1992	47	46	93	219	221	440
1993	51	51	102	239	248	487
1994	56	56	112	278	283	561
1995	62	63	125	306	305	611

1996	67	71	138	328	337	665
1997	72	74	146	352	351	703
1998	79	80	159	402	400	802
1999	95	91	186	483	474	957
2000	117	131	248	562	533	1095
2001	129	126	255	609	581	1190
2002	146	144	290	683	633	1316
2003	166	164	330	846	811	1657
2004	204	206	410	1116	1109	2225
2005	209	205	414	1065	1061	2126
2006	236	247	483	1266	1261	2527
2007	257	278	535	1474	1499	2973
2008	281	280	561	1540	1570	3110
2009	328	332	660	1798	1866	3664
2010	366	386	752	2026	2125	4151
2011	405	419	824	2286	2357	4643
2012	431	412	843	2640	2694	5334
2013	450	434	884	2924	2864	5788
2014	498	496	994	3337	3277	6614
2015	549	547	1096	3479	3379	6858

Topshiriq

Har bir qatorning dinamikasi grafigini chizing.

Turli shakldagi trendlar parametrlarini hisoblang.

Har bir trend sifatini approksimatsiyaning o'rtacha hatoligi, chetlanishning chiziqli avtokorrelyatsiya koeffitsienti orqali baholang.

Trendlarning statistik muximligini F- kriteriy orqali, trend parametrlari muximligini t-kriteriy orqali baholang.

Trendni eng yaxshi shaklini tanlang va u bo'yicha 2018 yilga bashorat qiling.

Bashorat hatoligini baholang va muximlik darajasi 0,05 uchun bashoratning ishonch oralig'ini tuzing.

7-misol.

2004-2009 yillar uchun choraklar bo'yicha eksport hajmi haqida ma'lumotlar berilgan.

Chorak raqamlari	Eksport, mln. doll.	Chorak raqamlari	Eksport, mln. doll.
1	4087	13	6975
2	4737	14	6891
3	5768	15	7527
4	6005	16	7971
5	5639	17	5875
6	6745	18	6140
7	6311	19	6248
8	7107	20	6041
9	5741	21	4626
10	7087	22	6501
11	7310	23	6284
12	8600	24	6707

Topshiriq.

Vaqtli qator grafigini tuzing.

Vaqtli qatorning additiv va multiplikativ modellarini tuzing.

Xar bir modelni o'rtacha mutloq hatolik va o'rtacha nisbiy chetlanish ko'rsatkichlari orqali model sifatini baholang. Eng yaxshi modelni tanlang.

## MISOL VA MASALALAR 5-MAVZU. AMALIY EKONOMETRIK MODELLAR

Masalalar yechishga tavsiyalar

1-misol.

Quyidagi jadvalda firma xizmatchilarining oylar bo'yicha ish haqi fondi pul birligida berilgan.

t	1	2	3	4	5
Y <sub>t</sub>	252,0	253,0	254,2	255,3	256,5

Ish haqi fondining 6 - oy bashorat qiymatini aniqlash uchun o'rtacha mutloq qo'shimcha o'sishni qo'llash o'rinli ekanligi asoslang.

Echimi:

Zanjirli mutloq qo'shimcha o'sish qiymatlarini aniqlaymiz:

$$\Delta Y_2 = Y_2 - Y_1 = 253 - 252 = 1$$

$$\Delta Y_3 = Y_3 - Y_2 = 254,2 - 253,0 = 1,2$$

$$\Delta Y_4 = Y_4 - Y_3 = 255,3 - 254,2 = 1,1$$

$$\Delta Y_5 = Y_5 - Y_4 = 256,5 - 255,3 = 1,2$$

Zanjirli mutloq qo'shimcha o'sish 1 dan 1,2 gacha o'zgaradi, ularning o'zgarishi bir xilda. Bu o'zgarish firma ish haqi fondining oylar bo'yicha dinamikasi chiziqli o'zgarishga ega ekanligini ko'rsatadi. Shuning uchun Y<sub>6</sub> ning bashorat qiymatini o'rtacha mutloq qo'shimcha o'sish ( $\Delta \hat{Y}$ )ni qo'llab aniqlash o'rinli.

$$\Delta \hat{Y} = (Y_5 - Y_1) / (n-1) = (256,5 - 252) / (5-1) = 1,125, \quad \hat{Y} = Y_5 + \Delta \hat{Y} = 256,5 + 1,125 = 257,625.$$

2-misol.

Firma xodimlarining oylar bo'yicha ish haqi fondi dinamikasi 5 oy davomida taxminan o'zgarmas o'sish sur'atlarida o'zgarib borgan. 1- oyda ish haqi fondi 252 pul birligini, 5 - oyda esa - 256,5 pul birligini tashkil etgan. Firma xodimlarining 6-oy ish haqi fondini o'rtacha o'sish sur'atini qo'llab aniqlang.

Echimi:

Misol shartiga asosan 5 oy davomida ish haqi fondi o'zgarmas o'sish sur'ati bilan o'zgarib borgan.

Shuning uchun 6 - oy ish haqi fondining bashorat qiymatini o'rtacha o'sish sur'atini qo'llab aniqlash mumkin.

O'rtacha o'sish sur'ati quyidagidan iborat:

$$\bar{T} = (y_n / y_1)^{1/(n-1)} \cdot 100\%,$$

$$\bar{T} = (y_5 / y_1)^{1/4} \cdot 100\% = (256,5 / 252)^{1/4} \cdot 100\% = 100,44\%$$

Shunday qilib, firma xodimlarining ish haqi fondining bashorat qiymati:

$$\tilde{y}_6 = y_5 \cdot \bar{T} = 256,5 \cdot 100,44\% = 257,6 \text{ pul birligiga teng.}$$

Mustaqil ishlash uchun masalalar

1.  $y = 6x0,65$  ishlab chikarish funktsiyaning o'rtacha va limit samaradorligini toping, hamda ularni resurs  $x = 10$  kiymatida taqqoslang.

2.  $y = 6x0,65$  ishlab chikarish funktsiyasi uchun ishlab chikarishning xarajatlar o'zgarishiga nisbatan elastiklikligini hisoblang.



3.  $y=5x_1+10,4x_2$  ishlab chikarish funktsiyasi uchun ishlab chikarishning harajatlar o'zgarishiga nisbatan elastikligini hamda ishlab chikarish elastikligini hisoblang.

4.  $y=5x_1+12+5x_2$  funktsiyani birjinsligini tekshiring va proporsionallik darajasini toping.

5.  $y=x_1^{1/3} \cdot x_2^{2/3}$  ishlab chikarish funktsiyaning proporsionallik darajasini tekshiring.

6.  $y=x_1^{10,75}+x_2^{20,25}$  ishlab chikarish funktsiyasi hamda  $w=11x_1+9x_2$  harajatlar funktsiyasi berilgan. (4;5) nuqtada o'rtacha va limit harajatlarni toping.

7.  $y = a_0 x_1^{a_1} x_2^{a_2}$  Kobb-Duglas funktsiyasi berilgan. Berilgan funktsiya uchun A1, A2, M1, M2 larni hisoblang.

8.  $y=\alpha_0+\alpha_1x_1+\alpha_2x_2$  chizikli ishlab chikarish funktsiyasi uchun A1, A2, M1, M2 larni hisoblang.

9. Kobb-Duglas funktsiyasi va  $y= \alpha_1x_1+ \alpha_2x_2$  chizikli ishlab chikarish funktsiyasi uchun E1(x), E2(x) va E(x) elastikliklarini hisoblang.

10. Kobb – Duglas funktsiyasi uchun resurslarni almashtirish limit normasi aniqlansin.

11. Korxonada to'rtta tarmoqdan iborat: ishlab chikarish vektori va to'rtta harajatlar koeffitsientlari matritsasi quyidagicha bo'lsa

$$\bar{x} = \begin{pmatrix} 400 \\ 300 \\ 250 \\ 300 \end{pmatrix}, \quad A = \begin{pmatrix} 0,25 & 0,10 & 0,24 & 0,25 \\ 0,20 & 0,15 & 0,36 & 0,17 \\ 0,15 & 0,20 & 0,20 & 0,15 \\ 0,30 & 0,15 & 0,20 & 0,15 \end{pmatrix}$$

Tarmoqdan tashkari foydalanish uchun mo'ljallangan yakuniy istemol hajmi vektorini toping.

12. Korxonada uch turdagi xom ashyodan uch turdagi mahsulot ishlab chikaradi, ishlab chikarish ko'rsatkichlari jadvalda keltirilgan.

Xom ashyo turlari	Mahsulot turi bo'yicha xom ashyo harajatlari, o'irligi.			Xom ashyo zahirasi, o'irligi. birligi
	1	2	3	
1	5	12	7	2350
2	10	6	8	2060
3	9	11	4	2270

Berilgan xom ashyo zahirasidan foydalanib har bir turdagi mahsulot ishlab chikarish hajmini toping.

13. 12-misol shartlarida, tarmoqlar bo'yicha yakuniy istemol mos ravishda 30, 10 va 50 foizga orttirilganda har bir tarmoq bo'yicha yalpi ishlab chikarish hajmi o'sishini aniqlang. Masalani teskari matritsa usuli va Gauss metodi bilan eching.

$$C = \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \end{pmatrix}$$

14. Leontev modeliga masala. Noishlab chikarish istemoli vektori

matritsasi  $A = \begin{pmatrix} 1/3 & 1/6 \\ 1/2 & 1/4 \end{pmatrix}$  berilgan. Berilgan istemol vektorini ta'minlovchi yalpi ishlab chikarish vektorini toping.

15. Leontev modeli  $\begin{pmatrix} 2/5 & 1/5 \\ 1/3 & 1/3 \end{pmatrix}$  matritsa bilan berilgan bo'lsin. Uni samaradolar ekanligini aniqlang.

$\begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 2 & 0 \end{pmatrix}$  yalpi ishlab chikarish bo'lsin. Noishlab chikarish vektori kanday bo'ladi ?

16  $D = 40 - 2p$  talab funksiyasi uchun  $r = 4$  bo'lganda narx bo'yicha talab elastikligini toping.

17. Mahsulotga talab  $D(P) = 100 - 3P$  formula bilan aniqlagan bo'lsin. Mahsulot narhi  $R = 20$  pul birligi bo'lganda talab elastikligini toping

18. Mahsulot tannarxi  $S$  va uni ishlab chikarish hajmi  $Q$  orasidagi boflanish  $C = 50 - 0,5Q$  formula orkali ifodalan bo'lsin.

Mahsulot ishlab chikarish hajmi  $Q = 30$  pul.birligi bo'lganda tannaraxning elastikligini topish talab etiladi.

19. Dunyo bozorida neftning  $r$  narx bo'yicha uzok muddatli talab  $D$  va taklif  $S$  funksiyalari mos ravishda quyidagi ko'rinishda berilgan bo'lsin

$$D = 30 - 0,9p, \quad S = 16 + 1,2p.$$

Muvozanat nuqtasida talab elastikligini toping. Bozorda neftga taklif 25% ga kamayganda muvozanat bahosi va talab elastikligi kanday o'zgaradi.

20.  $r$  narx bo'yicha  $D$  talab va  $S$  taklif funksiyalari mos ravishda quyidagi tenglamalar bilan ifodalansin

$$D = 9 - p, \quad S = 1 + p.$$

Muvozanat narxda talab va taklif elastikligini, hamda narx 10% ga oshganda foyda o'zgarishini (foizlarda) toping.

21. Iktisodiy jarayonni ifodalovi differentsial tenglama echimida  $k$  parametrning 0,1,2,3 va -1,-2,-3 qiymatlarida echimning ko'rinishlarini yozing va muvozanat holatga kaytish jarayonini tavsiflab bering.

22. O'rgimchak to'risimon modelda talab va taklif funksiyalari mos ravishda

$D(t) = -50 + 20p(t), \quad S(t) = 10 + 40p(t-1)$  ko'rinishda bo'lsin. Muvozanat ba'ho va muvozanat ishlab chikarish hajmini toping.

23. Talab va taklif funksiyalari  $D(t) = -5 + 10p(t), \quad S(t) = 10 + 20p(t-1)$  bo'lganda ihtiyoriy  $t$  uchun rekkurent formulani toping.

24. Bozorda talab va taklif funksiyalari mos ravishda quyidagicha bo'lsin:

$D(t) = 15 - 12p(t), \quad S(t) = 12 + 5p(t-1)$ .  $P(t)$  narx uchun rekkurent tenglamani,  $P_0=10$  bo'lganda ihtiyoriy  $t$  uchun rekkurent formulani toping.

25. Avvalgi misolda berilgan talab va taklif funksiyalari uchun ihtiyoriy  $t$  uchun talab va taklif miqdorini aniqlang.

26. O'rgimchak to'risimon modelda talab funksiyasi  $D(t) = 3p(t)$ , taklif funksiyasi

$S(t) = 5p(t-1)$  va  $P_0=1$  bo'lganda ba'ho ishlab chikarish dinamikasini grafik ko'rinishda

tasvirlang. Muvozanat ba'ho va ishlab chikarish hajmi kanday bo'ladi? Muvozanat turrun bo'ladimi?

27. Ikki tarmoqli ishlab chikarish modelida birinchi tarmoq 1 so'mlik mahsulot ishlab chikarish uchun 0,55 so'mlik ikkinchi tarmoqning mahsulotidan sarflaydi, ikkinchi tarmoq esa 1 so'mlik mahsulot ishlab

chikarish uchun birinchi tarmoqning 0,25 so'mlik mahslotidan sarflaydi. Rejalashtirilgan ichki iste'moldan tashkari yana birinchi tarmoq 25 mln. so'mlik, ikkinchi tarmoq esa 15 mln so'mlik mahsulotni tashki bozorga sotish rejalashtirilgan. Rejani amalga oshirish uchun har bir tarmoq kanchadan mahsulot ishlab chikarishi zarur?

# II. MUSTAQIL TA'LIM MASHG'ULOTLARI

## Mustaqil ta'limning shakl va mazmuni

“Ekonometrika asoslari” fani bo'yicha talabanning mustaqil ta'limi shu fanni o'rganish jarayonining tarkibiy qismi bo'lib, uslubiy va axborot resurslari bilan to'la ta'minlangan. Talabalar auditoriya mashg'ulotlarida professor-o'qituvchilarning ma'ruzasini tinglaydilar, amaliy misollar echadilar. Auditoriyadan tashqarida talaba darslarga tayyorlanadi, adabiyotlarni konspekt qiladi, uy vazifa sifatida berilgan topshiriqlarni bajaradi. Bundan tashqari ayrim mavzularni kengroq o'rganish maqsadida qo'shimcha adabiyotlarni uqib referat (taqdimot)lar tayyorlaydi hamda mavzu bo'yicha testlar echadi. Mavzuga doir masalalar, keys-stadi va o'quv loyihalarini Axborot resurs markazi manbalari hamda izlanish ob'ekti bo'lmish korxon va tashkilotlarning ijtimoiy-iqtisodiy ko'rsatkichlari hamda O'zbekiston Respublikasi Davlat statistika qo'mitasi ma'lumotlarini to'plagan holda bajaradi. Mustaqil ta'lim natijalari reyting tizimi asosida baholanadi.

### “Ekonometrika asoslari” fani bo'yicha mustaqil ta'limning mazmuni

№	Mustaqil ta'lim Mavzulari	Mustaqil ta'limga oid bo'lim va mavzulari	Mustaqil ta'limga oid topshiriq va tavsiyalar
1.	Ekonometrika fanining usullari, vazifalari	Ekonometrika faninig predmeti, usullari, vazifalari va asosiy tushunchalari	Referat tayyorlash
3.	Ekonometrik modellar parametrlarini aniqlashda EKKdan foydalanish uslubiyoti	Juft korrelyatsion-regression tahlil	Individual topshiriqlarni bajarish
4.	Ekonometrik modellarning ishonchligi va ularning parametrlarini baholash va ularning iqtisodiy mohiyani	Juft korrelyatsion-regression tahlil Ko'p omilli ekonometrik tahlil	Taqdimotlar tayyorlash
5.	Chiziqli va chiziqli bo'lmagan ekonometrik modellarni tuzish	Juft korrelyatsion-regression tahlil Ko'p omilli ekonometrik tahlil	Taqdimotlar tayyorlash
6.	Ko'p omilli ekonometrik modeliarni tuzish usullari	Ko'p omilli ekonometrik tahlil	Keys-stadi ishlash
7.	Additiv va multiplikativ ekonometrik modellarni tuzish	Davriy qatorlarda ekonometrik modellshtirish	Taqdimotlar tayyorlash
8.	Iqtisodiyotda amaliy ekonometrik modellarni va amaliy dasturlar paketlarining qo'llashning o'ziga hos xususiyatlari	Amaliy ekonometrik modellar	Individual topshiriqlarni bajarish
10.	Ekonometrik modellashtirish asosida iqtisodiy jarayonlarni tahlil qilish va bashoratlash	Iqtisodiy ko'rsatkichlarni prognozlashda ekonometrik modellardan foydalanish	Individual topshiriqlarni bajarish
11.	Davriy qatorlarda o'zaro bog'lanishlarni statistik baholashning o'ziga xos xususiyatlari	Davriy qatorlarda ekonometrik modellshtirish	Individual topshiriqlarni bajarish
12.	Bozor hajmini aniqlashda ekonometrik modellardan foydalanish	Amaliy ekonometrik modellar	Taqdimotlar tayyorlash
13.	Nochiziqli regressiyada modellarni tanlash va parametrlarini baqolash	Juft korrelyatsion-regression tahlil	Taqdimotlar tayyorlash
14.	Mavsumiylik va siklik tebranishlarni modellashtirish	Davriy qatorlarda ekonometrik modellshtirish	Taqdimotlar tayyorlash

15.	Mahsulotga bo'lgan talab va taklifning ekonometrik modelini tuzish va 5 yilga prognozini amalga oshirish	Amaliy ekonometrik modellar	Individual topshiriqlarni bajarish
16.	Ko'p o'lchovli regressiya va korrelyatsiya natijalarining ishonchliligini baqolash	Ko'p omilli ekonometrik tahlil	Keys-stadi ishlash
17.	Ekonometrik modellardan foydalanib iqtisodiy jarayonlar sifatini taxlil qilish bosqichlari	Ko'p omilli ekonometrik tahlil	Individual topshiriqlarni bajarish
18.	Iqtisodiy jarayonlarni bashoratlash usullari;	Iqtisodiy ko'rsatkichlarni prognozlashda ekonometrik modellardan foydalanish	Taqdimotlar tayyorlash

## 6. Fan bo'yicha talabalar bilimni baholash va nazorat qilish me'zonlari

Fandan talabani baholash 5 baholik tizimda amalga oshiriladi.

**Fandan nazorat turlari.** Fandan talaba(lar)ning bilimni nazorat qilish oraliq va yakuniy nazorat turlarini o'tkazish orqali amalga oshiriladi. Fandan nazorat turlari bo'yicha topshiriqlarning mazmuni talabani baholash xolis, ob'ektiv va aniq baholash imkoniyatini ta'minlaydi.

**Oraliq Nazorat (ON)** semestr davomida o'quv jarayoni jadvaliga muvofiq o'quv mashg'ulotlari davomida 2 martagacha o'tkaziladi. ON bo'yicha talabani baholash fandan o'quv mashg'ulotlarini olib borgan professor-o'qituvchi tomonidan amalga oshiriladi. Talaba fandan yakuniy nazorat turi o'tkaziladigan muddatga qadar ONni topshirgan bo'lishi shart. ONni topshirmagan, shuningdek undan "2" (qoniqarsiz) baholangan talaba yakuniy nazoratga kiritilmaydi.

**Yakuniy Nazorat (Yan)** talabani baholash o'quv mashg'ulotlarini olib bormagan professor-o'qituvchi tomonidan amalga oshiriladi. Fandan o'quv mashg'ulotlarini olib borgan professor-o'qituvchi yakuniy nazoratni o'tkazishda ishtirok etmaydi.

**Yan** shakli kafedra tomonidan belgilanadigan hamda u semestr yakunida o'quv jarayoni jadvaliga muvofiq quyidagi mezonlarga asosan o'tkaziladi:

Baho	Talabani baholashga qo'yilgan talabning asoslanishi
5 (a'lo)	talaba mustaqil xulosa va qaror qabul qiladi, ijodiy fikrlay oladi, mustaqil mushohada yuritadi, olgan bilimni amalda qo'llay oladi, fanning (mavzuning) mohiyatini tushunadi, biladi, ifodalay oladi, aytib beradi hamda fan (mavzu) bo'yicha tasavvurga ega deb topilganda;
4 (yaxshi)	talaba mustaqil mushohada yuritadi, olgan bilimni amalda qo'llay oladi, fanning (mavzuning) mohiyatni tushunadi, biladi, ifodalay oladi, aytib beradi hamda fan (mavzu) bo'yicha tasavvurga ega deb topilganda;
3 (qoniqarli)	talaba olgan bilimni amalda qo'llay oladi, fanning (mavzuning) mohiyatni tushunadi, biladi, ifodalay oladi, aytib beradi hamda

	fan (mavzu) bo'yicha tasavvurga ega deb topilganda;
<b>2</b> <b>(qoniqarsiz)</b>	talaba fan dasturini o'zlashtirmagan, fanning (mavzuning) mohiyatini tushunmaydi hamda fan (mavzu) bo'yicha tasavvurga ega emas deb topilganda.

Talaba fandan baholanishi natijasidan norozi bo'lgan taqdirda, baholash natijasi e'lon qilingan vaqtdan boshlab 24 soat davomida apellyasiya berishi mumkin.

YANga kirmagan yoki kiritilmagan, shuningdek ushbu nazorat turi bo'yicha "2" (konikarsiz) baholangan talaba akademik qarzdor hisoblanadi. Fandan akademik qarzdor talabaga nazorat turlari (ON va YAN) ni qayta topshirish uchun 1 oy muddat beriladi.

Nazorat turlarini o'tkazilish tartibi buzilganligi aniqlangan hollarda o'tkazilgan nazorat turlarining natijalari bekor qilinishi hamda tegishli nazorat turi qaytadan o'tkazilishi mumkin. Fandan nazorat turi bo'yicha talabaning bilimi "3" (qoniqarli) yoki "4" (yaxshi) yoxud "5" (a'lo) ga baholanganda, nazorat turini qayta topshirishga yo'l qo'yilmaydi.

**Baholash natijalarini qayd qilish.** Fandan talabalar bilimini baholash shu kunning o'zida (yozma ish shaklida amalga oshirilgan hollarda 3 kundan ko'p bo'lmagan muddatda) akademguruh jurnalida qayd etib boriladi. Talaba nazorat turi o'tkazilgan vaqtda uzrli sabablarsiz qatnashmagan hollarda akadem guruh jurnaliga "0" belgisi yozib qo'yiladi.





# **III. GLOSSARIY**

Atamaninig o`zbek tilidagi nomlanishi	Atamaninig ingliz tilidagi nomlanishi	Atamaninig rus tilidagi nomlanishi	Atamaninig ma`nosi
Ekonometrika	Econometrics	Ekonometrika	Iqtisodiyotdagi miqdoriy qonuniyatlar va o`zaro bog`liqliklarni matematik statistika usullari yordamida tadqiq qiluvchi fan. Bu usullarning asosi - korrelyatsiyaviy-regressiyaviy tahlil.
Ekonometrik usullar	Econometric methods	Metodi ekonometriki	Bu oliy statistika deb nomlanuvchi juft va ko`p o`lchovli regressiya, juft, hususiy va ko`p o`lchovli korrelyatsiya, trendlarni ajratish va boshqa davriy qatorlar komponentlari, statistik baholash usullari asosida yuzaga kelgan va rivojlangan.
Ekonometrik model	Econometric model	Ekonometricheskaya model	O`zaro bog`langan o`zgaruvchilarning nazariy jihatlari va ular orasidagi bog`lanish xususiyatlariga asoslanadi.
Model	Model	Model	Bu shunday moddiy yoki xayolan tasavvur qilinadigan ob`ekt, qaysiki tadqiqot jarayonida haqiqiy ob`ektning o`rnini shunday bosadiki, uni bevosita o`rganish haqiqiy ob`ekt haqida yangi bilimlar beradi.
Modellashtirish	Modeling	Modelirovanie	Deganda modellarni qurish, o`rganish va qo`llash jarayoni tushuniladi.
Iqtisodiy-matematik model	Economic-mathematical model	Ekonomiko-matematicheskaya model	Bu iqtisodiy ob`ektlar yoki jarayonlarni tahlil qilish yoki boshqarish maqsadida ularning matematik tasvirlanishi, ya`ni iqtisodiy masalaning matematik yozuvi.
Moddiy modellar	Material models	Materialnie modeli	Asosan o`rganilayotgan ob`ekt va jarayonni geometrik, fizik, dinamik yoki funksional tavsiflarini ifodalaydi.
Abstrakt (ideal) modellar	Abstract model (ideal)	Abstraktnie modeli (idealnie)	Inson tafakkurining mahsuli bo`lib, ular tushunchalar,

			gipotezalar va turli xil qarashlar sistemasidan iborat.
Tuzilmaviy modellar	Structural models	Strukturnie modeli	Ob'ektlarning ichki tuzilishi, tarkibiy qismlari, ichki parametrlarini, ular orasidagi o'zaro bo'liqliklarni ifodalaydi.
Funksional modellar	Functional model	Funksionalnie modeli	Iqtisodiy boshqarishda keng qo'llaniladi, bunda ob'ektning holati («chiqish»)ga «kirish»ni o'zgartirish yo'li bilan ta'sir ko'rsatiladi.
Determinirlangan modellar	Determinancy model	Determinovanie modeli	Model o'zgaruvchilari orasidagi qat'iy funksional bog'lanishlar borligini nazarda tutadi.
Stoxastik modellar	Stochastic models	Stoxasticheskie modeli	Tadqiq qilinayotgan ko'rsatkichlarga tasodifiy ta'sirlarning borligiga yo'l qo'yadi hamda ularni tasvirlash uchun ehtimollar nazariyasi va matematik statistikaning vositalaridan foydalanadi.
Funksional bog'lanish	Functional relationship	Funksionalnaya svyaz	Bir o'zgaruvchi belgining har qaysi qiymatiga boshqa o'zgaruvchi belgining aniq bitta qiymati mos keladi.
Korrelyatsion bog'lanish	Correlation relationship	Korrelyatsionnaya svyaz	Bir o'zgaruvchi belgining har qaysi qiymatiga boshqa o'zgaruvchi belgining o'rtacha qiymati mos keladi.
Statik modellar	Static models	Staticheskie modeli	Barcha bog'lanishlar vaqtning tayinli payti yoki davriga tegishlidir.
Dinamik modellar	Dynamic models	Dinamicheskie modeli	Iqtisodiy jarayonlarning vaqt bo'yicha o'zgarishini tavsiflaydi.
To'g'ri chiziqli bog'lanish	Straight connection	Pryamolineynie svyazi	Omil belgining o'zgarishi bilan natijaviy belgining o'zgarishi bitta yo'nalishda bo'ladi, ya'ni omil belgi oshib borsa, natijaviy belgi ham oshib boradi va aksincha
Egri chiziqli bog'lanish	Nonlinear connection	Nelineynie svyazi	Omil belgining o'zgarishi bilan natijaviy belgi ma'lum bir vaqtgacha u bilan parallel o'zgarib boradi, ma'lum bir nuqtaga etgandan so'ng natijaviy

			belgining o'zgarish yo'nalishi o'zgarib boshlaydi.
Korrelyatsion tahlil	Correlation analysis	Korrelyatsionniy analiz	Omil belgi(lar) va natijaviy belgi orasidagi bog'liqlik zichligini aniqlash uchun qo'llaniladi
Regressiya koeffitsenti	Coefficient regression	Koeffitsent regressii	Omil x belgining samaradorligini belgilaydi
Eng kichik kvadratlar usuli	Least square method	Metod naimenshix kvadratov	Eng kichik kvadratlar usulining mohiyati shundan iboratki, uning y'ordamida regressiya parametrlarini baholash imkoniyatini beradi.

Atamaninig o'zbek tilidagi nomlanishi	Atamaninig ingliz tilidagi nomlanishi	Atamaninig rus tilidagi nomlanishi	Atamaninig ma'nosi
Ekonometrika	Econometrics	Ekonometrika	Iqtisodiy o'zgaruvchilar orasidagi o'zaro bo'lanishni miqdoriy jihatdan ifodalashni maqsad qilgan holda u avvalo regressiya va korrelyatsiya usullar bilan bog'langan.
Korrelyatsion (yoki noto'liq) bog'lanish	Correlation relationship	Korrelyatsionnaya svyaz	Omil belgining har bir qiymatiga natijaviy belgining aniq qiymati emas, balki har xil qiymatlari mos keladi.
Regression tahlil	Regression analysis	Regressionniy analiz	Omil belgi(lar) va natijaviy belgi orasidagi bog'liqlikning analitik ifodasini aniqlash uchun qo'llaniladi.
Korrelyatsion tahlil	Correlation analysis	Korrelyatsionniy analiz	Omil belgi(lar) va natijaviy belgi orasidagi bog'liqlik zichligini aniqlash uchun qo'llaniladi.
Regressiya koeffitsenti	Coefficient regression	Koeffitsent regressii	Omil x belgining samaradorligini belgilaydi.

Korrelyatsion nisbat	Correlation attitude (relatively)	Korrelyatsionnoe otnoshenie	Guruhlararo dispersiyasidan umumiy dispersiyaga nisbatini kvadrat ildizdan chiqqan natijasiga tengdir.
Regressiya tenglamasi	The regression equation	Uravenie regressii	Bu $Y$ va $x_1, x_2, \dots, x_n$ lar orasidagi analitik munosabatni o'z ichiga oluvchi tenglamadir.
Juft (Oddiy) regressiya	Steam regression	Parnaya regressiya	Bu $Y$ va $x$ ikki o'zgaruvchi orasidagi regressiya bo'lib, u quydagi ko'rinishga ega $y = f(x)$
Ko'p omilli regressiya	Multi-factor regression	Mnogofaktornaya regressiya	Natijaviy belgining ikki va undan ortiq erkli o'zgaruvchilar bilan regressiyasi ko'p omilli regressiya deyiladi
Elastiklik koeffitsenti	The coefficient of elasticity	Koeffitsent elastichnosti	Omil belgining 1 % ga o'zgarishi natijaviy belgini qancha foizga o'zgarishini ifodalaydi.
Juft regressiya tenglamasi	Steam regression equation	Uravenie parnoy regressiya	Kuzatuv natijalaridan olingan ma'lumotlarning o'rtacha qiymatini o'zgarish qonuniyatidan kelib chiqib ikki o'zgaruvchi orasidagi bog'lanishni ifodalaydi.
Tasodifiy miqdor	Random value	Sluchaynaya velichina	Ta'siri modelda e'tiborga olinmagan omillarni, tasodifiy xatolarni va o'lchash xususiyatlarini o'z ichiga oladi.
Grafik usul	Graphical method	Graficheskiy metod	Bu usul korrelyatsiya maydoniga asoslanib, tanlash ko'rgazmali chizmalar shaklida amalga oshiriladi.
Analitik usul	Analytical method	Analiticheskiy metod	Ushbu usuli ko'proq amalda qo'llaniladi, va u taxlil qilinayotgan ko'rsatkichlarning o'zaro bog'lanish tabiatini o'rganishga asoslanadi.
Detirminatsiya koeffitsenti	Coefficient Determination	Koeffitsient Determenatsii	Natijaviy belgi umumiy o'zgaruvchanlikning qaysi qismi o'rganilayotgan omil $x$ hissaga

			tug'ri kelishini ko'rsatadi.
Fexner koeffitsienti.	Coefficient Fexner	Koeffitsient Fexner	Bu koeffitsienti (belgilar muvofiqligi koeffitsienti deb yuritiladi) hisoblash uchun, avvalo, omil va natijaviy belgi bo'yicha o'rtacha darajalar aniqlanadi va variantlarning o'rtachadan farqi hisoblab chiqiladi, undan keyin omil belgi bilan natijaviy belgi individual belgilarning o'rtachadan farqini mos kelgan va kelmagan belgilari aniqlanadi va ular o'zaro taqqoslanadi

Atamaninig o'zbek tilidagi nomlanishi	Atamaninig ingliz tilidagi nomlanishi	Atamaninig rus tilidagi nomlanishi	Atamaninig ma'nosi
Ekonometrika	Econometrics	Ekonometrika	Iqtisodiy o'zgaruvchilar orasidagi o'zaro bo'lanishni miqdoriy jihatdan ifodalashni maqsad qilgan holda u avvalo regressiya va korrelyatsiya usullar bilan bog'langan.
Korrelyatsion (yoki noto'liq) bog'lanish	Correlation relationship	Korrelyatsionnaya svyaz	Omil belgining har bir qiymatiga natijaviy belgining aniq qiymati emas, balki har xil qiymatlari mos keladi.
Regression tahlil	Regression analysis	Regressioniy analiz	Omil belgi(lar) va natijaviy belgi orasidagi bog'liqlikning analitik ifodasini aniqlash uchun qo'llaniladi.
Korrelyatsion tahlil	Correlation analysis	Korrelyatsionniy analiz	Omil belgi(lar) va natijaviy belgi orasidagi bog'liqlik zichligini aniqlash uchun qo'llaniladi.
Regressiya koeffitsenti	Coefficient regression	Koeffitsent regressii	Omil x belgining samaradorligini belgilaydi.

Korrelyatsion nisbat	Correlation attitude (relatively)	Korrelyatsionnoe otnoshenie	Guruhlararo dispersiyasidan umumiy dispersiyaga nisbatini kvadrat ildizdan chiqqan natijasiga tengdir.
Regressiya tenglamasi	The regression equation	Uravenie regressii	Bu $Y$ va $x_1, x_2, \dots, x_n$ , lar orasidagi analitik munosabatni o'z ichiga oluvchi tenglamadir.
Juft (Oddiy) regressiya	Steam regression	Parnaya regressiya	Bu $Y$ va $x$ ikki o'zgaruvchi orasidagi regressiya bo'lib, u quydagi ko'rinishga ega $y = f(x)$
Ko'p omilli regressiya	Multi-factor regression	Mnogofaktornaya regressiya	Natijaviy belgining ikki va undan ortiq erkli o'zgaruvchilar bilan regressiyasi ko'p omilli regressiya deyiladi
Elastiklik koeffitsenti	The coefficient of elasticity	Koeffitsent elastichnosti	Omil belgining 1 % ga o'zgarishi natijaviy belgini qancha foizga o'zgarishini ifodalaydi.
Juft regressiya tenglamasi	Steam regression equation	Uravenie parnoy regressiya	Kuzatuv natijalaridan olingan ma'lumotlarning o'rtacha qiymatini o'zgarish qonuniyatidan kelib chiqib ikki o'zgaruvchi orasidagi bog'lanishni ifodalaydi.
Tasodifiy miqdor	Random value	Sluchaynaya velichina	Ta'siri modelda e'tiborga olinmagan omillarni, tasodifiy xatolarni va o'lchash xususiyatlarini o'z ichiga oladi.
Grafik usul	Graphical method	Graficheskiy metod	Bu usul korrelyatsiya maydoniga asoslanib, tanlash ko'rgazmali chizmalar shaklida amalga oshiriladi.
Analitik usul	Analytical method	Analiticheskiy metod	Ushbu usuli ko'proq amalda qo'llaniladi, va u taxlil qilinayotgan ko'rsatkichlarning o'zaro bog'lanish tabiatini

			o'rganishga asoslanadi.
Detirminatsiya koeffitsenti	Coefficient Determination	Koeffitsient Determenatsii	Natijaviy belgi umumiy o'zgaruvchanlikning qaysi qismi o'rganilayotgan omil x hissaga tug'ri kelishini ko'rsatadi.
Fexner koeffitsienti.	Coefficient Fexner	Koeffitsient Fexner	Bu koeffitsienti (belgilar muvofiqi koeffitsienti deb yuritiladi) hisoblash uchun, avvalo, omil va natijaviy belgi bo'yicha o'rtacha darajalar aniqlanadi va variantlarning o'rtachadan farqi hisoblab chiqiladi, undan keyin omil belgi bilan natijaviy belgi individual belgilarning o'rtachadan farqini mos kelgan va kelmagan belgilari aniqlanadi va ular o'zaro taqqoslanadi.

## GLOSSARIY

### 4-MAVZU. Ekonometrik modellarni ishonchliligi va ularning parametrlarini mohiyatligini baholash

Atamaninig o'zbek tilidagi nomlanishi	Atamaninig ingliz tilidagi nomlanishi	Atamaninig rus tilidagi nomlanishi	Atamaninig ma'nosi
Determinatsiya koeffitsienti	The coefficient of determination	Koeffitsient determinatsii	Tanlangan regressiya tenglamasida aniqlangan $y$ natijaviy belgi dispersiyasini natijaviy belgining umumiy dispersiyadagi ulushini tavsiflaydi va $[0.1]$ oralig'idagi qiymatlarni qabul qiladi.
Ekonometrikaning mezonlari	Criteria econometrics	Kriterii ekonometriki	Maqsadi, muqobillik, xarajatlar, samaradorlik.
Multi kollinearlik	Multicollinearity	Multi kollinearlost	Ikki va undan ortiq omillarning o'zaro chiziqli bog'liqligi
Endogen o'zgaruvchilar	Endogenous variables	Endogennie peremennie	Bu shunday o'zgaruvchiki, u o'zining qiymatini modelning



			ichida shakllantiradi.
Ekzogen o'zgaruvchilar	The exogenous variables	Ekzogennie peremennie	Bu shunday o'zgaruvchiki, u o'zining qiymatini modelning tashqarisida shakllantiradi
Determinirlangan modellar	Determinancy model	Determinorovanie modeli	Model o'zgaruvchilari orasidagi qat'iy funksional bog'lanishlar borligini nazarda tutadi.
Ekonomometrik model	Econometric model	Ekonometricheskaya model	O'zaro bog'langan o'zgaruvchilarning nazariy jihatlari va ular orasidagi bog'lanish xususiyatlariga asoslanadi.
Umumiy dispersiya	General dispersion	Obshchaya dispersiya	Umumiy dispersiya natijaviy belgini variyasiyasiga barcha omil ta'sir etishini ifodalaydi.
Omil dispersiya	Factorial dispersion	Faktornaya dispersiya	Omil dispersiya natijaviy belgini variyasiyasiga faqat regressiya tenglamasiga kiritilgan omillar ta'sir etishini ifodalaydi.
Qoldiq dispersiya	Residual dispersion	Ostotochnaya dispersiya	Qoldiq dispersiya esa natijaviy belgini variyasiyasiga regressiya tenglamasiga kiritilmagan omillar ta'sir etishini ifodalaydi.
Fisher mezon	Fischer's criteria	Kriterii Fishera	Fisher mezon - omil dispersiyani qoldiq dispersiyaga nisbatini ifodalaydi.
Regressiya koeffitsientini standart xatosi	Standard error of a koeffitsent of regression	Standartnaya oshibka koeffitsenta regresii	Bitta erkli o'zgaruvchiga to'g'ri keladigan qoldiq dispersiyani har bir erkli o'zgaruvchi bilan o'rtacha arifmetik o'rtasidagi ayirmalarning kvadratlari yig'indisiga nisbatini ifodalaydi.

# **IV.ILOVALAR**

# **FAN VA ISHCHI DASTURLAR**