

330
K96

T.KUCHKAROV,
A.ISHMURADOV, D.XUDAYNAZAROVA

EKONOMETRIKA

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI AXBOROT
TEKNOLOGIYALARI
VA KOMMUNIKATSIYALARINI RIVOJLANTIRISH VAZIRLIGI

MUHAMMAD AL-XORAZMIY NOMIDAGI
TOSHKENT AXBOROT TEKNOLOGIYALARI UNIVERSITETI

T.KUCHKAROV,
A.ISHMURADOV, D.XUDAYNAZAROVA

EKONOMETRIKA

(O‘quv qo‘llanma)

5350300 - «AKT sohasida iqtisodiyot va menedjment»

TOSHKENT – 2020

UO‘K: 330.43(075.8)

KBK: 65.01

K 96

T.Kuchkarov, A.Ishmuradov, D.Xudaynazarova. **Ekonometrika. (O‘quv qo‘llanma).** – T.: «Aloqachi», 2020. – 68 b.

ISBN 978–9943–6397–1–3

O‘quv qo‘llanma “Ekonometrika” fanidan nazariy va amaliy materiallardan tashkil topgan. Nazariy va amaliy materiallar ma’ruza kursi mavzulariga mos bo‘lib, “Ekonometrika” fanidan amaliy mashg‘ulotlardan, turli masalalardan tashkil topgan. Amaliy mashg‘ulotlarda ushbu masalalardan foydalanish tavsiya etiladi.

O‘quv qo‘llanma 5350300 - «AKT sohasida iqtisodiyot va menedjment» yo‘nalishidagi talabalar uchun mo‘ljallangan.

UO‘K: 330.43(075.8)

KBK: 65.01

Taqrizchilar:

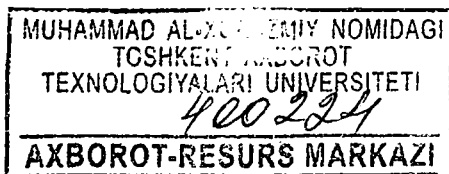
- A.T.Kenjaboev – Toshkent Moliya instituti “Elektron tijorat va raqamli iqtisod” kafedrasi professori, i.f.d.;
- G.Ismoilova – “AKT sohasida menejment va marketing” kafedrasi mudiri.

Mas’ul muharrir:

N.Iminova.

ISBN 978–9943–6397–1–3

© «Aloqachi» nashriyoti, 2020.



KIRISH

“Ekonometrika” fani asosiy iqtisodiy fanlardan biri bo‘lib, quyidagi maqsadlarni ko‘zlaydi:

-talabalarga turli darajadagi iqtisodiy modellarni aniqlash uchun ekonometrik modellashtirish asoslarini, miqdoriy kuzatuv ma'lumotidan foydalanishni o'rgatish;

-taxlil qilinayotgan iqtisodiy tizimlarning xolati va xolatini tavsiflovchi iqtisodiy ko'rsatkichlarni baxolash va prognozlash usullarini o'rganish;

-ekonometrik taxlilning zamonaviy kompyuter texnologiyalari va amaliy iqtisodiy muammolarini xal qilish uchun ularni qo'llash imkoniyatlarini o'rganish. Ushbu o'quv qo'llanma “ekonometrika” faniga oid asosiy mavzularni qamrab olgan bo'lib, talabalarga nazariy bilimlarni egallash bilan bir qatorda, ushbu bilimlarini amaliy jixatdan yondashib masalalarni yechishni tavsiya etadi.

Hozirgi zamon bozor iqtisodiyoti sharoitida korxonalarni yuritishda ekonometrik modellashtirish va prognozashtirishga katta ahamiyat beriladi.

O'zbekiston Respublikasi mustaqillikka erishgandan keyin, 2000 yillarga kelib iqtisodiy yo'nalishdagi talabalar uchun o'zlashtirilishi shart bo'lgan fan sifatida targ'ib qilinmoqda. Hozirgi vaqtda O'zbekiston Respublikasining iqtisodiy rivojlanishining o'ziga xos yo'lini xisobga olib va 2017-2021 yillar uchun O'zbekiston Respublikasi rivojlanish strategiyasining asosiy 5 ta yo'nalishlarini xisobga olib, iqtisodiy barqarorlik, shu jumladan moliyaviy barqarorlikka erishishda yuqori darajagi iqtisodiy yo'nalishdagi kadrlarni tayyorlashda, ushbu fanni o'rganish va iqtisodiy faoliyatda qo'llash asosiy vazifamizdir. Bozor iqtisodiyotiga o'tish davrida xar bir korxonada ekonometrik modellashtirish va prognozashtirishni qo'llash, yuqori darajadagi raqobatbardosh tovar va xizmatlarni yaratish orqaligina foyda ko'rishni muayyan tarzda oshishiga olib keladi.

Ekonometrik modellashtirish va prognozashtirish muammosining aktualligidan kelib chiqib, «Ekonometrika» fanini o'rganishda chet el tajribasidan va mamlakat tajribasidan va imkoniyatlaridan kelib chiqib, hozirgi davr iqtisodiy islohotlarini amalga oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

1- BOB. EKONOMETRIKA ASOSLARI FANINING PREDMETI, METODI HAMDA TADQIQOT USULLARI

Tayanch iboralar: *Ekonometrik modellashtirish asoslari. Ekonometrik modellardagi o'zgaruvchilar. Ekonometrik tenglamalar tizimi. Endogen va ekzogen omillar. Ekonometrik modellarni tuzishga bo'lgan talablar. Kovariatsiya koeffisienti va uni hisoblash usuli. Korrelyatsiya koeffisientini hisoblash uslubi va o'zgarish intervallari. Korrelyatsiya koeffisienti ahamiyatini Styudent mezonini bo'yicha baholash.*

1.1. Ekonometrik modellashtirishning nazariy asoslari

“**Ekonometrika nima?** Ekonometrikani o'rganish iqtisodiyotga oid har qanday fanning asosiy mohiyatini belgilaydi va u har bir iqtisodchining savodli bo'lishini ta'minlaydi deyish mubolag'a bo'lmaydi. Buning sababi, hozirgi kunda amaliy iqtisodiyotning ahamiyati uzluksiz ravishda ortib borishi hamda miqdoriy hisoblash va iqtisodiy nazariyalar va gipotezalarni baholash har qachongidan ham ko'proq zaruratga aylanib borishidadir. Nazariy iqtisodiyotga ko'ra ikki va undan ortiq o'zgaruvchi orasida bog'liqlik mavjud bo'lsa, amaliy iqtisodiyot kundalik hayotiy vaziyatlarda bu bog'liqlikning dalilini talab qiladi. Real ko'rsatkichlarni qo'llab iqtisodiy bog'liqlikni hisoblash usullarini o'rgatuvchi fan ekonometrikadir”¹.

Ekonometrika=ekonomika+metrika. Ekonometrik modellashtirish iqtisodiy ko'rsatkichlarni o'zgarish qonuniyatlarini, tendensiyalarni aniqlash natijasida ekonometrik modellar yordamida iqtisodiy jarayonlarni rivojlanish va prognozlash yo'llarini belgilaydi.

Iqtisodiy ma'lumotlar dinamik qator yoki dinamik ustun ko'rinishida tuziladi, ya'ni ular vaqt bo'yicha o'zgaradilar. Kuzatuvlar soni omillar sonidan 4-5 marta ko'proq bo'lishi kerak.

¹ Dimitrios Asteriou and Stephen G. Hall. Applied econometrics. A modern approach using Eviews and Microfit. New York, N.Y. Palgrave Macmillan, 2007. –p.2.

Ekonometrikani asosiy maqsadi – omillararo bog‘lanishlarni, o‘zgarish qonuniyatlarini va tendensiyalarni o‘rganish hisoblanadi¹.

Iqtisodiy ma‘lumotlarning statistik tabiati

Iqtisodiy jarayonlarni vaqt davomida o‘zgarishini o‘rganish muhim ahamiyatga ega. Chunki barcha iqtisodiy jarayonlar va hodisalar vaqt davomida o‘zgaruvchan bo‘ladi. Iqtisodiyotda barcha iqtisodiy jarayonlarni iqtisodiy-statistik modellar orqali o‘rganish natijasida u yoki bu iqtisodiy ko‘rsatkichning hozirgi holati va kelajakdagi o‘zgarishini ilmiy asosda tahlil qilish va prognozlash 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‘rsatkichlar va ishlab chiqarish omillari o‘rtasidagi aloqalar o‘z mohiyatiga ko‘ra stoxastik bo‘lgan 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 tahlil 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.

¹Dimitrios Asteriou and Stephen G. Hall. Applied econometrics. A modern approach using Eviews and Microfit. New York, N.Y. Palgrave Macmillan, 2007. –p.2.

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.

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 don yetishtirishda ishchi kuchi, 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.

Omillarning har bir qiymatiga turli sharoitlarda 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'lumdir. 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 Y belgining $(y_j, j = \overline{1, s})$ taqsimoti mos keladi. O'z-o'zidan ravshanki, bu holda ikkinchi Y 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 Y 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 kombinasion jadval (korrelyatsiya to'ri) shaklida tasvirlanadi.¹

Ekonometrik modellarni tuzishda qatnashadigan iqtisodiy ma'lumotlarga qo'yiladigan talablar

¹Econometrics Streamlined, Applied and e-Aware Francis X. Diebold University of Pennsylvania Edition 2016 Version Thursday 17th March, 2016. –p. 75.

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 miqdoriy o'zgarishlarga ega bo'lishi kerak.

3.Tadqiq qilinayotgan to'plam sifatli bir jinsli bo'lishi lozim.

4.Omillar o'zaro funksional 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 unga yaqin darajada mos kelish lozim.

7.Organilayotgan 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 to'rt marta kam bo'lishi kerak.

10.Regressiya tenglamasining omillari turli xil xatolar ta'sirida buzilishga olib keladigan xatoliklar bo'lmasligi kerak. Omillar o'rtasida funksional yoki shunga yaqin bog'lanishlarning mavjudligi - multikollinearlik borligini ko'rsatadi.

11.Kuzatuvlar sonini oshirish uchun ularning makonda takrorlanishidan foydalanish mumkin emas. Makonda hodisalarning o'zgarishi avtoregressiyani vujudga 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 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. Chunki bu holda funksiyani omillar o'rtasidagi bog'lanishni ifodalovchi sifatida ta'riflashdan kelib chiqadi.

Ekonometrik usullar oddiy an'anaviy usullarni inkor etmasdan, balki ularni yanada rivojlantirishga va ob'ektiv o'zgaruvchan natija ko'rsatkichlarini boshqa ko'rsatkichlar orqali muayyan tahlil qilishga yordam beradi. Ekonometrik usullarning va kompyuterlarning milliy iqtisodiyotni boshqarishda afzalliklaridan biri shundaki, ular yordamida modellashtiruvchi ob'ektga omillarning ta'sirini, natijaviy ko'rsatkichga resurslarning o'zaro munosabatlarini ko'rsatish mumkin. Bu esa o'nlab tarmoqlar va minglab korxonalarda ishlab chiqarish natijalari va milliy iqtisodiyotning ilmiy asosda prognozlash va boshqarishga imkon beradi.

“Iqtisodiy ma'lumotlar majmui turli shakllarda berilgan. Ba'zi ekonometrik usullar turli xil ma'lumotlar majmuida to'g'ridan-to'g'ri qo'llanilsa, boshqalarining alohida jihatlanini o'rganish talab qilinadi. Keyingi bo'limda amaliy ekonometrik ishlarda uchraydigan eng muhim ma'lumotlar majmui o'rganiladi”¹.

Fazoviy ma'lumotlar

Fazoviy ma'lumotlar majmui muayyan davr ichidagi shaxslar, muassasalar, firmalar, mamlakatlar, viloyatlar, shaharlar kabi har qanday uyushma ma'lumotlarini o'z ichiga oladi. Ba'zi hollarda barcha bo'limlar o'rtasidagi ma'lumotlar aynan bir vaqt ichida jamlangan bo'lmasligi mumkin. Bir oy vaqt mobaynida har xil vaqt ichida turli xil oilalardan yig'ilgan so'rovnoma shaklidagi ma'lumotlar majmuini faraz qilaylik. Bu holda ma'lumot to'plashdagi asosiy vaqt farqini ahamiyatga olmay, ma'lumotlarni ko'ndalang kesimli deb qabul qilish mumkin.

¹ Dimitrios Asteriou and Stephen G. Hall. Applied econometrics. A modern approach using Eviews and Microfit. New York, N.Y. Palgrave Macmillan, 2007. –p.8.

Ekonometrikada fazoviy o'zgaruvchilar i indeksi bilan ifodalanib, bunda $i = 1, 2, 3, \dots, N$ ning qiymatini ifodalab, N fazoni ifodalaydi.

Shunday qilib, Y N miqdordagi shaxslar tomonidan to'plangan foydani ifodalovchi ko'rsatkich bo'lib, fazoviy

Y_i uchun $= 1, 2, 3, \dots, N$ bilan ifodalanadi.

Vaqtli qatorlar ma'lumotlari

Vaqtli qatorlar ma'lumotlar majmui belgilangan vaqt mobaynida bir yoki bir necha o'zgaruvchilarni kuzatishdan iborat. Shunga ko'ra, vaqtli qatorlar ma'lumotlari xronologik tartibda joylashgan va turli xil vaqt chastotasiga ega bo'lib, xususan yillik, choraklik, oylik, haftalik, kunlik va soatlik kabi turli xil vaqt ifodasida bo'lishi mumkin. Vaqtli qatorlar ma'lumotlariga bir qator misollar keltirish mumkin va ular orasida aksiyalar narxlari, yalpi ichki mahsulot (YaIM), pul ta'minotini, muzqaymoq sotish ko'rsatkichlarini ko'rish mumkin.

Vaqtli qatorlar ma'lumotlari t indeksi bilan ifodalanadi. Bunga ko'ra, Y 1990 yildan 2002 yilgacha mamlakat YaMMni ko'rsatsa, buni:

Y_t uchun $= 1, 2, 3, \dots, T$

deb ifodalaymiz. Bunda 1990 uchun $t = 1$, 2002 uchun $t = T = 13$.

Panel ma'lumotlar

Panel ma'lumotlari har qaysi ko'ndalang kesimli ma'lumotlar majmuidagi vaqtli qatorlar ma'lumotlarini o'z ichiga olgan ma'lumotlar majmuasidan tashkil topadi. Misol tariqasida 50 ta firmada 5 yil muddat mobaynida savdo-sotiq va xodimlar nisbatini ko'rishimiz mumkin. Shu bilan birga panel ma'lumotlari geografik asosda olinishi mumkin; masalan 20 ta mamlakatda 20 yil mobaynidagi YaIM va pul ta'minoti nisbatini olish mumkin.¹

Panel ma'lumotlari avval ko'ndalang kesimli ma'lumotlar va vaqtli qatorlar ma'lumotlar uchun mos ravishda ishlatilgan i va t indekslarning har ikkalasi orqali ifodalanadi. Buning sababi oddiy bo'lib, panel ma'lumotlari ko'ndalang kesimli va vaqtli qatorlar ma'lumotlarining o'lchamlaridan iboratdir. Shunga ko'ra: YaIMni

¹Dimitrios Asteriou and Stephen G. Hall. Applied econometrics. A modern approach using Eviews and Microfit. New York, N.Y. Palgrave Macmillan, 2007. -p.9.

mamlakatlar va belgilangan vaqt nisbatlari uchun quyidagicha ifodalaymiz:

$$Y_{it} \text{ uchun } t = 1, 2, 3, \dots, T \text{ va } i = 1, 2, 3, \dots, N \quad (1.1)$$

Yanada tushunarliroq bo'lishi uchun, panel ma'lumotlari strukturasi ko'ndalang kesimli va vaqtli qatorlar ma'lumotlarining o'zgaruvchilari mos ravishda $N \times 1$ va $T \times 1$ matrisalaridan iborat deb ifodalanadi:

$$Y_t^{ARGENTINA} = \begin{pmatrix} Y_{1990} \\ Y_{1991} \\ Y_{1992} \\ \vdots \\ \vdots \\ Y_{2002} \end{pmatrix}; \quad Y_i^{1990} = \begin{pmatrix} Y_{ARGENTINA} \\ Y_{BRAZILIYA} \\ Y_{PARAGVAI} \\ \vdots \\ \vdots \\ Y_{VEHESVOLA} \end{pmatrix} \quad (1.2)$$

Bunda: $Y_t^{ARGENTINA}$ 1990 dan 2002 gacha davr ichidagi Argentinaning YaIMi bo'lib, Y_i^{1990} Lotin Amerikaning 20 ta turli mamlakatlarning 1990 yilgi YaIMi.

Y_{it} bilan ifodalangan o'zgaruvchi panel ma'lumoti bo'lib, quyidagi formulaning $N \times T$ matrisasi bo'ladi:

$$Y_{it} = \begin{pmatrix} Y_{APG,1990} & Y_{BPA,1990} & Y_{BEH,1990} \\ Y_{APG,1991} & Y_{BPA,1991} & Y_{BEH,1991} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ Y_{APG,2002} & Y_{BPA,2002} & Y_{BEH,2002} \end{pmatrix} \quad (1.3)$$

Bunda t vertikal tasvirlangan o'lcham va i gorizontol tasvirlangan o'lchamdir.

1.2. Iqtisodiyotni ekonometrik modellashtirishning zarurligi

Ekonometrik modellashtirish va modellarning ahamiyati quyidagilarda namoyon bo'ladi:

1) Ekonometrik usullar yordamida moddiy, mehnat va pul resurslaridan oqilona foydalaniladi.

2) Ekonometrik usullar va modellar iqtisodiy va tabiiy fanlarni rivojlantirishda yetakchi vosita bo'lib xizmat qiladi.

3) Ekonometrik usullar va modellar yordamida tuzilgan prognozlarni umumiy amalga oshirish vaqtida ayrim tuzatishlarni kiritish mumkin bo'ladi.

4) Ekonometrik modellar yordamida iqtisodiy jarayonlar faqat chuqur tahlil qilinibgina qolmasdan, balki ularning yangi o'rganilmagan qonuniyatlarini ham ochishga imkoni yaratiladi. Shuningdek, ular yordamida iqtisodiyotning kelgusidagi rivojlanishini oldindan aytib berish mumkin.

5) Ekonometrik usullar va modellar hisoblash ishlarini avtomatlashtirish bilan birga, aqliy mehnatni yengillashtiradi, iqtisodiy soha xodimlarining mehnatini ilmiy asosda tashkil etadi va boshqaradi.

Asosiy ekonometrik usullar – bu matematik statistika usullari va ekonometrik usullar.

Matematik statistika usullari - dispersion tahlil, korrelyatsiya tahlili, regressiya tahlili, omilli tahlil, indekslar nazariyasi kabilardir.

Ekonometrik usullar - iqtisodiy o'sish nazariyasi, ishlab chiqarish funksiyasi nazariyasi, talab va taklif nazariyasiga asoslanadi.

Ekonometrikani o'rganish jarayoni – bu iqtisodiyot, iqtisodiy jarayonlarning ekonometrik modellarini tuzish jarayonidir.

Ekonometrikaning asosiy qo'llaydigan usuli – korrelyatsion-regression tahlil usulidir.

Ekonometrik modellashtirish quyidagi ilmiy yo'nalishlar kompleksidir:

- iqtisodiy nazariya;
- ehtimollar nazariyasi;
- matematik statistika;
- kompyuter texnologiyalari.

1.3 Ekonometrik model tushunchasi, turlari va undagi o'zgaruvchilar

Ekonometrik model – bu ehtimoliy-stoxastik model. Bu model yordamida iqtisodiy ko'rsatkichlarni o'zgarish qonuniyatlarini

matematik ko‘rinishda tenglamalar, tengsizliklar va tenglamalar tizimi ko‘rinishda ifodalash mumkin. Umumiy ko‘rinishida ekonometrik model quyidagicha yoziladi:

$$Y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (1.4)$$

Ekonometrik modelda Y – asosiy endogen ko‘rsatkich, modelda Y o‘zgarish qonuniyatlarini (x_1, x_2, \dots, x_n) yordamida o‘rganish mumkin.

(x_1, x_2, \dots, x_n) – ta’sir etuvchi, ekzogen ko‘rsatkichlar.

Ekonometrik modelda fiktiv ko‘rsatkichlar qatnashishi mumkin. Fiktiv ko‘rsatkichlar – bu sifatli ko‘rsatkichlarni miqdoriy ko‘rsatkichlarga o‘tkazilgan ko‘rsatkichlar.

Ekonometrik model chiziqli va chiziqsiz ko‘rinishda tuzilishi mumkin. Chiziqsiz modellar parabola, giperbola, darajali funksiya, ko‘rsatkichli funksiya, trigonometrik funksiya va boshqalar ko‘rinishida bo‘lishi mumkin.

Tuzilgan ekonometrik modelning haqiqiyliги to‘plangan ma’lumotlar hajmiga; ma’lumotlarning aniqlik darajasiga; tadqiqotchining malakasiga; modellashtirish jarayoniga; yechiladigan masalaning xarakteriga bog‘liq.

1.4 Ekonometrik modellashtirish bosqichlari

Ekonometrik modellashtirish bosqichlari quyidagilardan iborat:

Birinchi bosqich – modelni spetsifikatsiyalash - iqtisodiy muammoni qo‘yilishi – asosiy omillar guruhi tanlanadi, iqtisodiy ma’lumot to‘planadi, asosiy omil va ta’sir etuvchi omillar guruhi belgilanadi; korrelyatsion tahlil usuli yordamida ekonometrik modelda qatnashadigan omillar aniqlanadi.

Ikkinchi bosqich – modelni identifikatsiya qilish. «Eng kichik kvadratlar usuli» yordamida tuziladigan ekonometrik modelning parametrlari aniqlanadi.

Uchinchi bosqich – modelni verifikatsiya qilish. Tuzilgan modelni ahamiyati to‘rtta yo‘nalish bo‘yicha tekshiriladi:

- modelning sifati ko‘plikdagi korrelyatsiya koeffisienti va determinatsiya koeffisienti yordamida baholanadi;

- modelning ahamiyati approksimatsiya xatoligi va Fisher mezoni yordamida baholanadi;
- modelning parametrlarini ishonchliligi Styudent mezoni bo'yicha baholanadi;
- Darbin-Uotson mezoni yordamida «eng kichik kvadratlar usuli» ning bajarilish shartlari tekshiriladi.

To'rtinchi bosqich – tuzilgan va baholangan ekonometrik model yordamida asosiy iqtisodiy ko'rsatkichlar chuqur tahlil, sintez hamda prognoz qilinadi, muqobil qaror qilish uchun ilg'or taraqqiyot kafolati yaratiladi.

Amaliy ekonometrik ish bosqichlari⁷.

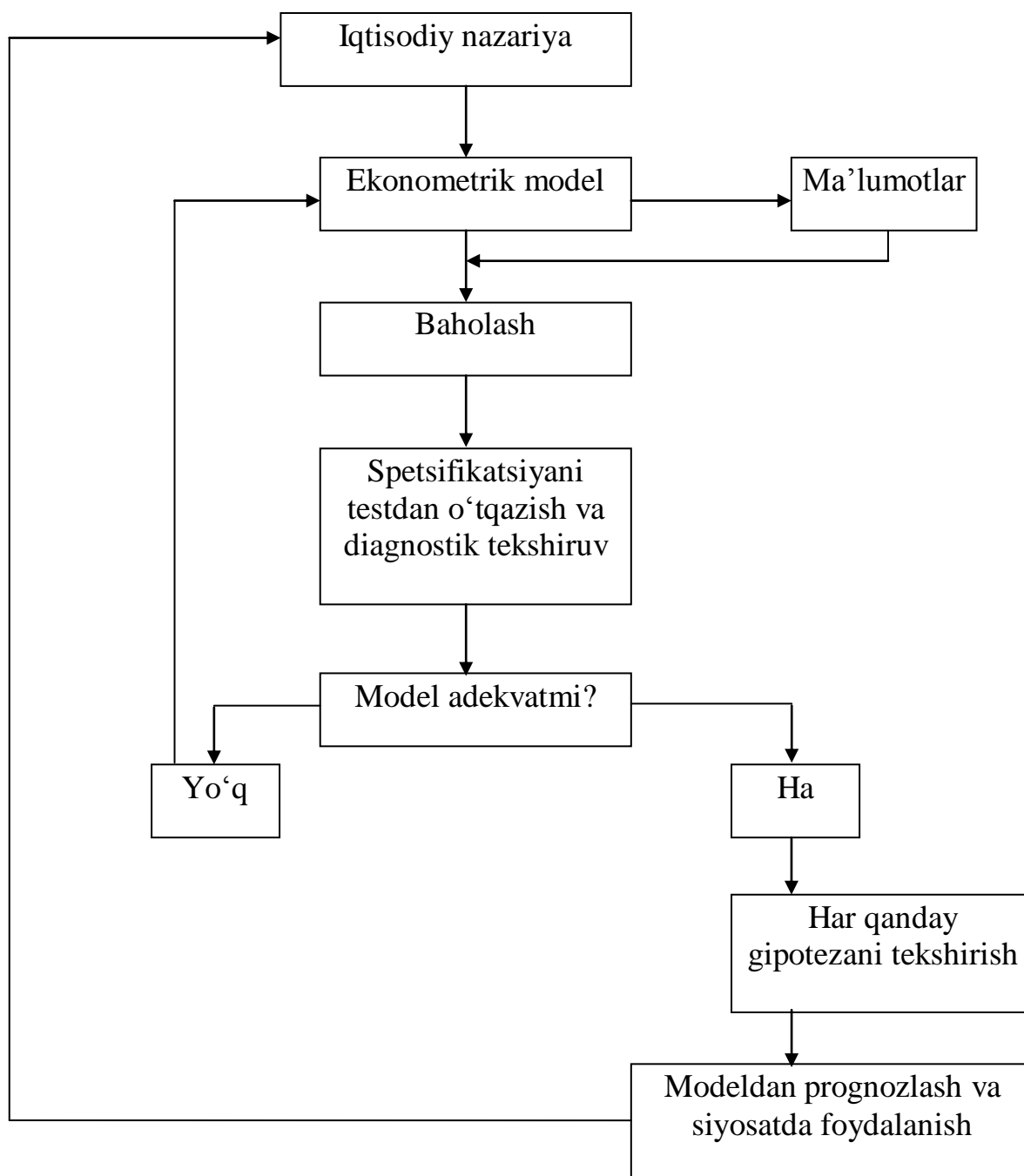
Amaliy ekonometrik ishning dastlabki bosqichida iqtisodiy nazariyaning bir modeli olinadi. Bu nazariyaga ko'ra, amaliy iqtisodiy belgilarning birinchi vazifasi empirik sinaladigan shaklda qo'llaniladigan ekonometrik model hosil qilishdir. Keyingi bosqichda test taqdimotida ishlatish mumkin bo'lgan ma'lumotlarni to'plash va undan keyin modelni baholash bilan davom etish mumkin.

Modelni baholash amalga oshirilgandan so'ng, ishlatiladigan model to'g'ri ekaniga va baholash ishlari to'g'ri olib borilganiga ishonch hosil qilish va ba'zi diagnostika tekshirishlarini amalga oshirish uchun amaliy ekonometristlar spesifikatsiya testlarini taqdim etishlari kerak.

Testlar orqali modelning to'g'ri ekanligi tasdiqlangach, nazariy jihatdan oldindan bilishning amal qilish muddatini aniqlash maqsadida gipoteza tarzidagi keyingi testni qo'llash kerak va shundan keyin farazlar hosil qilish uchun modeldan va amaliy tavsiyalardan foydalanish mumkin bo'ladi.

Agar spesifikatsiya testlarining noto'g'ri ekani va testlar orqali modelning to'g'ri qo'llanilmagani aniqlansa, ekonometrist ekonometrik modelning avvalgi bosqichiga qaytib, barcha amallarni boshidan qayta bajarib chiqishi kerak bo'ladi (1.1-rasmga qarang).

⁷Dimitrios Asteriou and Stephen G. Hall. Applied econometrics. A modern approach using Eviews and Microfit. New York, N.Y. Palgrave Macmillan, 2007. -p.3.



1.1-rasm. Amaliy ekonometrik tahlil bosqichlari⁸

⁸ Dimitrios Asteriou and Stephen G. Hall. Applied econometrics. A modern approach using Eviews and Microfit. New York, N.Y. Palgrave Macmillan, 2007. -p.3.

Nazorat savollar

1. Ekonometrika faning maqsadi nimalardan iborat?
2. Ekonometrik modellashtirishning zarurligi nimalardan iborat?
3. Ekonometrikaning qo‘llanish so‘halarini tushuntirib bering.
4. Ekonometrik model so‘zini tushuntirib bering.
5. Ekonometrik tenglamalar tizimini tuzish qoidalari.
6. Ekonometrik modelda qatnashadigan omillarni tuzilishini tushuntirib bering.

2- BOB. EKONOMETRIK MODELLARNI TUZISH, BAHOLASH VA IQTISODIY QARORLAR QABUL QILISH

Tayanch iboralar: *O'zgaruvchilar o'rtasida bog'liqliklar. Bog'liqliklar turlari. Korrelyatsiya koeffisienti. Chiziqli va chiziqsiz regressiya tenglamalari. Eng kichik kvadratlar usuli.*

2.1. Iqtisodiy-ijtimoiy jarayonlarda bog'likliklar turlarini o'rganish

Ijtimoiy-iqtisodiy jarayonlar o'rtasidagi o'zaro bog'lanishlarni o'rganish ekonometrika fanining muhim vazifalaridan biridir. Bu jarayonda ikki xil belgilar yoki ko'rsatkichlar ishtirok etadi, biri bog'liq bo'lmagan o'zgaruvchilar, ikkinchisi bog'liq o'zgaruvchilar hisoblanadi. Birinchi turdagi 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, 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'lumdir. Shuning uchun bunday bog'lanishlar to'liqsiz hisoblanadi va ularni formulalar orqali taqriban ifodalash mumkin, xolos.

Korrelyatsiya so'zi lotincha *correlation* so'zidan olingan bo'lib, o'zaro munosabat, muvofiqlik, bog'liqlik degan ma'noga ega.

Ikki hodisa yoki omil va natijaviy belgilar orasidagi bog'lanish **juft korrelyatsiya** deb ataladi.

Korrelyatsion bog'lanishlarni o'rganishda ikki toifadagi masalalar ko'ndalang bo'ladi. Ulardan biri o'rganilayotgan hodisalar (belgilar) orasida qanchalik zich (ya'ni, kuchli yoki kuchsiz) bog'lanish mavjudligini baholashdan iborat. Bu korrelyatsion tahlil, deb ataluvchi usulning vazifasi hisoblanadi.

Korrelyatsion tahlil deb, hodisalar orasidagi bog‘lanish zichligi darajasini baholashga aytiladi.

Omillarning o‘zaro bog‘lanishi 2 turga bo‘linadi: funksional bog‘lanish va korrelyatsion bog‘lanish.

Yo‘nalishlarning o‘zgarishiga karab, bog‘lanishlar ikki turga bo‘linadi: to‘g‘ri bog‘lanish va teskari bog‘lanishlar.

Analitik ifodalarning ko‘rinishlariga qarab ham bog‘lanishlar ikki turga bo‘linadi: to‘g‘ri chiziqli va chiziqsiz bog‘lanishlar.

Funksional bog‘lanishlarda bir o‘zgaruvchi belgining har qaysi qiymatiga boshqa o‘zgaruvchi belgining anik bitta qiymati mos keladi.

2.2. Korrelyatsiya koeffisientining turlari va hisoblash usullari

Korrelyatsion tahlil korrelyatsiya koeffisientlarini aniqlash va ularning muhimligini, ishonchligini baholashga asoslanadi. Bog‘lanishlar chiziqli bo‘lsa, u holda bog‘lanish zichligi baholashda korrelyatsiya koeffisientidan foydalanish mumkin:

$$r = \frac{\overline{x \cdot y} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}, \quad (2.11)$$

bu yerda, σ_x va σ_y mos ravishda x va y o‘zgaruvchilarning o‘rtacha kvadratik chetlanishidir va ular quyidagi formulalar yordamida hisoblanadi:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}, \quad \sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n}} \quad (2.12)$$

Shuningdek, korrelyatsiya koeffisientini hisoblashning quyidagi modifikatsiyalashgan formulalaridan ham foydalanish mumkin:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n \cdot \sigma_x \cdot \sigma_y}$$

yoki

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n xy - \sum_{i=1}^n x \sum_{i=1}^n y}{\sqrt{\left[n \sum_{i=1}^n x^2 - \left(\sum_{i=1}^n x \right)^2 \right] \cdot \left[n \sum_{i=1}^n y^2 - \left(\sum_{i=1}^n y \right)^2 \right]}} \quad (2.13)$$

Korrelyatsiya koeffisienti (r) -1 dan $+1$ oralig'ida bo'ladi. Agar $r=0$ bo'lsa, omillar o'rtasida bog'lanish mavjud emas, $0 < r < 1$ bo'lsa, to'g'ri bog'lanish mavjud $-1 < r < 0$ - teskari bog'lanish mavjud, $r=1$ funksional bog'lanish mavjud deyiladi.

Bog'lanish zichlik darajasi odatda quyidagicha talqin etiladi.

Agar $0,2$ gacha – kuchsiz bog'lanish;

$0,2 \div 0,4$ – o'rtacha zichlikdan kuchsizroq bog'lanish;

$0,4 \div 0,6$ – o'rtacha bog'lanish;

$0,6 \div 0,8$ – o'rtachadan zichroq bog'lanish;

$0,8 \div 0,99$ – zich bog'lanish.

2.3 Chiziqli va chiziqsiz regression bog'lanishlar

Ijtimoiy-iqtisodiy jarayonlar o'rtasida bog'lanishlarni o'rganishda quyidagi funksiyalardan foydalaniladi

Chiziqli – $y = a_0 + a_1x$

Ikkinchi darajali parabola – $y = a_0 + a_1x + a_2x^2$

Uchinchi darajali parabola– $y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3$

n -darajali parabola– $y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n$

Giperbola– $y = a_0 + \frac{a_1}{x}$

b - darajali giperbola – $y = a_0 + \frac{a_1}{x^b}$

Logarifmik– $\log y = a_0 + a_1x$

Yarim logarifmik –	$y = a_0 + a_1 \ln x$
Ko‘rsatkichli funksiya–	$y = a_0 a_1^x$
Darajali funksiya –	$y = a_0 x_1^{a_1}$
Logistik funksiya–	$y = \frac{a_0}{1 + a_1 e^{-bx}}$

(2.14)

Chiziqli regressiya modeli⁹

Siz boshqaruvchiga $Y_t = a + \beta X_t + u_t$ tenglamani taklif qilganingizda, u sizga bu ifodada qandaydir xato borligini aytadi. U sinf hajmi boshlang‘ich ta‘lim tizimining xususiyatlaridan bor yo‘g‘i birigina ekanini aytadi va ikki tumandagi bir xil talaba hajmiga ega bo‘lgan ikki sinf test natijalari ko‘p sabablarga ko‘ra turli xil bo‘lishini ta‘kidlaydi.

Bir tumanda yaxshiroq o‘qituvchilar ko‘proq bo‘lishi mumkin, yoki yaxshiroq darsliklardan foydalanishlari mumkin. Sinfdagi talabalar soni teng, bir xil o‘qituvchilar va darsliklar bilan ta‘minlangan ikki tumandagi sinflar turli xil talaba jamoasidan tashkil topgan bo‘lishi mumkin. Ehtimol, bir tumanda ko‘proq xorijliklar yig‘ilgandir (shu sabab ingliz tilida so‘zlashuvchilar kamroq), balki badavlat oilalar ko‘proqdir. Va nihoyat, u, agar har ikkala tumandagi holat yuqoridagi aytilgan jihatlar bo‘yicha bir xil bo‘lgan taqdirda ham, tasodifiy sabablarga ko‘ra, xususan, test o‘tkazilgan kundagi talabalarning individual holatlariga bog‘liq tarzda ularning test natijalari turlicha bo‘lishi mumkin. Albatta har jihatdan u (boshqaruvchi) xaqdir. Tenglamani barcha tumanlar uchun aynan bir xilda qo‘llab bo‘lmaydi. Aksincha, u tumanlar aholisi o‘rtasidagi nisbiy bog‘liqlik ko‘rsatkichlari bayonoti sifatida qabul qilinishi lozim.

Bu chiziqli munosabatlar taxmini har bir tumanda test natijalariga ta‘sir qiladigan, shu jumladan har qaysi tumanning o‘ziga

⁹Dimitrios Asteriou and Stephen G. Hall. Applied econometrics. A modern approach using Eviews and Microfit. New York, N.Y. Palgrave Macmillan, 2007. -pp.24-26.

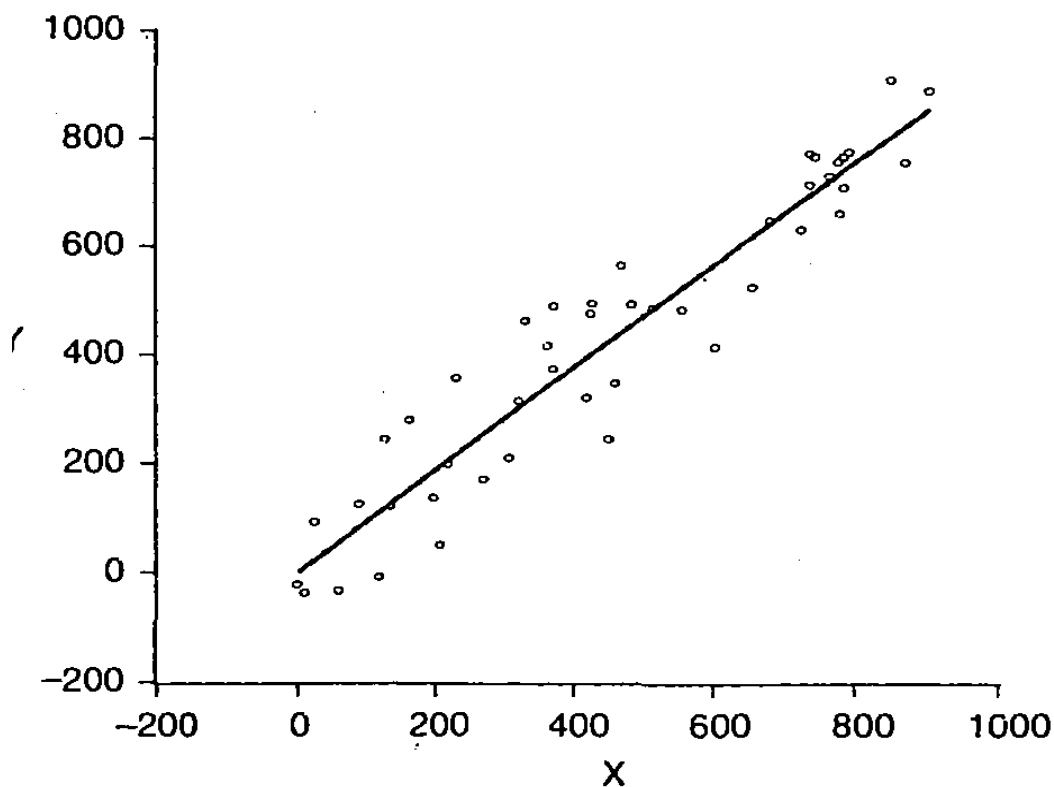
xos jihatlarini (o'qituvchilarning saviyasini, talabalarning bilim darajasini va testlarda ularning omadi kelganini) nazarga olishi kerak.

Yana bir yondashuv muhim omillarni qayd etib o'tish va ularni ochiq tenglamaga qo'yish. Binobarin biz shu paytgacha yuqorida aytib o'tilgan barcha "boshqa omillar"ni bir joyga to'plab, mazkur tumanlardagi bog'liqlikni:

$Testscope = a_0 + PsiassSize \times ClassSize +$ boshqa omillar deb yozdik.

Shunday qilib, tumandagi test natijalari bir komponent sharti bilan a_0 yozildi, + $PsiassSize \times ClassSize$, qaysiki o'rtacha sinfdagi talabalarning sonining tumandagi maktablarida umumiy ballarga ta'siri ko'rsatkichidir.

Bu masala test natijalari va sinf o'lchamiga oid bo'lsada, (2.1) tenglamada ifodalangan fikr umumiy bo'lib, ularning hammasi uchun umumiy qayd joriy qilish maqsadga muvofiq bo'ladi. n ni hududlar misoli deb faraz qiling. I^{th} dagi o'rtacha test bali hudud ifodasi bo'lsin, X_i^{th} dagi hududdagi o'rtacha sinf hajmi bo'lsin, va W_j test ballariga ta'sir qiladigan boshqa omillar ifodasi bo'lsin.



2.1- rasm. Gipotetik kuzatuvlar.

2.1-rasmda chizig'li regression model (Y) da ifodalangan test natijalari va (X)dagi sinf hajmining yettita gipotetik kuzatuvlari uchun bir regressorli chizig'li regression model yig'indisi ifodalangan. To'plam regression chizig'i $p_0 + S_j X_j$ to'g'ri chizig'idir. To'plam regression chizig'i ($p_x < 0$) ga og'ishgan bo'lib, u hududdag'i talaba-o'qituvchi nisbati pastligini va kichik sinflarda test ballari yuqoriligini ko'rsatadi. Ozod hadni Y o'qining qiymati to'plam regression chizig'i bilan kesib olinib matematik mazmunga ega bo'ladi, ammo avval aytib o'tganimizdek, bu misolda u hech qanday ma'noni anglatmaydi.

Test ko'rsatkichlarini belgilovchi boshqa omillar sabali 2.1-rasmdagi gipotetik kuzatuvlar aynan to'plam regression chizig'iga to'g'ri kelmaydi.

2.4. Korrelyatsion-regression tahlilda eng kichik kvadratlar usulining qo'llanilishi

Regression tahlil natijaviy belgiga ta'sir etuvchi omillarning samaradorligini aniqlab beradi. Regressiya so'zi lotincha *regressio* so'zidan olingan bo'lib, orqaga harakatlanish degan ma'noga ega. Bu atama korrelyatsion tahlil asoschilari *F. Galton* va *K. Pirson* nomlari bilan bog'liqdir. Regression tahlil natijaviy belgiga ta'sir etuvchi belgilarning samaradorligini amaliy jihatdan yetarli darajada aniqlik bilan baholash imkonini beradi. Regression tahlil yordamida ijtimoiy-iqtisodiy jarayonlarning kelgusi davrlar uchun prognoz qiymatlarini baholash va ularning ehtimollik chegaralarini aniqlash mumkin. Regression va korrelyatsion tahlilda bog'lanishning regressiya tenglamasi aniqlanadi va u ma'lum ehtimol (ishonchlilik darajasi) bilan baholanadi, so'ngra iqtisodiy-statistik tahlil qilinadi.

Funksiyalar parametrlari odatda "eng kichik kvadratlar" usuli bilan aniklanadi. Eng kichik kvadratlar usulini mazmuni quyidagicha: xaqiqiy miqdorlarning tekislangan miqdorlardan farqining kvadratlari yig'indisi eng kam bo'lishi zarur

$$S = \sum (Y - \bar{Y}_t)^2 \rightarrow \min \quad (2.15)$$

$$Y_t = a_0 + a_1 t$$

Bir omilli chiziqli bog‘lanishni olaylik:

$$S = \sum (Y - \bar{Y}_t)^2 = \sum (Y - a_0 - a_1 t)^2 \rightarrow \min$$

$$\frac{\partial S}{\partial a_0} = 0 \quad \frac{\partial S}{\partial a_1} = 0 \quad \rightarrow \begin{cases} n \cdot a_0 + a_1 \sum t = \sum y \\ a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 = \sum y \cdot t \end{cases} \quad (2.16)$$

Ekonometrik model tuzishda natijaviy ko‘rsatkich bilan unga ta’sir etuvchi omillar o‘rtasidagi aloqalarni ifodalovchi koeffisientlarni hisoblash uchun Markov teoremasiga binoan yuqoridagi formulalarga asosan normal tenglamalar tizimi yaratiladi va keyinchalik tenglamalar yechimi topiladi.

Regressiya kabi ekonometrik usullar to‘liq noaniqlik masalasini yechishga yordam beradi va rejalashtirish hamda qaror qabul qilishda asosiy yo‘nalishlarni ta’minlaydi¹. Albatta, modellarni yaratish oson masala emas. Modellar aniq bir mezonga mos kelishi (masalan, model avtokorrelyatsiyadan holi bo‘lishi kerak) va o‘rganilayotgan jarayonga mos kelishi lozim va yaxshi modelni yaratish uchun odatda katta ishlarni bajarish kerak. Bundan tashqari, modelga o‘zgaruvchilarni kiritish kerakmi yoki yo‘qmi degan savolga tegishli qaror qabul qilish kerak. Haddan ko‘p o‘zgaruvchilar modelda ayrim qiyinchiliklarga olib kelishi, yetarli bo‘lmagan o‘zgaruvchilar esa noto‘g‘ri funksional shakllarga olib kelishi mumkin

Baholashning eng kichik kvadratlar usuli

Yana bir marta to‘planning regressiya tenglamasini ko‘rib chiqamiz:

$$Y_t = \alpha + \beta X_t + u_t \quad (2.17)$$

Ushbu tenglama bevosita kuzatiladigan hisoblanmaydi. Shunga qaramasdan, biz tanlama to‘plamdan ma’lumotlar to‘plab, α va β ning baholarini olishimiz mumkin. Bu bizga quyidagi nisbatni, ya’ni

¹Dimitrios Asteriou and Stephen G. Hall. Applied econometrics. A modern approach using Eviews and Microfit. New York, N.Y. Palgrave Macmillan, 2007. -p.24.

funksiyani kesib o'tuvchi nuqta \hat{a} va to'g'ri chiziqning yotiqqligini $\hat{\beta}$ beradi.

$$\hat{Y}_t = \hat{a} + \hat{\beta}X_t \quad (2.18)$$

(2.3) tenglamani regressiya tenglamasining modeli deb atash mumkin. Bu yerda \hat{a} va $\hat{\beta}$ to'plam parametrlari a va β ning bahosi, \hat{Y}_t esa Y ning prognoz qiymatlarini bildiradi. (Biz regressiya tenglamasini baholovchi modeliga ega bo'lganimizdan so'ng, X ning turli qiymatlarida osonlik bilan Y ni prognoz qilishimiz mumkin).

Biz yoyilgan nuqtalardan regressiya chizig'ini o'tkazganimizda, ushbu chiziq real Y ga shunchalik yaqinroq joylashishi maqsadga muvofiq bo'lar edi yoki boshqacha aytganda, ular o'rtasidagi chetlanishlar minimal bo'lishi lozim. Buning uchun biz quyidagi mezonni qabul qilamiz: regressiya funksiyasi modelini shunday tanlash lozimki, chetlanishlar kvaratining yig'indisi minimal bo'lsin (ya'ni, minimallashtirilsin). Baholashning ushbu usuli ayrim ijobiy xususiyatlarga ega bo'lib, ular regerssion tahlilning murakkab bo'lmagan ilovalarida mazkur usulni mashhur usul qiladi. Aynan:

1) qoldiqlar kvadratlaridan foydalanilganda biz farqlar belgisi (+, -) ta'sirini yo'qotamiz, shunday qilib, musbat va manfiy farqlar bir-birini to'ldirish imkoni bo'lmaydi. Masalan, agar biz farqlar yig'indisini minimallashtirmoqchi bo'lsak, bunga $Y(Y)$ prognozini $Y(\bar{Y})$ ning o'rtacha qiymatiga teng qilish orqali erishgan bo'lar edik. Ammo bu umuman yaxshi yaqinlashuvchi chiziq bo'lmas edi. Shunday qilib, biz shunday o'zgartirishni xohlaymiz, ya'ni u barcha farqlar (qoldiqlar) ni bir xil belgiga keltiradi hamda eng kichik qiymatlarga erishtiradi. Farqlarni kvadratga ko'tarib, biz katta farqlarga katta qiymatlar beramiz, haqiqatda katta xatolarni kamaytirish bo'yicha murakkab ishni bajaramiz.

3) Eng kichik kvadratlar usuli a va β ning baholovchilarini tanlaydi, ular esa ba'zi miqdoriy va statistik xususiyatlarga ega (samarali va adolatli), ularni keyinroq muhokama qilamiz.

Endi biz EKKU baholari formulalarini qanday olishni ko'rishimiz mumkin. RSS orqali qoldiqlar kvadrati yig'indisini belgilab, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$RSS = \epsilon_1^2 + \epsilon_2^2 + \dots + \epsilon_n^2 = \sum_{t=1}^n \epsilon_t^2 \quad (2.19)$$

Biroq biz bilamizki

$$\epsilon_t = (Y_t - \hat{Y}_t) = (Y_t - \alpha - \beta X_t) \quad (2.20)$$

va shuning uchun

$$RSS = \sum_{t=1}^n \epsilon_t^2 = \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2 = \sum_{t=1}^n (Y_t - \alpha - \beta X_t)^2 \quad (2.21)$$

(2.6) ni minimallashtirish uchun birinchi tartibdagi shart boʻlib, RSS dan $\hat{\alpha}$ va $\hat{\beta}$ boʻyicha xususiy hosilalar olib, ularni nolga tenglashtirishimiz kerak. Shunday qilib, biz quyidagiga ega boʻlamiz:

$$\frac{\partial RSS}{\partial \alpha} = -2 \sum_{t=1}^n (Y_t - \alpha - \beta X_t) = 0 \quad (2.22)$$

va

$$\frac{\partial RSS}{\partial \beta} = -2 \sum_{t=1}^n X_t (Y_t - \alpha - \beta X_t) = 0 \quad (2.23)$$

Ikkinchi tartibli xususiy hosilalar:

$$\frac{\partial^2 RSS}{\partial \alpha^2} = 2n \quad (2.24)$$

$$\frac{\partial^2 RSS}{\partial \beta^2} = 2 \sum_{t=1}^n X_t^2 \quad (2.25)$$

$$\frac{\partial^2 RSS}{\partial \alpha \partial \beta} = 2 \sum_{t=1}^n X_t \quad (2.26)$$

Shuning uchun ham minimum uchun ikkinchi tartibli xususiy hosilalar shartlari rioya qilinmoqda.

$\sum \hat{a} = n\hat{a}$ bo'lgani uchun (oddiylik uchun yig'indi belgisidagi yuqori va pastki indeksni tushirib qoldiramiz), (2.7) va (2.8) tenglamalarni quyidagicha qayta yozishimiz mumkin:

$$\sum Y_t = n\alpha - \beta \sum X_t \quad (2.27)$$

va

$$\sum X_t Y_t = \alpha \sum X_t + \beta \sum X_t^2 \quad (2.28)$$

Yuqorida keltirilgan ikkita tenglamada \hat{a} va $\hat{\beta}$ lar noma'lum. Shunday qilib, \hat{a} va $\hat{\beta}$ larni topish uchun ushbu ikkita noma'lumdan iborat ikkita tenglamalar tizimini yechishimiz mumkin. Birinchidan, (2.12) tenglamaning ikki tomonini n ga bo'lib, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\frac{\sum Y_t}{n} = \frac{n\alpha}{n} - \frac{\beta \sum X_t}{n} \quad (2.29)$$

$\bar{Y} = \sum Y_t / n$ va $\bar{X} = \sum X_t / n$ belgilab va o'rin almashtirish orqali quyidagini olamiz:

$$\alpha = \bar{Y} - \beta \bar{X} \quad (2.30)$$

(2.15) ni (2.13) qo'yib, quyidagi olamiz:

$$\sum X_t Y_t = \bar{Y} \sum X_t - \beta \bar{X} \sum X_t + \beta \sum X_t^2 \quad (2.31)$$

yoki

$$\sum X_t Y_t = \frac{1}{n} \sum Y_t \sum X_t - \hat{\beta} \frac{1}{n} \sum X_t \sum X_t + \hat{\beta} \sum X_t^2 \quad (2.32)$$

Va nihoyat, $\hat{\beta}$ nuqtai nazaridan ko'paytuvchilarga ajratamiz:

$$\sum X_t Y_t = \frac{\sum Y_t \sum X_t}{n} + \hat{\beta} \left[\sum X_t^2 - \frac{(\sum X_t)^2}{n} \right] \quad (2.33)$$

Shunday qilib, biz $\hat{\beta}$ ni quyidagicha olamiz:

$$\hat{\beta} = \frac{\sum X_t Y_t - 1/n \sum Y_t \sum X_t}{\sum X_t^2 - 1/n (\sum X_t)^2} \quad (2.34)$$

$\hat{\beta}$ ni hisobga olib, \hat{a} topish uchun (2.1.5) dan foydalanishimiz mumkin.

Nazorat savollari:

1. Korrelyatsion-regression tahlilning maqsadlari nimalardan iborat?
2. Juft, xususiy va ko'plikdagi korrelyatsiya koefitsientlarining farqi nimadan iborat?
3. Qaysi hollarda korrelyatsiya indeksi qo'llaniladi?
4. Regressiya koefitsientlarining iqtisodiy mohiyati nimadan iborat?
5. "Eng kichik kvadratlar usuli" ning mohiyatini tushuntirib bering.
6. Normal tenglamalar sistemasini yechish usullarini tushuntirib bering.
7. Real iqtisodiy jarayonlar bo'yicha turli xildagi bog'lanishlarga 10 ta misol tuzing.

3- BOB: ISHLAB CHIQRISH FUNKSIYALARI. PROGNOZLASHDA EKONOMETRIK MODELLARDAN FOYDALANISH

Tayanch iboralar: *Ishlab chiqarish funksiyasi. Darajali ishlab chiqarish funksiyalari va ularning xarakteristikalarini. Umumlashtirilgan “eng kichik kvadratlar usuli”. Elastiklik koeffitsienti. Fisher mezoni. Student mezoni bo‘yicha ekonometrik modellarni baholash. Vaqtli qatorlar va ularning xususiyatlari. Iqtisodiy prognozlash.*

3.1. Ishlab chiqarish funksiyalari. Kobb-Duglas funksiyasi. Ishlab chiqarish funksiyasi xarakteristikalarini

Ishlab chiqarish jarayoni kuzatilayotganda ko‘rish mumkinki mahsulot ishlab chiqarishda xom-ashyo, ish kuchi, texnika vositalari, elektr energiyasi, asosiy fondlar va boshqa resurslar bevosita qatnashadi va mahsulot hajmiga ta‘sir ko‘rsatadi. Ishlab chiqarilgan mahsulot bilan unga sarflangan resurslar orasidagi bog‘lanishni ishlab chiqarish funksiyasi orqali ko‘rsatish mumkin. Umumiy holda ishlab chiqarish funksiyasi quyidagi ko‘rinishda ifodalanadi:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_m), \quad (3.11)$$

bu yerda y - ishlab chiqarilgan mahsulot miqdori; x_i – resurslar sarfi.

Ishlab chiqarish funksiyalari matematik tasvirlash shakliga ko‘ra chiziqli, darajali, parabolik, ko‘rsatkichli va hokazo bo‘lishi mumkin. Bu funksiyalarning ba‘zilarini ko‘rib chiqamiz.

1. Chiziqli funksiya:

$$y = k_0 + k_1 x_1. \quad (3.12)$$

Bu funksiya bir jinsli bo‘lib, omil-dalillarning doimiy limitli samaraliligi bilan xarakterlidir. Umuman iqtisodiyot uchun chiziqsiz aloqa ham xarakterli bo‘lib, ma‘lum doiralardagina chiziqli holatga, ya‘ni (2.2) ko‘rinishga keltiriladi.

2. Darajali funksiya:

$$y = ax^b, \quad (3.13)$$

bu yerda u - ishlab chiqarilgan mahsulot;

x - ishlab chiqarish resurslari sarfi;
 b - ishlab chiqarish samaradorligining o'zgarish ko'rsatkichi;
 a - erkin parametr.

Mazkur funksiya qo'shimcha mahsulotning qo'shimcha xarajat birligiga nisbatan doim o'sib yoki kamayib borishini nazarda tutadi, biroq u qo'shimcha mahsulotning ayni bir vaqtda kamayishi va o'sib borishiga yo'l qo'ymaydi. Buni funksiyaning birinchi tartibli hosilasida ko'rish mumkin:

$$y' = bax^{b-1}. \quad (3.14)$$

3) Kobba-Duglas ko'rinishidagi darajali funksiya eng ko'p tarqalgan va universal funksiya hisoblanadi. U quyidagicha ko'rinishda bo'ladi:

$$y = a \prod_{i=1}^n x_i^{\alpha_i}, \quad (3.15)$$

bu yerda u - natijaviy ko'rsatkich;
 x_i - erkin o'zgaruvchi miqdor;
 α, α_i - o'zgarmas miqdorlar;
 \prod - ko'paytirish operatori.

Bu funksiya parametrlari bir vaqtni ichida elastiklik koeffisientlariga teng. Elastiklik koeffisientlarining iqtisodiy mazmuni shundan iboratki, mustaqil o'zgaruvchilar (x) bir foizga o'zgarganda, samarali (natijali) ko'rsatkich (u) qanday o'zgarishini ko'rsatadi.

Ishlab chiqarish funksiyalarining xarakteristiklari

Ishlab chiqarish funksiyasini o'rganishda ayrim ishlab chiqarish omillarining samaradorligini baholash, bir xil omillarning boshqa omillar o'rnini bosishi, texnika taraqqiyoti kabi muammolar paydo bo'ladi (bunda ko'p hollarda Kobba-Duglasa tipidagi ikki omilli modeldan foydalanish mumkin).

$$y = \gamma K^{\alpha} L^{\beta}, \quad (3.16)$$

bu yerda K - ishlab chiqarish fondlarining hajmi;
 L - mehnat sarflari;
 γ, α, β - hisoblanadigan parametrlar.

Ishlab chiqarish funksiyasidagi omillarning samaradorligi funksiyaning har bir o'zgaruvchi bo'yicha birinchi tartibli hosilasi funksiyasi bilan aniqlanadi. Xususiy hosila boshqa omilning miqdori o'zgarmas bo'lsa, omil uchun qo'shimcha mahsulotni ifodalaydi. Binobarin, chekli samaradorlik ishlab chiqarish fondlari uchun

$$\frac{\partial y}{\partial K} = \gamma \alpha L^{\beta} K^{\alpha-1}, \quad (3.17)$$

mehnat uchun esa quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{\partial y}{\partial L} = \beta \gamma L^{\beta-1} K^{\alpha}. \quad (3.18)$$

Eyler teoremasidan foydalangan holda yalpi mahsulotni omillar «ulushiga» ajratish mumkin;

$$y = \frac{\partial y}{\partial K} K + \frac{\partial y}{\partial L} L. \quad (3.19)$$

α va β parametrlari asosiy ishlab chiqarish fondlari va mehnatga nisbatan ishlab chiqarish hajmining elastiklik koeffitsienti hisoblanadi:

$$\alpha = \frac{\partial y}{y} : \frac{\partial K}{K}; \quad (3.20)$$

$$\beta = \frac{\partial y}{y} : \frac{dL}{L}. \quad (3.21)$$

Kobba-Duglas ishlab chiqarish funksiyasida ishlab chiqarish konsentratsiyasining ta'siri parametrlar yig'indisida aks etadi. Parametrlar yig'indisi birga teng bo'lsa, bu holda ishlab chiqarish konsentratsiyasi ishlab chiqarish omillarining samaradorligiga ta'sir etmaydi. Parametrlar yig'indisi birdan katta bo'lsa, bu ishlab chiqarish hajmi bir omilning uning miqdoriga nisbatan yaratilgan chekli samaradorlikdan ortiq bo'lishini anglatadi. Parametrlar jami birdan kam bo'lsa, resurslar oshishi bilan ishlab chiqarish pasayib boruvchi tezlikda o'sib boradi.

Ishlab chiqarish funksiyasi.

Iqtisodiy nazariyaning asosiy munosabatlaridan biri bo'lib, ishlab chiqarish funksiyasi hisoblanadi, qoidaga ko'ra u ishlab chiqarishni (Y bilan belgilanadi), mumkin bo'lgan ishlab chiqarishga ta'sir etuvchi ishchi kuchi (L) va kapital (K) ga bog'liqligini ko'rsatadi¹¹. Ushbu munosabatning umumiy ko'rinishini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$Y_t = f(K_t, L_t) \quad (3.22)$$

O'zining xususiyatlariga muvofiq mazkur funksiyaning shaklidan tez-tez foydalaniladi – bu yaxshi mashhur Kobba-Duglas funksiyasidir.

$$Y_t = AK_t^\alpha L_t^\beta \quad (3.23)$$

bu yerda α va β doimiy hadlar, ular mos ravishda kapital va ishchi kuchini operativ tarzda chiqarishni ifodalaydilar. Buni samaradorlik/texnologiya kabi ekzogen parametr sifatida qarash mumkin. Aniqki, A qanchalik katta bo'lsa, mehnat unumdorligi va kapitalning maksimal doimiyligini ta'minlaydi. Qisqa muddatli davrda taxmin qilishimiz mumkinki, kapital zaxirasi tuzatiladi. (Qisqa muddatli davrni bu yerda kapitalni ishlab chiqaruvchi tomonidan keyingi davrgacha o'zgartira olmaydigan davr deb qarash mumkin). Keyin, qisqa muddatli davrda mahsulotni maksimal ishlab chiqarish faqat mehnat xarajatlariga bog'liq va ishlab chiqarish funksiyasi quyidagicha bo'ladi:

$$Y_t = g(L_t) \quad (3.24)$$

¹¹ Dimitrios Asteriou and Stephen G. Hall. Applied econometrics. A modern approach using Eviews and Microfit. New York, N.Y. Palgrave Macmillan, 2007. -p.45

Kobba-Duglas funksiyasidan foydalanib (K_t doimiy va K_0 ga teng), quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$Y_t = (AK_0^\alpha)L_t^\beta = A^*L_t^\beta \quad (3.25)$$

bu yerda $A^* = (AK_0^\alpha)$. Bu endi ikki o‘lchamli modelning qisqa muddatli ishlab chiqarish funksiyasi va logarifmik o‘zgartirishni qo‘llagandan so‘ng, uni EKKU bilan baholash mumkin. Tenglamaning ikkala tomonidan natural logarifm olib va xatolikni qo‘shib, quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$\begin{aligned} \ln Y_t &= \ln(A^*) + \beta \ln(L_t) + u_t = \\ &= c + \beta \ln(L_t) + u_t \end{aligned} \quad (3.26)$$

bu yerda $c = \ln(A^*)$, β - ishlab chiqarishning mehnat bo‘yicha elastikligi (Kobba-Duglas ishlab chiqarish funksiyasining xususiyatlaridan biri). Ushbu elastiklik mehnat xarajatlarining bir foizga o‘zgarishi, mahsulot ishlab chiqarishni qancha foizga o‘zgarishini bildiradi.

Talab va taklifning ekonometrik modellari

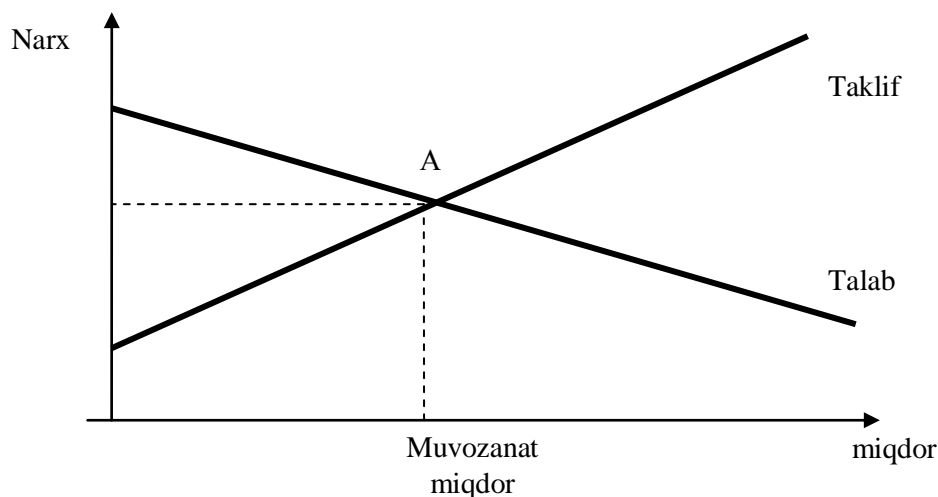
R - bir birlik mahsulotning narxini bildiradi, absissa o‘qi bo‘yicha belgilangan Q – mahsulot miqdorini ifodalaydi. Mahsulot narxi – bu sotuvchi taklif qilayotgan ma’lum miqdordagi mahsulot uchun oladigan va xaridor talab qilayotgan bu mahsulot uchun to‘laydigan to‘lovdur.

Taklif funksiyasi - Q_S bozorning narxlarida ishlab chiqaruvchining qancha miqdorda mahsulot sotishga xohishi borligini bildiradi. Bu egri chiziq yuqoriga yo‘nalgan bo‘ladi, negaki narx qancha yuqori bo‘lsa, firmalar shuncha ko‘p mahsulot ishlab chiqarishi va uni sotishga intilishi mumkin bo‘ladi.

Talab funksiyasi - Q_D , bozorning har bir narxida iste’molchilar qancha miqdorda mahsulot xarid qilishga tayyor ekanliklarini bildiradi. Talab egri chizig‘i pastga yo‘nalgan, negaki odatda

iste'molchi narx past bo'lganida, ko'proq mahsulot xarid qilishni afzal ko'radi.

Talab va taklif funksiyalari bir nuqtada, talab va taklif muvozanatlashgan A nuqtada kesishadi, ya'ni muvozanat narx – R^* va muvozanat ishlab chiqarish miqdorida - Q^* . Muvozanat narxda R^* taklif qilinayotgan va talab qilinadigan mahsulot miqdori bir miqdorda Q^* ga tengdir. Bozor mexanizmi erkin bozordagi sharoitni muvozanat narx o'rnatilmagunicha o'zgarishini ta'minlaydi, ya'ni narxning o'zgarishi taklif qilinayotgan mahsulot hajmi, talab qilinayotgan mahsulot hajmiga teng bo'lmagunicha davom etadi. Muvozanat nuqtasida taqchil ham, ortiqcha taklif ham bo'lmaydi, shunday ekan bozorda narxni o'zgarishiga olib keluvchi kuchlar ham bo'lmaydi.



Narxga nisbatan talabning chiziqli ko'rinishidagi ekonometrik modeli $Q_d = a_0 + a_1 * P$.

Narxga nisbatan taklifning chiziqli ko'rinishidagi ekonometrik modeli $Q_s = b_0 + b_1 * P$.

Talab funksiyasi.

Iqtisodiy nazariyadan bilamizki, tovarga bo'lgan talab asosan ushbu tovarning narxiga bog'liq (talab qonuni)¹². Mumkin bo'lgan boshqa determinantlar o'z ichiga boshqa raqobatdosh tovarlar narxi (yaqin o'rnini bosuvchi) yoki ushbu tovarni to'ldiruvchilari (yaqin to'ldiruvchi) va albatta iste'molchining daromad darajasini oladi.

¹² Dimitrios Asteriou and Stephen G. Hall. Applied econometrics. A modern approach using Eviews and Microfit. New York, N.Y. Palgrave Macmillan, 2007. –p. 44.

Ushbu barcha determinantlarni qo‘shish uchun biz ko‘plikdagi regerssion tahlildan foydalanishimiz zarur. Shunga qaramasdan, pedagogik maqsadlar uchun, biz bitta bog‘liq bo‘lmagan o‘zgaruvchi bilan chegaralanishimiz kerak. Shunday qilib, biz talab miqdori faqat mahsulot narxiga bog‘liq bo‘lgan talab funksiyasining bir qismini olishimiz mumkin. (Buni amalga oshirishning boshqa usuli, boshqa teng sharoitlarda biz talab funksiyasiga kiruvchi boshqa o‘zgaruvchilar o‘zgarmaydi va bundan kelib chiqib, talab miqdoriga ta’sir etmaydi deb faraz qilamiz). Tanlama regressiya tenglamasi quyidagi ko‘rinishga ega:

$$q_t = a_0 + a_1 p_t + u_t \quad (3.27)$$

bu yerda standart belgilanishlardan foydalanilgan, q_t – talabni, p_t esa mahsulot narxini bildiradi. Iqtisodiy nazariyadan bilamizki, manfiy a_1 talab qonunini ifodalaydi (narx qancha yuqori bo‘lsa, talab hajmi shunchalik kam bo‘ladi). Mahsulotning narxi va sotish hajmi uchun vaqtli qatorlar ma’lumotlarini to‘plashimiz va yuqorida keltirilgan parametrlarni baholashimiz mumkin. Olingan natijalarning izohi quyidagicha bo‘ladi. a_1 uchun: agar mahsulotning narxi bir birlikka oshsa (ya’ni, agar narxni £ da o‘lchasak, £1,00 ga oshadi), ushbu mahsulotning iste’moli \hat{a}_1 birlikka kamayadi (chunki, a_1 manfiy bo‘ladi). a_0 uchun: agar mahsulot narxi nolga teng bo‘lsa, iste’molchi ushbu mahsulotning \hat{a}_1 miqdorini iste’mol qiladilar, R^2 , kutilayotganidek quyidagicha (aytaylik, 0,6) bo‘ladi, ya’ni qo‘shimcha o‘zgaruvchilar mavjud bo‘lib, ular talab miqdoriga ta’sir qiladilar, ammo biz ularni regressiya tenglamasiga kiritmaganmiz hamda quyidagi tenglamadan ma’lum yil (aytaylik, 1999) uchun mahsulotning narx bo‘yicha elastikligini olish mumkin:

$$\frac{p_{99}}{\pounds_{99}} \frac{\Delta q}{\Delta p} = \frac{p_{99}}{\pounds_{99}} \hat{\epsilon}_1 \quad (3.28)$$

3.2. Chiziqli va chiziqsiz ko‘p omilli iqtisodiy bog‘lanishlar

Analitik funksiya turini regressiyaning empirik grafigi bo‘yicha aniqlash mumkin. Lekin mazkur grafik usulni faqat juft bog‘lanish hollarida hamda kuzatishlar soni nisbatan ko‘p bo‘lganda muvaffaqiyatli qo‘llash mumkin.

Bog‘liqlik shaklini tanlash usuli ikki bosqichda bajariladi.

1) Eng ma’qul bo‘lgan funktsiyani tanlaymiz.

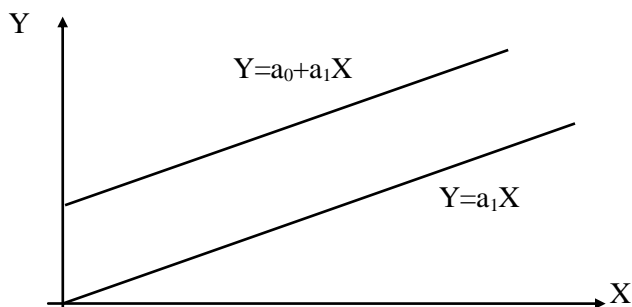
2) Tanlangan funktsiyaning parametrlarini hisoblaymiz.

Funksiya turi:

1) Chiziqli

$$Y = a_1 X$$

$$Y = a_0 + a_1 X$$

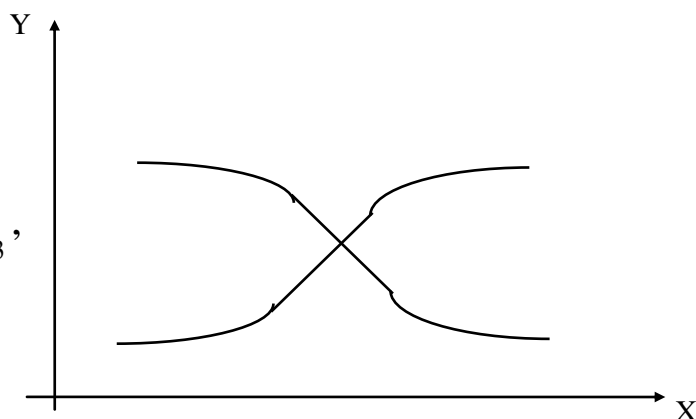


2) Ikkinchi darajali parabola:

$$Y = a_2 X^2$$

$$Y = a_2 \sqrt{X}$$

$$Y = a_0 + a_1 X + a_2 X^2 + a_3 X^3$$

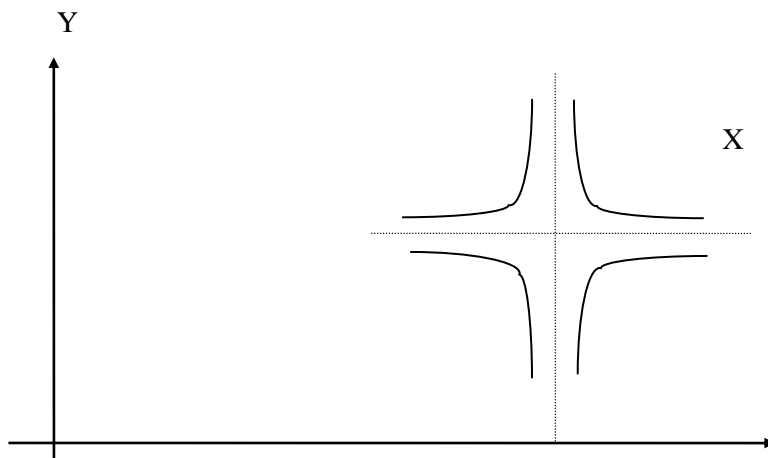


3) Giperbola

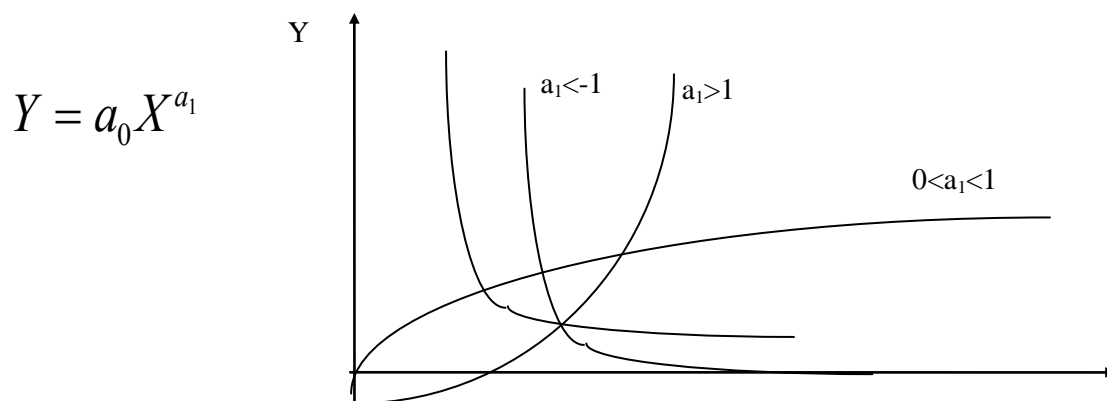
$$Y = \frac{C}{X}$$

$$Y - b = \frac{C}{X - a}$$

$$Y = C/X$$



4) Darajali funksiya



3.3. Umumlashtirilgan va bevosita “eng kichik kvadratlar usuli”

Eng kichik kvadratlar usulini hisoblash metodikasi.

Mezon: xaqiqiy miqdorlarning tekislangan miqdorlardan farqining kvadratlari yig‘indisi eng kam bo‘lishi zarur.

$$S = \sum (Y - \bar{Y}_t)^2 \rightarrow \min \quad (3.29)$$

Demak

$$\bar{Y} = a_0 + a_1 x + a_1 x^2 + \dots + a_n x^n$$

$$\frac{\partial S}{\partial a_0} = \sum [2(Y - a_0 - a_1 X - a_2 X^2 - \dots - a_n X^n)] \cdot (-1) = 0$$

$$\frac{\partial S}{\partial a_1} = \sum [2(Y - a_0 - a_1 X - a_2 X^2 - \dots - a_n X^n)] \cdot (-X) = 0$$

.....

$$\frac{\partial S}{\partial a_n} = \sum [2(Y - a_0 - a_1 X - a_2 X^2 - \dots - a_n X^n)] \cdot (-X^n) = 0$$

(3.30)

Iqtisodiy qatorlar dinamikasi tendensiyasini aniqlash vaqtida ko‘pchilik hollarda turli darajadagi polinomlar:

$$\hat{y}(t) = \left[a_0 + \sum_{i=1}^k a_i t^i \right]^u \quad \begin{matrix} (i = -1, 0, 1, \dots, k) \\ (u = -1, 1) \end{matrix} \quad (3.31)$$

va eksponensial funksiyalar qo'llaniladi:

$$\hat{y}(t) = \left[e^{a_0 + \sum_{i=1}^k a_i t^i} \right]^u \quad \begin{matrix} (i = -1, 0, 1, \dots, k) \\ (u = -1, 1) \end{matrix} \quad (3.32)$$

Shuni qayd etib o'tish lozimki, funksiya shakli tenglashtirilayotgan qatorlar dinamikasi xarakteriga muvofiq, shuningdek, mantiqiy asoslangan bo'lishi lozim.

Polinomning eng yuqori darajalaridan foydalanish ko'pchilik hollarda o'rtacha kvadrat xatolarining kamayishiga olib keladi. Lekin bunday vaqtlarda tenglashtirish bajarilmay qoladi.

Tenglashtirish parametrlari **bevosita eng kichik kvadratlar usuli** yordamida baholanadi. Eksponensial funksiya parametrlarini baholash uchun esa boshlang'ich qatorlar qiymatini logarifmlash kerak.

Normal tenglamalar tizimi quyidagicha bo'ladi:

a) k - tartibli polinom uchun:

$$\begin{cases} na_0 + a_1 \sum t + a_2 \sum t^2 + \dots + a_k \sum t^k = \sum y \\ a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 + a_2 \sum t^3 + \dots + a_k \sum t^{k+1} = \sum yt \\ \dots \\ a_0 \sum t^k + a_1 \sum t^{k+1} + a_2 \sum t^{k+2} + \dots + a_k \sum t^{2k} = \sum yt^k \end{cases} \quad (3.33)$$

b) eksponensial funksiya uchun:

$$\begin{cases} na_0 + a_1 \sum t + a_2 \sum t^2 + \dots + a_k \sum t^k = \sum \ln y \\ a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 + a_2 \sum t^3 + \dots + a_k \sum t^{k+1} = \sum t \ln y \\ \dots \\ a_0 \sum t^k + a_1 \sum t^{k+1} + a_2 \sum t^{k+2} + \dots + a_k \sum t^{2k} = \sum t^k \ln y \end{cases} \quad (3.34)$$

Agar tendensiya ko'rsatkichli funksiyaga ega bo'lsa, ya'ni

$$y_t = a_0 a_1^t$$

bo'lsa, ushbu funktsiyani logarifmlab, parametrlarini eng kichik kvadratlar usuli yordamida aniqlash mumkin. Ushbu funktsiya uchun normal tenglamalar sistemasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\begin{cases} n \ln a_0 + \ln a_1 \sum t = \sum \ln y \\ \ln a_0 \sum t + \ln a_1 \sum t^2 = \sum t \ln y \end{cases} \quad (3.35)$$

3.4. Ekonometrik model parametrlarining iqtisodiy tahlili va elastiklik koeffitsientlarini hisoblash

Ekonometrik modellashning uchinchi bosqichi – modelni verifikatsiya qilishdir. Bu jarayon tuzilgan modelni ahamiyatligini to'rtta mezon bo'yicha tekshiriladi:

- modelning sifati ko'plikdagi korrelyatsiya koeffitsienti va determinatsiya koeffitsienti yordamida baholanadi;
- modelning ahamiyati approksimatsiya xatoligi va Fisher mezoni yordamida baholanadi;
- model parametrlarining ishonchliligi Styudent mezoni bo'yicha baholanadi;
- Darbin-Uotson mezoni yordamida «Eng kichik kvadratlar usuli» ning bajarilish shartlari tekshiriladi.

Tahlil qilinayotgan qatorlar dinamikasi har doim anchagina uzunroq qatorlarning tanlamasi hisoblanadi. Shuning uchun korrelyatsion-regression tahlil asosida olingan ekonometrik modellarning ishonchliligini har tomonlama tekshirish va baholash lozim.

Tuzilgan ekonometrik modelning ahamiyatligi, ishonchliligi va keyinchalik prognozlashda qo'llash mumkinligi quyidagi mezonlar asosida baholanadi:

1. Ekonometrik modellarni ahamiyatini Fisher mezoni va approksimatsiya xatoligi yordamida baholash.
2. Ekonometrik modellar sifatini ko'p omilli korrelyatsiya koeffitsienti va determinatsiya koeffitsienti yordamida baholash.
3. Ekonometrik model parametrlarini Styudent mezoni yordamida baholash
4. Qatorlarda qoldiq avtokorrelyatsiyani Darbin-Uotson mezoni bo'yicha baholash.

Bu mezonlarni hisoblash formulalari va tekshirish jarayoni amaliy mashg'ulotlarda ko'rsatiladi.

Fisherning z mezoni. Ingliz statistigi Fisher korrelyatsion va regression tahlillarning ishonchliligini tekshirish uchun logarifmik funksiyadan foydalanish usulini ishlab chiqdi:

$$z = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{1+r}{1-r} \right). \quad (3.36)$$

z taqsimot kichik tanlamada normal taqsimotga yaqin bo'ladi. F.Mills $n=12$ va $\rho=0,8$ da (ρ - bosh to'plamda korrelyatsiya koeffisienti) r va z taqsimot grafigini o'tkazadi. z ning o'rtacha kvadratik xatosi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$\sigma_z = \frac{1}{\sqrt{n-3}}. \quad (3.37)$$

Ushbu formulada σ_z o'rtacha kvadratik xato faqat taqsimot hajmiga, ya'ni z taqsimoti bog'lanish zichligiga bog'liq bo'lmaydi. r dan z ga o'tish tegishli jadvallar bo'yicha amalga oshiriladi hamda korrelyatsion va regression tahlil natijalari ishonchliligini tekshirish uncha qiyin bo'lmaydi.

Styudentning t mezoni. Mazkur mezon Styudent taxallusli ingliz matematigi Uilyam Gosset tomonidan ishlab chiqilgan.

Styudentning t taqsimoti kichik tanlamalar uchun maxsus belgilangan. t taqsimot taqsimlagichli suratga ega bo'lgan qiymat munosabatlarida, keyinchalik arifmetik o'rtacha qiymat taqsimlashda uchraydi:

$$t = \frac{\bar{x} - m}{\sigma_{\bar{x}}} \sqrt{\nu + 1}, \quad (3.38)$$

bu yerda, m - bosh o'rtacha;

ν - erkinlik darajasi soni ($n-1$);

\bar{x} , $\sigma_{\bar{x}}$ - tegishli tanlama to'plam arifmetik o'rtacha qiymati va o'rtacha kvadratik chetlanishi.

Juft korrelyatsiya koeffisientini tekshirish uchun $n-2$ erkinlik darajasini t taqsimotga ega bo'lgan formula orqali qiymati aniqlanadi.

Agar $t_r > t$ bo'lsa, nolinni gipotezani qo'llab bo'lmaydi va binobarin bosh to'plamda chiziqli korrelyatsiya mavjud. Uning ishonchli ta'rifi sifatida korrelyatsiyaning chiziqli koeffisienti namoyon bo'ladi.

Juft korrelyatsiya koeffisientini tekshirish uchun $n-2$ erkinlik darajasini t taqsimotga ega bo'lgan formula orqali qiymati aniqlanadi.

Agar $t_r > t$ bo'lsa, nolinni gipotezani qo'llab bo'lmaydi va binobarin bosh to'plamda chiziqli korrelyatsiya mavjud. Uning ishonchli ta'rifi sifatida korrelyatsiyaning chiziqli koeffisienti namoyon bo'ladi. Chiziqsiz bog'lanishda R to'plam korrelyatsiyasining indeksi ishonchligi ham xuddi shu usulda tekshiriladi. Bunday holda (3.10) formuladagi korrelyatsiya koeffisienti korrelyatsiya indeksi R bilan almashtiriladi. To'plam korrelyatsiya koeffisienti R kvadratik xatoga ega

$$\sigma_R = \frac{1 - R^2}{\sqrt{n - k - 1}}, \quad (3.39)$$

bu yerda, k -regressiya koeffisientlari soni.

Shunday qilib, t mezonning empirik qiymati quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$t_R = \frac{R\sqrt{n - k - 1}}{1 - R^2}, \quad (3.40)$$

bu yerda, $n - k - 1$ - erkinlik darajalari soni;

t_R - jadvaldagi qiymati bilan solishtiriladi;

$n - 2$ - erkin darajalari bilan t taqsimotga ega bo'lgan

$$t_{a_j} = \frac{a_j}{\sigma_{a_j}}, \quad (3.41)$$

qiymati asosida regressiya koeffisientlarining ishonchligi tekshiriladi.

Hozirgi vaqtda avtokorrelyatsiya mavjudligini tekshirishda Darbin – Uotson mezoni qo'llanadi:

$$DW = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (Y_i - Y_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^{n-1} Y_i^2} \quad (3.42)$$

DW mezonning mumkin bo‘lgan qiymatlari 0-4 oraliqda yotadi. Agar qatorda avtokorrelyatsiya bo‘lmasa, uning qiymatlari 2 atrofida tebranadi. Hisoblab topilgan haqiqiy qiymatlari jadvaldagi kritik qiymat bilan taqqoslanadi. Agarda $DW_{\text{haq}} < DW_{\text{past}}$ bo‘lsa, qator avtokorrelyatsiyaga ega; $DW_{\text{haq}} > DW_{\text{yuqori}}$ bo‘lsa u avtokorrelyatsiyaga ega emas; $DW_{\text{past}} < DW_{\text{haq}} < DW_{\text{yuqori}}$ bo‘lsa, avtokorrelyatsiya mavjudligini tekshirishni davom ettirish lozim. Bu yerda DW_{past} va DW_{yuqori} mezonning quyi va yuqori chegaralari. Salbiy avtokorrelyatsiya mavjud (minus ishoraga ega) bo‘lsa, u holda mezon qiymatlari 2–4 orasida yotadi, demak, tekshirish uchun $DW' = 4 - DW$ qiymatlarini aniqlash kera

Gomoskedastlik va geteroskedastlikni aniqlash uchun testlar

“Eng kichik kvadratlar” usulining ekonometrik modellardagi parametrlarni baholashda qoldiqlar kvadratlari yig‘indisining minimumga intilishiga asoslanadi. Shuning uchun regressiyaning qoldiq qiymatlarini ko‘rib chiqish muhim ahamiyat kasb etadi.

“Eng kichik kvadratlarining” uchinchi taxmini **gomoskedastlikka** tegishli bo‘lib, u har bir X uchun qoldiqning dispersiyasi bir xil bo‘lishi ekanligini anglatadi. Bu taxmin, masalan X ning katta qiymatlari uchun qoldiq dispersiyasini imkoni, xuddi kichik qiymatlardagi kabi degan tasdiq bilan kelishiladi.

Gomoskedastlik sharti: $Var(\varepsilon_i) = \sigma^2$

Agar yuqoridagi “eng kichik kvadratlar usuli” ning qo‘llanish sharti bajarilmasa, bunda geteroskedastlik holati hosil bo‘ladi. Geteroskedastlik regressiya tenglamasining parametrlari samaradorligini pasayishiga ta‘sir qiladi (3.1-rasm).

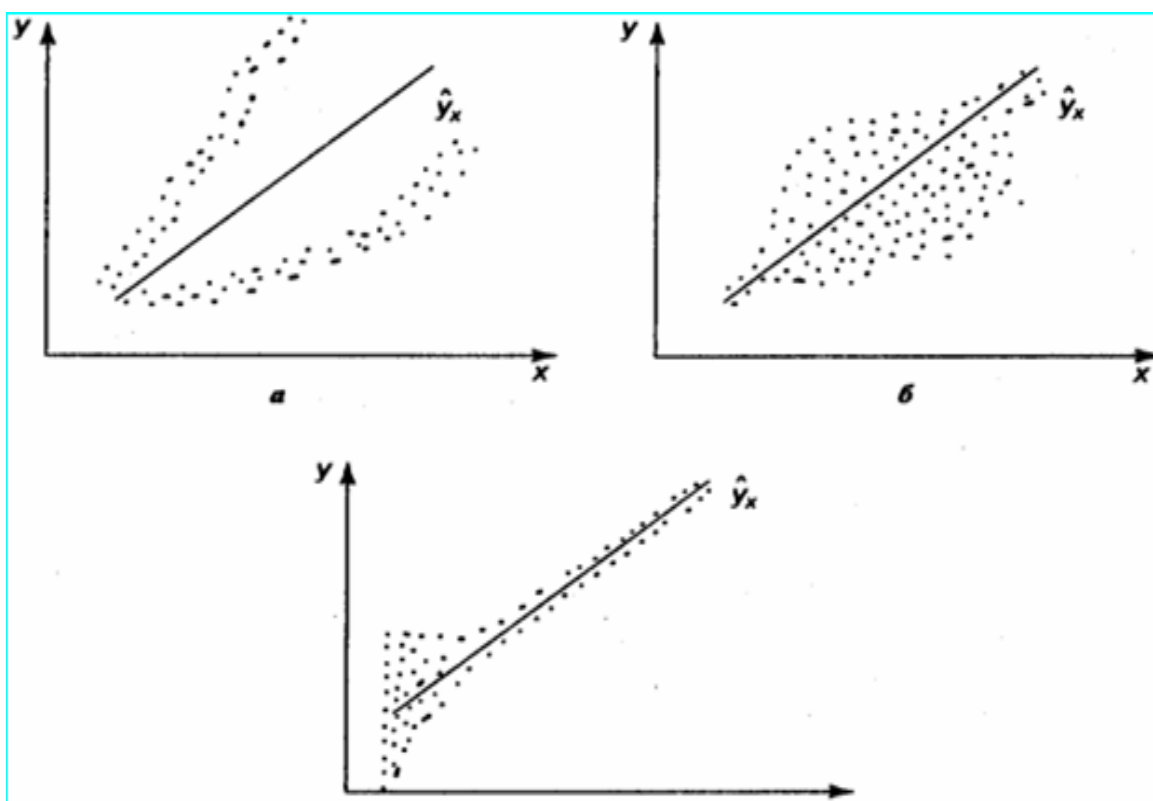
Regressiya tenglamasini tahlil qilishda elastik koeffisientlaridan foydalaniladi. Bu koeffisient (ϑ) omil belgining o‘rtacha necha foiz o‘zgarishini ifodalaydi:

$$\vartheta = a_1 * \frac{\bar{x}}{y} \quad (3.43)$$

bu yerda

$$a_1 = \vartheta * \frac{\bar{y}}{\bar{x}} \quad (3.44)$$

Agar natijaviy va omil belgilarining qo‘shimcha o‘shish sur‘atlari bir xilda bo‘lsa, u holda elastik koeffisienti birga teng bo‘ladi ($\vartheta = 1$).



3.1-rasm. Geteroskedastlik holati

Agar omil belgining qo‘shimcha o‘shish sur‘ati natijaviy belgining ko‘shimcha o‘shish sur‘atidan yukori bo‘lsa, u holda bu koeffisient birdan kichik bo‘ladi ($\vartheta < 1$) va aksincha ($\vartheta > 1$).

Faqat bog‘lanishning ko‘rsatkichli $y = a_0 x^{a_1}$ ifodasi uchun elastiklik koeffisienti o‘zgarmas miqdor bo‘ladi, ya’ni $\vartheta = a_1$.

Geteroskedastiklik nima?¹³

¹³Dimitrios Asteriou and Stephen G. Hall. Applied econometrics. A modern approach using Eviews and Microfit. New York, N.Y. Palgrave Macmillan, 2007. -p.101

Gomoskedastiklik va geteroskedastiklik soʻzlarining dastlabki taʼrifi bilan boshlansa yaxshi boʻlar edi. Baʼzi mualliflar avvaldan keltirilgan gomoskedastiklikni turlicha taʼriflagan. Lekin, Makkulloq (1985) gomoskedastiklik soʻzi yunonchadan kelib chiqqanligi haqiqatiga asoslanib, bu ixtilofni gomoskedastiklik foydasiga hal qilgan koʻrinadi. Bizning oʻquv tajribamizdan shuni angladikki, talabalar geteroskedastiklik terminidan negadir “qoʻrqishadi” va iqtisodning qiyinligini namoyish qilmoqchi boʻlgan paytda ular bu atamadan juda koʻp foydalanish kerakligini koʻrsatishadi. Shuning uchun, bizning fikrimizcha, bu soʻzning aniq maʼnosini va kelib chiqishini oydinlashtirish zarur. Ijobiy jihatdan Styudentmand (2001) juda chiroyli tarzda, talaffuz qilish qiyin boʻlsada, ota-onalar hamma pulga nimani oʻrganding?, deb soʻraganda, albatta taʼsirchan javob berishini taʼminlaydi.

Ikkita soʻzni ikki qismga boʻlish mumkin. Yunoncha soʻzlarning 1-qismida Gomo (bir xil yoki teng maʼnolarini anglatadi), yunoncha soʻzlarning 2-qismi sedastic (tarqatish, sotish va h.k.). Shunday qilib, gomoskedastiklik teng taqsimlash, geteroskedastiklik esa teng boʻlmagan taqsimlanishni bildiradi.

Ekonometrikada taqsimlanish oʻlchovi uchun variantlilikdan foydalanamiz.

Chiziqli regressiya klassik modelining takliflarga asoslangan holda, buzilishlar i ga nomunosib ravishda doimiy (teng) dispersiyaga ega boʻlishi lozim. Tenglama quyidagi matematik shaklda keltiriladi:¹⁴

$$\text{var}(u_i) = \sigma^2 \quad (3.45)$$

Shuning uchun, teng farq boʻlgan buzilishlar gomoskedastiklik degan maʼnoni anglatadi. Shu bilan birga, koʻpchilik taxminlar buzilish holatlari regression tahlillarda uchraydi. (Umumiy holatda geteroskedastiklik koʻndalang kesimli doiralarda joylashish ehtimoli koʻproq. Lekin, bu geteroskedastiklikning vaqtli qatorlar modellarida boʻlishi mumkin emas, degan maʼnoni anglatmaydi).

¹⁴ Geteroskedastiklik koʻpincha koʻndalang kesimni tuzatishda tahlil qilinganligi sababli, biz bu bobning katta qismida oʻzgaruvchilarni indekslaymiz.

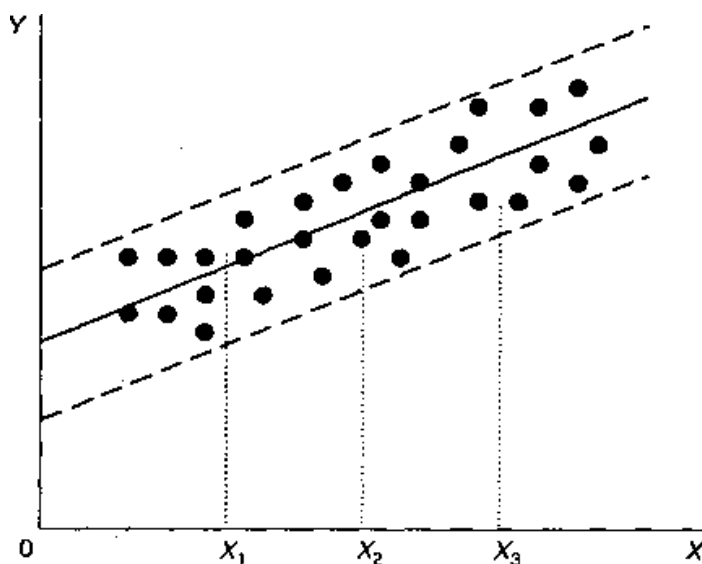
Bunday holatlarda biz gomoskedastiklik taxminlari buzildi deb ayta olamiz va xatolar shartlari dispersiyasi aynan qaysi kuzatish muhokama qilinayotganligiga bogʻliq boʻladi, aynan:

$$\text{var}(u_i) = \sigma_i^2 \quad (3.46)$$

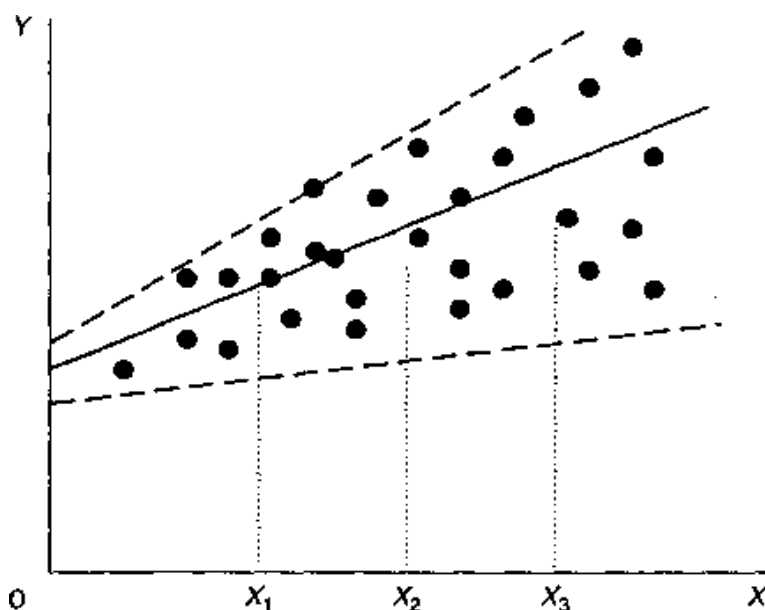
(3.14) va (3.15) oʻrtasidagi yagona farq i indeksning σ^2 ga biriktirilganligiga ahamiyat bering, yaʼni $i = 1, 2, 3, \dots, n$ koʻrinishdagi turli kuzatish uchun dispersiya oʻzgarishi mumkin degan maʼnoni anglatadi. Buni yanada aniq qilish uchun, regressiya modelining quyidagi koʻrinishdagi oddiy ikki oʻzgaruvchisiga qaytish foydalidir:

$$Y_i = \alpha + \beta X_i + u_i \quad (3.47)$$

Birinchiidan, 3.2-rasmda keltirilgan toʻplam regressiya chizigʻi grafigini koʻrib chiqamiz va uni 3.3-rasm bilan solishtiramiz. 3.2-rasmdagi nuqtalar $X(X_1 < X_2 < X_3)$ ning turli qiymatlariga tegishli boʻlsada, Y ga taʼsir koʻrsatadi. Ular regressiya chizigʻi ustida va ostida teng tarqalishi bilan regressiya chizigʻi atrofida yaqindan jamlangan (yaʼni, teng tarqalgan = gomoskedastik).

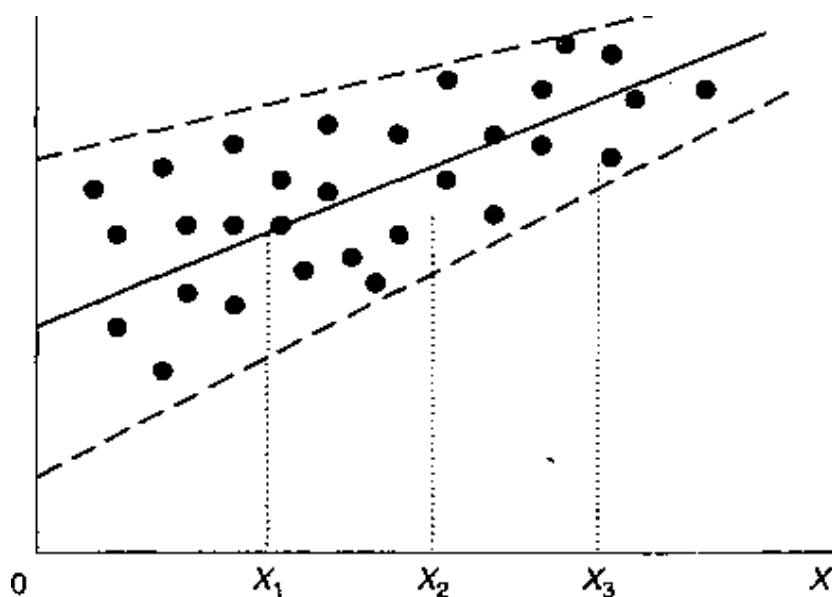


3.2-rasm. Doimiy dispersiya maʼlumotlari



3.3-rasm. O‘tib boruvchi dispersiya geteroskedastikligiga misol

Boshqa tomondan, 3.3-rasmdagi X_1 , X_2 va X_3 lar X ning turli xil mazmunlariga bog‘liq, lekin bu safar aniqki, qanchalik X ning mazmuni yuqori bo‘lsa, shunchalik chiziq atrofidagi tezlik yuqori bo‘ladi. Bu holatda tarqalish har bir X_i dan boshqacha yoki teng emas hisoblanadi (regressiya chizig‘i ustidagi va ostidagi nuqtali chiziqdan berilgan), shunday qilib biz geteroskedastiklikka ega bo‘lamiz. Endi tushunarliki, 3.4-rasmda biz qarama-qatshi holatga egamiz (past X_i uchun dispersiya yuqori). Geteroskedastiklik birinchi misoli daromad va iste‘mol modellari nuqtai nazaridan berilgan bo‘lishi mumkin



3.4-rasm. Pasayuvchi dispersiyali geteroskedastlikka misol

Kam daromad oluvchi odamlar katta xarajatlar qilish tarafdori emas. Ularning daromadlari katta qismi oziq-ovqat olishga, kiyinishga va transportga sarflanadi. Daromadning past bosqichlarida, iste'mol modellari ko'p farq qilmaydi va tarqalish ko'proq yoki kamroq past bo'ladi. Boshqa tomondan, boy odamlarning ko'proq sarflashga imkoniyati va xohishi mavjud.

3.5. Ekonometrik modellarni baholash

“Eng kichik kvadratlar” usulining birinchi ikki taxmini shundan iboratki, X ning xar bir qiymati uchun ε qoldiq nol qiymat atrofida me'yoriy taqsimlangan. Taxmin qilinadiki, ε_i uzluksiz miqdor hisoblanib, o'rtacha atrofida simmetrik taqsimlangandangacha o'zgaradi va uning taqsimlanishi 2 o'lcham o'rtachasi va variatsiyasi yordamida aniqlanadi.

Demak birinchi taxmin: ε_i - me'yoriy taqsimlangan.

Ikkinchi taxmin: $E(\varepsilon_i)=0$ - o'rtacha qoldiq nolga teng.

Haqiqatda biz stoxastik qoldiqni har bir qiymatini, ko'pgina sabablar natijasi sifatida ko'rishimiz mumkinki, bunda har bir sabab bog'liq o'zgaruvchini, u deterministik hisoblanishi mumkin bo'lgan qiymatdan sezilarsiz tarzda og'diradi.

Bunday ko'zdan kechirishda o'lchash xatosi o'xshashi bilan taqsimot xatosi to'g'ri va shuning uchun o'rtacha xatoni me'yoriyligini va nolga tengligi haqida taxminlar o'xshash.

To'rtinchi taxmin: qoldiqdagi avtokorrelyatsiya bilan bog'liq. Taxmin qilinadiki, xatolar orasida avtokorrelyatsiya yo'q, ya'ni avtokorrelyatsiya mavjud emas:

$$Cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0, (i \neq j) \quad (3.48)$$

Bu taxmin shuni anglatadiki, agar bugun natijadagi ishlab chiqarish kutilgandan ko'p bo'lsa, bundan ertaga ishlab chiqarish ko'p (yoki kam) bo'ladi degan xulosaga kelish kerak emas. Birinchi va to'rtinchi taxmin birgalikda ehtimollik nuqtai-nazaridan, taqsimot xatolari bog'liq emas deyish imkonini beradi. Shuning uchun $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n$ o'zgaruvchini o'xshash va erkin taqsimlanishi sifatida qaralishi mumkin.

$E(\varepsilon_i)=0$ bo'lgani uchun

$$Var(\varepsilon_i) = E(\varepsilon)^2. \quad (3.49)$$

Bundan

$$Cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = E(\varepsilon_i, \varepsilon_j). \quad (3.50)$$

Beshinchi taxmin: X erkin o'zgaruvchi stoxastik emasligini tasdiqlaydi. Boshqacha qilib aytganda, X ning qiymatlari nazorat qilinadi yoki butunlay prognoz qilinadi. Bu taxminni muhim qo'llanilishi shundan iboratki, i va j ning barcha qiymatlari uchun

$$E(\varepsilon_i, X_j) = X_j E(\varepsilon_i) = 0. \quad (3.51)$$

3.6. Vaqtli qatorlar va ularni prognozlash

Vaqtli qatorlar to'g'risida umumiy tushunchalar.

Ijtimoiy-iqtisodiy hodisalarning vaqt davomida o'zgarishi dinamika deb, shu jarayonni ta'riflovchi ko'rsatkichlar qatori esa *vaqtli qatorlar* deb yuritiladi.

Hodisalarning vaqt davomida o'zgarishini ta'riflovchi statistik ko'rsatkichlar qatori *vaqtli qator* deb yuritiladi.

Vaqtli qatorlar ikki elementdan tarkib topadi: biri vaqt momentlari yoki davrlar, ikkinchisi - ularga tegishli ko'rsatkichlar.

Vaqtli qatorlar uzoq muddatli tendensiya, ayrim davrlarga xos siklik yoki lokal o'zgarishlar, kundalik tebranishlar va mavsumiy o'zgarishlarni o'zida mujassamlashtirishi mumkin. Vaqtli qatorlar quyidagilar bilan xarakterlanadi:

1. Uzoq muddatli harakat yo'nalishi, ya'ni umumiy asriy tendensiya.
2. Qisqaroq davrlarga xos siklik yoki lokal o'zgarishlar.
3. Ayrim yillarga tegishli tebranishlar.
4. Mavsumiy to'lqinlar.
5. Kon'yunkturaviy tebranishlar.

Vaqtli qatorlar tahlilida hisoblanadigan ko'rsatkichlar:

1. Mutlaq qo'shimcha o'sish yoki kamayish - har qaysi keyingi davr darajasidan boshlang'ich yoki o'zidan oldingi davr darajasini ayirish yo'li bilan aniqlanadi.

$$\Delta_{i/i-1} = Y_i - Y_{i-1}, \dots, \Delta_{i/i_0} = Y_i - Y_{i_0}.$$

2. O'sish yoki kamayish koeffitsienti yoki sur'ati ($K_{o.k.}$) - har qaysi keyingi davr darajasi boshlang'ich yoki o'zidan oldingi davr darajasiga nisbatan qancha martaba katta yoki kichik ekanligini yoki qancha foiz tashkil etishini ko'rsatadi.

$$K_{i/i-1} = Y_i / Y_{i-1}; T_{i/i-1} = Y_i \cdot 100 / Y_{i-1};$$

$$K_{i/i_0} = Y_i / Y_0; T_{i/i_0} = Y_i \cdot 100 / Y_0.$$

3. Qo'shimcha o'sish (kamayish) sur'ati (Δ) ham ikki usulda aniqlanishi mumkin. Birinchi usulda har bir keyingi davr darajasidan boshlang'ich davr darajasi ayirilib, 100 ga ko'paytiriladi va boshlang'ich davr darajasiga bo'linadi.

$$\Delta_{i/i_0} = \frac{\sum (Y_i - Y_0) \cdot 100}{Y_0} \quad (3.52)$$

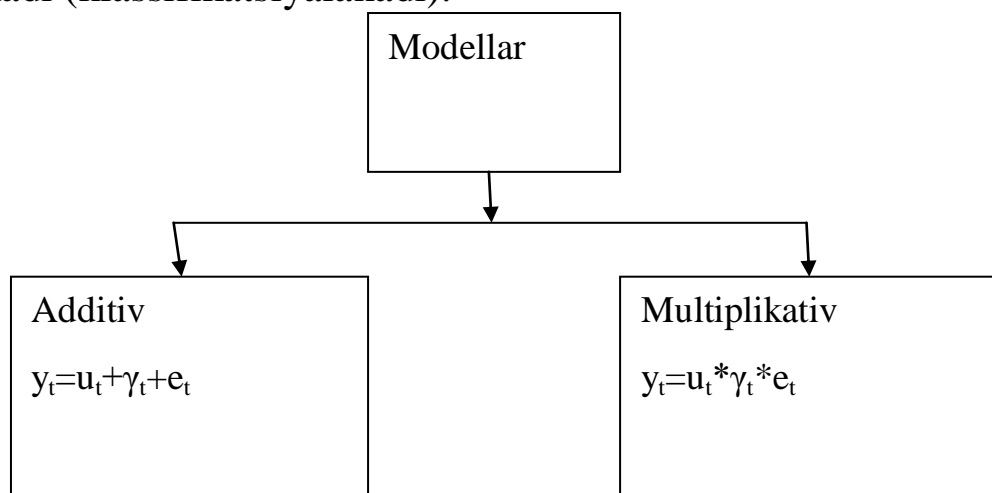
4. 1% qo'shimcha o'sish (kamayish) ning mutlaq qiymati – mutlaq qo'shimcha o'sish qiymati zanjirsimon qo'shimcha o'sish sur'atiga bo'linadi.

$$\Delta_{i/i-1} : \Delta_{T_{i/i-1}} \quad (3.53)$$

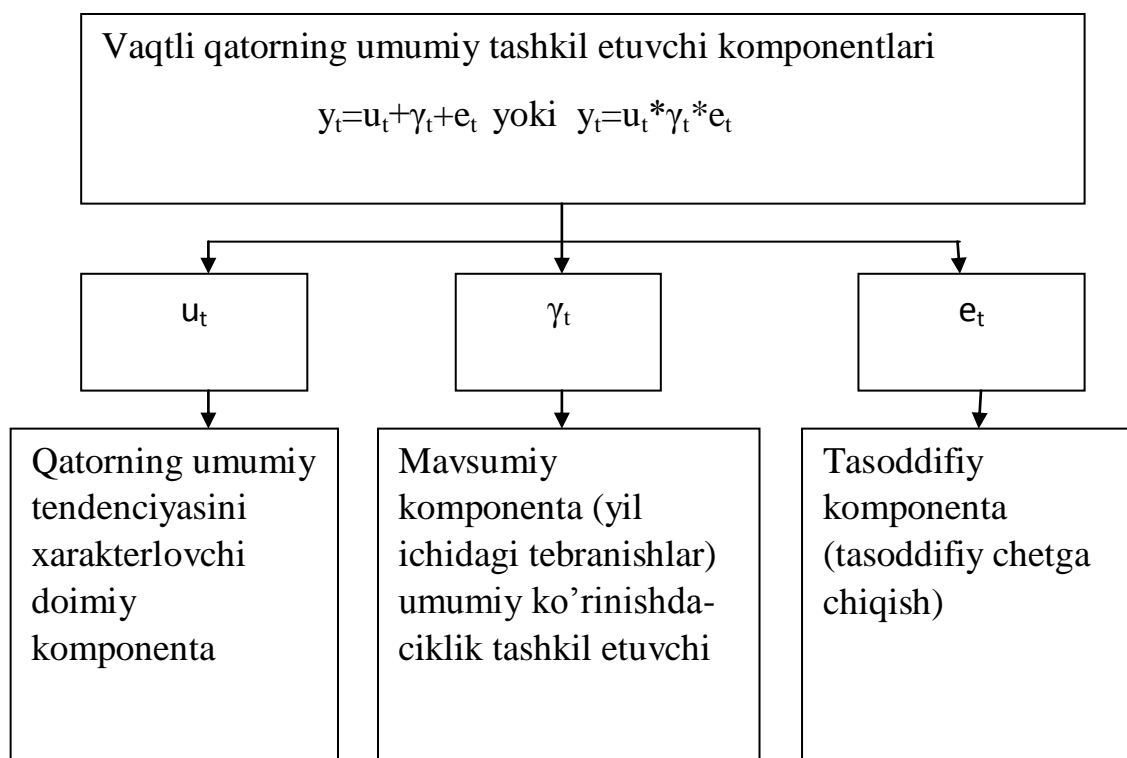
Multiplikativ va additiv modellarning tarkibiy tuzilishi.

Vaqtli qatorlar ikki elementdan tarkib topadi: biri vaqt momentlari yoki davrlar, ikkinchisi - ularga tegishli ko'rsatkichlar. Vaqtli qatorlar uzoq muddatli tendensiya, ayrim davrlarga xos siklik yoki lokal o'zgarishlar, kundalik tebranishlar va mavsumiy o'zgarishlarni o'zida mujassamlashtirishi mumkin.

Vaqt ko'rsatkichidan bog'langan holda vaqtli qatorlar momentli (ma'lum bir sanaga) va intervaliga (ma'lum bir davr ichida) tasniflanadi (klassifikatsiyalanadi).



Shuningdek, vaqtli qatorlar sanalar o'rtasidagi oraliq va ko'rsatkichlarni mazmuni bo'yicha farqlanadi. Mazmuni bo'yicha vaqtli qatorlar ko'rsatkichlari xususiy va agregatsiyalangan ko'rsatkichlaridan tashkil topadi. Xususiy ko'rsatkichlar hodisa va jarayonlarni ajratib, bir tomonlama xarakterlaydi (masalan, sutkada o'rtacha suv iste'mol qilish hajmi ko'rsatkichining dinamikasini): agregatsiyalangan ko'rsatkichlar xususiy ko'rsatkichlardan hosila hisoblanadi va o'rganilayotgan hodisa va jarayonni kompleks xarakterlaydi (masalan, iqtisodiy kon'yunkturaning ko'rsatkichlarini dinamikasi)



Ko'rinib turibdiki, vaqtli qatorning darajasini shakllantiruvchi barcha komponentlar uchta guruhga bo'linadi. Asosiy tashkil etuvchi bo'lib, trend hisoblanadi. Undan trendni tashkil etuvchini ajratib olinganidan keyin mavsumiy va tasoddiy komponentalar qiymati qoladi.

Agar qatorning tashkil etuvchilarining barchasi aniq topilgan bo'lsa, unda tasoddiy komponentaning matematik kutilishi nolga teng bo'ladi va uning o'rtacha qiymat atrofida tebranishi doimiydir.

Vaqtli qatorning asosiy komponentasi bo'lib **trend** hisoblanadi. Trend –bu vaqt bo'yicha qatorni barqaror tendensiyasi bo'lib, ozmi-ko'pmi tasodifiy tebranishlardan ta'siridan ozoddir.

Vaqtli qatorlarni tekislash usullari.

Dinamika tendensiyasini aniqlashning eng sodda usuli **qator darajalari davrini uzaytirish usulidir**. Bu usulda ketma-ket joylashgan qator darajalari teng sonda olib qo'shiladi, natijada uzunroq davrlarga tegishli darajalardan tuzilgan yangi ixchamlashgan qator hosil bo'ladi.

O'rtacha sirg'aluvchi usul - bu qator darajalarini birin-ketin ma'lum tartibda surish yo'li bilan hisoblangan o'rtacha darajadir. O'rtacha sirg'aluvchi usulda qator ko'rsatkichlaridan doimo teng sonda olib, ulardan oddiy arifmetik o'rtacha hisoblash yo'li bilan aniqlanadi. Ularni toq yoki juft sonda olinadigan qator ko'rsatkichlari asosida hisoblash mumkin.

O'rtacha sirg'aluvchi usul o'rtacha qiymatni aniqlash vaqtida tasodifiy chetlanishlarning o'sish holatiga asoslanadi. O'rtacha faktik qiymatlar qatorlari dinamikasi tekislanayotgan vaqtda sirg'anishning o'rtacha nuqta davrini ko'rsatadigan o'rtacha qiymatlar bilan almashinadi. Odatda o'rtacha sirg'anuvchi usulning ikki modifikatsiyasidan, ya'ni oddiy va vaznli tekislashdan foydalaniladi.

Oddiy tenglashtirish o'rtalikdagi p uzunlikdagi vaqt uchun oddiy o'rta arifmetik hisoblashdan tuzilgan yangi qator tuzishga asoslanadi:

$$y_k = \frac{\sum_{t=k}^{p+k} y}{p} \quad (k = 1, 2, \dots, N - p + 1), \quad (3.54)$$

bu yerda, p – tenglashtirish davri uzunligi vaqtli qatorlar xarakteriga bog'liq bo'ladi;

k – o'rtacha qiymatning tartib nomeri.

Vaznli tenglashtirish turli nuqtadagi qatorlar dinamikasi uchun vaznli o'rtacha qiymatlarni o'rtachalashtirishdan iborat.

Birinchi $2p+1$ qatorlar dinamikasini olib ko'raylik (p odatda 1 yoki 2 ga teng). Tendensiyalar funksiyasi sifatida qandaydir:

$$y_t = \sum_{i=0}^k a_i t^i \quad (3.55)$$

(2) to'la darajasini olaylik.

Uning parametrlari

$$a_0 \sum_{-p+1}^{p+1} t^i + a_1 \sum_{-p+1}^{p+1} t^{i+1} + \dots + a_k \sum_{-p+1}^{p+1} t^{i+k} = \sum_{-p+1}^{p+1} y_i t^i \quad (3.56)$$

tenglamasi yordamida eng kichik kvadratlar usuli bilan aniqlanadi.

Ko'phad (polinom) o'rtacha darajasi $p+1$ nuqtasiga joylashgan. a_0 ga nisbatan tenglamani yechsak:

$$a_0 = b_1 y_1 + b_2 y_2 + \dots + b_{2p+1} y_{2p+1} \quad (3.57)$$

hosil qilamiz. Bu yerdagi b_1 qiymati p va k mohiyatiga bog'liq bo'ladi. Hosil bo'lgan tenglama (4) birinchilardan $2p+1$ qatorlar dinamikasi qiymatining vaznli o'rtacha qiymat arifmetikasi hisoblanadi.

Vaqtli qatorlarda odatda uch ko'rinishdagi tendensiya ajratiladi. O'rta daraja tendensiyasi odatda matematik tenglama yordamida ifodalangan to'g'ri chiziqning atrofida izlanayotgan hodisaning o'zgarayotgan xaqiqiy darajasini ifodalaydi:

$$Y_t = f_t + \varepsilon_t \quad (3.58)$$

Bu funksiyaning mazmuni shundaki, trendning qiymatlari vaqtning ayrim momentlarida dinamik qatorning matematik kutilishi bo'ladi.

Dispersiya tendensiyasi qatorning empirik darajalari va determinallangan komponentasi o'rtasidagi farqni o'zgarish tendensiyasini xarakterlaydi. Avtokorrelyatsiya tendensiyasi dinamik qatorning alohida darajalari o'rtasidagi aloqalarni xarakterlaydi

Izlanayotgan trend tenglamasini tanlashda **soddalik tamoyiliga** amal qilish kerak va u bir necha xildagi chiziqlardan empirik ma'lumotlarga eng yaqinini (bir muncha soddasini) tanlashdan iborat bo'ladi. Buni shu bilan yana asoslashadiki, chizikli trendning tenglamasi qancha murakkab bo'lsa va u qancha ko'p parametrlarni o'z ichiga olsa, ularning yaqinlash darajasi teng bo'lganida ham bu parametrlarni ishonchli baholash shuncha qiyinlashib boradi. Amaliyotda ko'pincha asosiy ko'rinishdagi vaqtli qatorlar trendlaridan

foydalaniladi. Xuddi shuningdek, tendensiyalar tiplari va trend tenglamalari ham bo‘linadi.

Ekonometrik izlanishlarda tanlangan model bo‘yicha yuqorida sanab o‘tilgan har bir komponentni **miqdoriy tahlili** o‘tkaziladi.

Trendni ajratib olishdan avval, uning mavjudligi to‘g‘risidagi **gipotezani** tekshirish zarur. Amalda trendning mavjudligini tekshirish uchun bir nechta mezonlar mavjud, ammo asosiy bo‘lib, yuqoridagi sxemada keltirilgan ikkita mezon hisoblanadi.

Trendning mavjudligini tekshirish uchun mezonlar:

1) Bir qatorning ikki qismini o‘rtachalarini ayirmasi usuli. O‘rtachalar ayirmasini mavjudligi haqidagi gipoteza tekshiriladi: Buning uchun vaqtli qator ikki teng yoki deyarli teng qismlarga bo‘linadi. Gipotezani tekshirish mezoni sifatida Styudent mezoni qabul qilinadi. Agar $t \geq t_{\alpha}$, bo‘lsa, bunda t - Styudent mezonining hisoblangan qiymati; t_{α} - mohiyatlilik darajasi α - jadvaldagi qiymat, unda trendning mavjud emasligi haqidagi gipoteza inkor etiladi; agarda $t < t_{\alpha}$ bo‘lsa, u holda (N_0) gipoteza qabul qilinadi

2) Foster-Styuart usuli. Hodisaning tendensiyasi va vaqtli qator darajalarining dispersiyasini trendini mavjudligi aniqlanadi. Ko‘pincha bu usul vaqtli qatorni chuqur tahlil qilishda va uni bo‘yicha prognozlarni tuzishda qo‘llaniladi.

Nazorat savollari:

1. Vaqtli qator deb nimaga aytiladi?
2. Vaqtli qatorlar variasion qatorlardan qanday xususiyatlari va alomatlari bilan farq qiladilar?
3. Vaqtli qatorlarni qanday usullar bilan tekislash mumkin?
4. O‘rtacha sirg‘aluvchan usul nima va qachon qo‘llanadi?
5. Avtokorrelyatsiya nima va u qanday tahlil qilinadi?
6. Multikolleniearlik nima va u korrelyatsion bog‘lanish natijalariga qanday ta’sir etadi hamda qaysi yo‘l bilan uni bartaraf qilish mumkin?
7. Vaqtli qatorlarda korrelyatsion-regression tahlil usullarini qo‘llash shart-sharoitlarini tushuntirib bering?
8. Taklif va boshqa bozor iqtisodiyot qonunlari namoyon bo‘lishini o‘rganishda regression tahlil usullaridan foydalanish tartibini misollarda tushuntirib bering.

9. Avtokorrelyatsiya qachon vujudga keladi?
10. Avtokorrelyatsiyani necha xil usul yordamida bartaraf etish mumkin?
11. Ekonometrik modelni real o'rganilayotgan jarayonga mos kelishini qaysi mezon yordamida aniqlash mumkin?
12. Ekonometrik modeldagi parametrlardan birortasi ishonchsiz bo'lsa, uni nima qilish mumkin?

4-BOB. AMALIY MASHG‘ULOTLAR BO‘YICHA MASALALAR

1- amaliy mashg‘ulot uchun masalalar.

1- masala Quyidagi jadvalda keltirilgan ma’lumotlar asosida:

1) $y = a + bx$ regressiya tenglamasining a va b parametrlari hisoblansin;

2) Y va X ko‘rsatkichlarning bog‘liqlik zichligini aniqlovchi korrelyatsiya koeffisienti (r_{xy}) hisoblansin;

3) Approksimatsiyaning o‘rtacha xatosi hisoblansin;

4) Elastiklik koeffisientii (E) hisoblansin.

n	Y	X
1	27	18
2	29	21
3	28	23
4	30	22
5	32	24
6	33	23
7	31	26
8	35	28
9	34	31
10	36	32

2- masala Quyidagi ma’lumotlar keltirilgan.

n	P	Q_d	Q_s
1	24,9	64,3	35,9
2	25,3	63,2	38,9
3	26,9	61,7	41,8
4	27,3	60,3	43,7
5	29,1	55,4	49,6
6	30,5	53,2	50,7
7	31,6	51,4	52,9
8	32,4	48,3	56,9
9	32,9	47,5	59,8

10	33,8	43,3	62,8
11	34,2	42,1	63,7
12	34,7	40,8	63,9
13	35,5	39,4	70,1
14	35,9	38,4	70,4
15	36,2	37,5	70,8

Jadvalda keltirilgan ma'lumotlar asosida quyidagilar aniqlansin:

1) Talab va Taklif hajmining bahoga nisbatan quyidagi ko'rinishdagi $Q_d = a_0 + a_1 \cdot P$ va $Q_s = b_0 + b_1 \cdot P$ chiziqli ekonometrik modeli tuzilsin.

2) Muvozanat baho (P^*) va muvozanat sotish hajmi ($Q_d = Q_s$) aniqlansin.

3) Talab hajmi va baho o'rtasida, taklif hajmi va baho o'rtasida korrelyatsiya koeffitsientlari hisoblansin.

4) Talab hajmi va baho o'rtasida, taklif hajmi va baho o'rtasida elastiklik koeffitsientlari hisoblansin.

5) Talab va taklif hajmining bahoga nisbatan grafiklari aks ettirilsin.

2- masala Berilgan ma'lumotlar asosida tavsifiy statistika amalga oshirilsin.

n	X	Y
1	1,8	5
2	2,6	8
3	1,5	9
4	2,3	10
5	2,5	7
6	1,7	6
7	2,7	5
8	1,8	8
9	2,2	9
10	1,5	12

4- masala Shokolad ishlab chiqaruvchi firmaning rahbariyati o'zining ko'pdan buyon ishlab chiqarayotgan mashhur shokolad markasini sotishni prognozlash bo'yicha modelini yaratishga manfaatdor. Ushbu firma faoliyatining 2000-2016 yillar bo'yicha quyidagi ma'lumotlari keltirilgan:

Vaqt	Sotish hajmi, mln. so'm, Y	Reklama xarajatlari, mln. so'm, X1	Bir birligi bahosi, X2	Raqobatchinining bir birlik mahsuloti bahosi, X3	Iste'mol xarajtlari indeksi, X4
2000	126	4,0	15,0	17,0	100,0
2001	137	4,8	14,8	17,3	98,4
2002	148	3,8	15,2	16,8	101,2
2003	191	8,7	15,5	16,2	103,5
2004	274	8,2	15,5	16,0	104,1
2005	370	9,7	16,0	18,0	107,0
2006	432	14,7	18,1	20,2	107,4
2007	445	18,7	13,0	15,8	108,5
2008	367	19,8	15,8	18,2	108,3
2009	367	10,6	16,9	16,8	109,2
2010	321	8,6	16,3	17,0	110,1
2011	307	6,5	16,1	18,3	110,7
2012	331	12,6	15,4	16,4	110,3
2013	345	6,5	15,7	16,2	111,8
2014	364	5,8	16,0	17,7	112,3
2015	384	5,7	15,1	16,2	112,9

Ushbu ma'lumotlar asosida shokolad ishlab chiqaruvchi firma uchun sotishni eng to'g'ri aniqlovchi modelni toping.

Olingan natijalarni barcha mezonlar bo'yicha tekshirib ko'ring:

- regressiya tenglamasini Fisherning F-mezoni bo'yicha;

- regressiya koeffisientlarini Studentning t-mezoni bo'yicha;

- natijaviy ko'rsatkichda avtokorrelyatsiyaning mavjudligini Darbin-Uotson DW-mezoni bo'yicha;

- barcha omillar bo'yicha elastiklik koeffisientlari hisoblansin va iqtisodiy ta'rifi berilsin;

- barcha omillar orasida juft, xususiy va ko'plikdagi korrelyatsiya koeffisientlari hisoblansin;

- determinatsiya koeffisientlari hisoblansin va ularning iqtisodiy ma'nosi aniqlansin;

- 2017-2020 yillarga sotish hajmini eng yaxshi ekonometrik model bo'yicha prognoz qilinsin.

3- amaliy mashg'ulot: Ekonometrik modellarni tuzish, baholash va iqtisodiy qarorlar qabul qilish

Regressiya koeffisientlarini "Eng kichik kvadratlar usuli" yordamida hisoblash. Chiziqli va chiziqsiz ko'p omilli regression bog'lanishlar. Elastiklik koeffisientlarini hisoblash. Ekonometrik modellarni baholash. Avtokorrelyatsiyani paydo bo'lishi sabablari va bartaraf etish yo'llari.

2- amaliy mashg'ulot masalalari.

1- masala Quyidagi ma'lumotlar berilgan

t	Y	X_1	X_2	X_1^* X_2	X_1^* Y	$X_2^* Y$	hisob	t^2	$t*X_1$	$t*X_2$
1	17,8	20,6	30,2							
2	15,4	50,8	31,4							
3	20,3	10,4	29,8							
4	25,7	60,4	27,4							
5	22,6	50,4	30,4							
6	20,3	30,4	25,6							
7	28,6	40,9	22,1							
8	31,7	50,8	20,8							
9	30,3	70,5	16,9							
10	28,1	10,6	21,8							
11	24,9	11,3	25,7							
12	31,0	15,7	30,8							
13	33,9	12,6	5,7							
14	36,8	11,9	40,3							
15	32,4	14,7	29,7							

Jadvaldagi A, B, C, D ustunlarni hisoblash formulalari quyida keltirilgan:

$$A = (Y_i - \bar{Y})^2, B = (X_{1i} - \bar{X}_1)^2, C = (X_{2i} - \bar{X}_2)^2, D = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_i - Y_{\text{хисоб}}}{Y_{\text{хисоб}}} \right|$$

Ushbu ma'lumotlar asosida:

1. Quyidagi ko'rinishdagi ko'p omilli ekonometrik modelni tuzing

$$Y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2$$

Modeldagi noma'lum a_0, a_1, a_2 parametrlarni topish uchun quyidagi normal tenglamalar sistemasidan foydalaning:

$$\begin{cases} n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum X_1 + a_2 \cdot \sum X_2 = \sum Y \\ a_0 \cdot \sum X_1 + a_1 \cdot \sum X_1^2 + a_2 \cdot \sum X_1 \cdot X_2 = \sum X_1 \cdot Y \\ a_0 \cdot \sum X_2 + a_1 \cdot \sum X_1 \cdot X_2 + a_2 \cdot \sum X_2^2 = \sum X_2 \cdot Y \end{cases}$$

2. Omilar o'rtasida xususiy, juft va ko'plikdagi korrelyatsiya koeffisientlarini hisoblang.

Xususiy korrelyatsiya koeffisientlari:

$$r_{x_j y} = \frac{\overline{x_j \cdot y} - \bar{x}_j \cdot \bar{y}}{\sigma_{x_j} \cdot \sigma_y}$$

Juft korrelyatsiya koeffisientlari:

$$r_{x_i x_j} = \frac{\overline{x_i \cdot x_j} - \bar{x}_i \cdot \bar{x}_j}{\sigma_{x_i} \cdot \sigma_{x_j}}$$

Ko'plikdagi

korrelyatsiya

koeffisienti:

$$R_{y x_1 x_2} = \frac{r_{y x_1}^2 + r_{y x_2}^2 - 2r_{y x_1} r_{y x_2} r_{x_1 x_2}}{1 - r_{x_1 x_2}^2}$$

3. Determinatsiya koeffisientini hisoblang va uning iqtisodiy ma'nosini batafsil yozing.

4. Ta'sir etuvchi omillar bo'yicha elastiklik koeffisientlarini hisoblang:

$$\mathcal{E}_{x_j} = a_j \cdot \frac{\bar{x}_j}{\bar{y}}$$

5. $X=f(t)$ ko'rinishidagi trend ekonometrik modelni tuzing. Ya'ni

$$x_j = b_0 + b_1 \cdot t$$

Trend ko‘rinishidagi ekonometrik modeldagi b_0 va b parametrlarni topish uchun quyidagi normal tenglamalar sistemasidan foydalaning:

$$\begin{cases} n \cdot b_0 + b_1 \cdot \sum t = \sum x_j \\ b_0 \cdot \sum t + b_1 \cdot \sum t^2 = \sum t \cdot x_j \end{cases}$$

2-3- masalalar shartlari 1- masaladagidek bo‘ladi.

2- masala

t	X_1	X_2	Y	X_1^2	X_2^2	X_1 *	X_1 *	X_2 *	A	B	C	D	t^2	$t \cdot X_1$	$t \cdot X_2$
						X_2	Y	Y							
1	0,7	5	30,7												
2	0,9	4	34,3												
3	1,3	3	29,7												
4	2,8	8	23,4												
5	4,1	7	21,3												
6	5,2	10	25,7												
7	4,9	14	22,9												
8	5,2	21	28,6												
9	5,9	19	30,3												
10	6,1	15	24,4												
11	5,5	8	32,1												
12	6,2	11	31,4												
13	6,7	19	30,9												
14	7,3	22	35,2												
15	7,0	25	32,4												

3-masala

t	Y	X_1	X_2	X_1 * X_2	X_1 * Y	X_2 * Y	A	B	C	D	t^2	$t*X_1$	$t*X_2$
1	5,8	6,4	0,7										
2	2,9	9,8	0,5										
3	0,3	10,2	1,4										
4	8,4	15,4	1,7										
5	6,7	11,9	2,5										
6	7,1	18,2	3,0										
7	9,3	19,6	4,4										
8	1,5	21,4	5,6										
9	2,8	20,3	7,7										
10	4,3	16,2	9,3										
11	6,9	18,7	8,5										
12	2,1	19,6	7,9										
13	0,5	15,9	10,7										
14	1,3	18,5	9,3										
15	2,0	23,2	11,1										

4- masala Vaqtli qatorlar.

yillar	Sotish hajmi, mln. so'm, Y	Absolyut qo'shimcha o'sish		Nisbiy qo'shimcha o'sish		O'sish sur'ati		t	t^2	$t*Y$	$Y_{his.}$	$\left \frac{Y_i - Y_{his}}{Y_i} \right $
		Bazisli	Zanjirli	Bazisli	Zanjirli	Bazisli	Zanjirli					
2001	165,0	-	-	-	-	-	-	1				
2002	187,0							2				
2003	219,8							3				
2004	205,0							4				
2005	200,0							5				
2006	193,0							6				
2007	215,0							7				
2008	230,0							8				
2009	235,0							9				

2010	228,0							10				
2011	202,0							11				
2012	198,0							12				
2013	225,0							13				
2014	228,0							14				
2015	248,0							15				

Jadval ma'lumotlari asosida:

1. Absolyut qo'shimcha o'sishni quyidagi formula bo'yicha hisoblang

Mutlaq qo'shimcha o'sish yoki kamayish - har qaysi keyingi davr darajasidan boshlang'ich yoki o'zidan oldingi davr darajasini ayirish yo'li bilan aniqlanadi.

$$\text{Bazisli} - \Delta_{i/i_0} = Y_i - Y_{\text{bazuc}}$$

$$\text{Zanjirli} - \Delta_{i/i-1} = Y_i - Y_{i-1}.$$

2. Nisbiy qo'shimcha o'sishni quyidagi formula bo'yicha hisoblang

Nisbiy qo'shimcha o'sish yoki kamayish - har qaysi keyingi davr darajasidan boshlang'ich yoki o'zidan oldingi davr darajasini bo'lib, 100 ga ko'paytirish yo'li bilan aniqlanadi.

$$\text{Bazisli} - \Delta_{i/i_0} = (Y_i / Y_{\text{bazuc}}) * 100$$

$$\text{Zanjirli} - \Delta_{i/i-1} = (Y_i / Y_{i-1}) * 100.$$

3. O'sish sur'atini quyidagi formula bo'yicha hisoblang

$$\text{Bazisli} - \Delta_{i/i_0} = ((Y_i - Y_{\text{bazuc}}) / Y_{\text{bazuc}}) * 100$$

$$\text{Zanjirli} - \Delta_{i/i-1} = ((Y_i - Y_{i-1}) / Y_{i-1}) * 100$$

4. $X=f(t)$ ko'rinishidagi trend ekonometrik modelni tuzing. Ya'ni

$$Y = b_0 + b_1 \cdot t$$

Trend ko'rinishidagi ekonometrik modeldagi b_0 va b parametrlarni topish uchun quyidagi normal tenglamalar sistemasidan foydalaning:

$$\begin{cases} n \cdot b_0 + b_1 \cdot \sum t = \sum Y \\ b_0 \cdot \sum t + b_1 \cdot \sum t^2 = \sum t \cdot Y \end{cases}$$

5- masala Shartlari 4- masaladagidek.

yillar	Sotish hajmi, mln. so‘m, Y	Absolyut qo‘shimcha o‘shish		Nisbiy qo‘shimcha o‘shish		O‘shish sur‘ati		t	t ²	t [*] _Y	Y _{his.}	$\left \frac{Y_i - Y_{his}}{Y_i} \right $
		Bazisli	Zanjirli	Bazisli	Zanjirli	Bazisli	Zanjirli					
1996	195,0	-	-	-	-	-	-	1				
1997	209,8							2				
1998	219,8							3				
1999	201,0							4				
2000	259,0							5				
2001	310,0							6				
2002	280,0							7				
2003	235,0							8				
2004	242,0							9				
2005	277,0							10				
2006	325,0							11				
2007	346,0							12				
2008	270,0							13				
2009	300,0							14				
2010	280,0							15				

3- amaliy mashg‘ulot: Ishlab chiqarish funksiyalari. Prognozlashda ekonometrik modellardan foydalanish

Ishlab chiqarish funksiyalari. Kobb-Duglas funksiyasi. Ishlab chiqarish funksiyasi xarakteristikalar. Iqtisodiy ko‘rsatkichlarni prognozlashda ekonometrik modellardan foydalanish. Prognozlash funksiyalari. Prognozlash usullari: ekspert baholash, ekstrapolyatsiya, trend, imitasion, ssenariy. Ekonometrik tenglamalar tizimi yordamida prognozlash usuli

3- amaliy mashg‘ulot masalalari.
1- masala Ishlab chiqarish funksiyalari.

t	Mahsulot miqdori, Y	Ishchi kuchi, L	Asosiy fondlar qiymati, K
1	120,3	110,8	27,1
2	245	230	30
3	342	320	36,6
4	461	440	36,6
5	564	550	40,4
6	777	750	40,4
7	812,5	801,5	44,7
8	942	910	44,7
9	1005	980	40,4
10	1080	1010	49,4
11	2100	2000	54,6
12	2200	2050	60,3
13	2250	2200	60,3
14	2340	2310	60,3
15	2410	2390	60,3

Jadvalda keltirigan ma’lumotlar asosida:

1. Darajali $Y = A \cdot K^\alpha \cdot L^\beta$ ishlab chiqarish funksiyasini chiziqli $\ln Y = \ln A + \alpha \cdot \ln K + \beta \cdot \ln L$ funksiya ko‘rinishiga keltiring.

2. Chiziqli ishlab chiqarish funksiyasining $\ln A$, α , β parametrlari qiymatlari hisoblansin.

3. chiziqli $\ln Y = \ln A + \alpha \cdot \ln K + \beta \cdot \ln L$ funksiyaning darajali $Y = A \cdot K^\alpha \cdot L^\beta$ funksiyasiga keltiring.

4. O‘rtacha mehnat unumdorligi, o‘rtacha fond qaytimi, chekli mehnat unumdorligi va chekli fond qaytimi aniqlansin.

5. Omillar o‘rtasida bog‘lanish zichliklari aniqlansin.

6. Ta’sir etuvchi omillar bo‘yicha $\ln L = a_0 + a_1 \cdot t$ va $\ln K = b_0 + b_1 \cdot t$ ko‘rinishidagi trend modellar tuzilsin.

7. Trend modellari qiymatlari asosida mahsulot miqdori (Y) 5 yilga prognoz qilinsin.

2-5 masalalar shartlari 1- masaladagidek bo‘ladi.

2- Masala

t	Mahsulot miqdori, Y	Ishchi kuchi, L	Asosiy fondlar qiymati, K
1	16,7	3,4	12,4
2	21,8	4,4	12,8
3	30,4	132	13,5
4	35,8	154	14,6
5	36,7	163	15,2
6	39,2	172	15,8
7	41,4	181	16,8
8	45,8	195	17,4
9	52,7	220	18,1
10	60,7	170	19,4
11	77,8	340	20,5
12	82,4	450	20,9
13	105,4	500	21,4
14	115,6	544	22,7
15	140,8	568	23,7

Masala

t	Mahsulot miqdori, Y	Ishchi kuchi, L	Asosiy fondlar qiymati, K
1	80,4	3,4	2,4
2	82,6	4,4	2,6
3	85,4	6,5	3,5
4	89,7	7,6	4,2
5	92,7	8,4	5,6
6	96,7	10,4	5,9
7	102,4	12,6	6,2
8	105,6	14,5	6,5
9	106,7	15,8	7,1
10	108,9	16,4	7,8
11	112,4	17,2	8,2
12	116,5	19,2	8,9
13	119,4	21,4	9,4
14	124,6	22,8	10,2
15	130,5	23,5	10,7

3- masala

t	Mahsulot miqdori, Y	Ishchi kuchi, L	Asosiy fondlar qiymati, K
1	5,8	3,4	2,4
2	6,4	4,4	2,6
3	7,3	6,5	3,5
4	7,5	7,6	4,2
5	9,2	8,4	5,6
6	10,5	10,4	5,9
7	13,6	12,6	6,2
8	16,8	14,5	6,5
9	20,4	15,8	7,1
10	26,5	16,4	7,8
11	30,3	17,2	8,2
12	35,4	19,2	8,9
13	39,3	21,4	9,4
14	42,1	22,8	10,2
15	45,7	23,5	10,7

4- masala

t	Mahsulot miqdori, Y	Ishchi kuchi, L	Asosiy fondlar qiymati, K
1	6,8	5,6	14,2
2	6,8	5,7	15,3
3	7,2	5,7	15,4
4	9,4	6,3	15,9
5	8,3	6,5	16,4
6	9,5	6,8	16,9
7	10,2	7,4	17,4
8	10,9	7,8	17,4
9	11,7	8,4	17,4
10	12,4	8,6	18,3
11	13,8	8,9	18,9
12	14,4	9,2	19,2
13	15,2	10,5	19,2
14	16,8	11,4	20,5
15	20,7	12,7	20,9

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha HARA KATLAR STRATEGIYASI to‘g‘risida” O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoni, 2017 yil 7 fevral.

2. Mirziyoev Sh.M. “Qonun ustuvotligi vs inson manfaatlarini ta‘minlash – yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi”. Toshkent: “O‘zbekiston”, 2017.

3. Dimitrios Asteriou and Stephen G. Hall. Applied Econometrics. A modern approach using Eviews and Microfit. New York, N.Y. Palgrave Macmillan, 2007. -410 p.

4. Econometrics Bruce E. Hansen 2016 University of Wisconsin Department of Economics. This Revision: January 14, 2016

5. Econometrics Streamlined, Applied and e-Aware Francis X. Diebold University of Pennsylvania Edition 2016 Version Thursday 17th March, 2016.

6. Introductory Econometrics A Modern Approach F i f th Edition Jeffrey M. Wooldridge Michigan State University, 2013.

7. Fumio Hayashi: Econometrics is published by Princeton University Press and copyrighted, © 2000, by Princeton University Press, 2014.

8. Introductory Econometrics, A Modern Approach, 4e, Jeffrey M. Wooldridge Michigan State University, 2014.

9. Introductory Econometrics for Finance SECOND EDITION Chris Brooks The ICMA Centre, University of Reading, 2015.

10. Замков О.О. и др. Математические методы в экономике: Учебник.- М.: Изд-во «Дело и сервис», 2009.

11. Количественные методы в экономических исследованиях: Учебник для вузов / Под ред. Ш.В.Грачевой, М.Н. Фадеевой, Ю.Н. Черёмных.- М.: ЮНИТИ -ДИАНА, 2010.

12. Эконометрика. Учебник /Под. ред. И.И. Елисеевой.- М.: Финансы и статистика, 2010.

13. Баканов М.И., Шеремет А.Д. Основы экономического анализа. -М.: ЮНИТИ, 2009.

14. Попов Л. А. Анализ и моделирование: Учебник. -М.: Финансы и статистика, 2008.

15. Кремер Н.Ш. Эконометрика: Учебник. /Под. ред. Н.Ш.Кремера. -М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2008.

16. Доугерти К. Введение в эконометрику. -М.: ЮНИТИ, 2006.

17.Замков О.О. Эконометрические методы в макроэкономическом анализе. -М.: ДиС, 2010.

18.Замков О.О. Математические методы и модели. -М.: ДиС, 2008.

19.Горбунов В.К Математическая модель потребительского спроса. М.: Экономика, 2004.

20.Экономико-математические методы и прикладные модели. Учебное пособие. /Под ред. В. В. Федосеева. -М.: ЮНИТИ, 2010.

21.Федосеев В.В., Гармош А. и др. Экономико-математические методы прикладные модели: Учебное пособие для вузов.- М.: ЮНИТИ, 2009.

22.Росленский В.З. Количественный анализ в моделях экономики. Лекции для студентов. -М.: Эконом. факульт. МГУ, ТЕИС, 2009.

23.Дубров А. М. Моделирование рискованных ситуаций в экономике и бизнесе. Учебное пособие.. -М.: ФиС, 2008.

24.Монахов А.В. Математические методы анализа экономики: Учебное пособие. -СПб: ПИТЕР, 2008.

25.Боровиков В.П. Прогнозирование в системе STATISTICA в среде Windows. Основы теории и интенсивная практика на компьютере: Учебное пособие. /В.П.Боровиков, Т. И.Ивченко. - М.: ФиС, 2008.

26.Кулинич Е.И. Эконометрия. -М.: Финансы и статистика, 2-переработанное и переизданное, 2010.

27.Магнус Я.Р. Эконометрика: Начальный курс. -М.: Дело, 2008.

Internet resurslar

1. www.gov.uz
2. www.mf.uz
3. www.naaba.uz
4. www.lex.uz
5. www.norma.uz

MUNDARIJA

Kirish.....	3
1- bob. Ekonometrika faninning nazariy asoslari	4
1.1. Ekonometrikaning predmeti, usullari,vazifalari va asosiy tushunchalari.....	4
1.2. Iqtisodiyotda ekonometrik modellashtirishning zarurligi	10
1.3. Ekonometrik model tushunchasi,turlari va undagi o‘zgaruvchilar	11
1.4. Ekonometrik modellashtirish bosqichlari	12
2- bob. Ekonometrik modellarni tuzish, baholash va iqtisodiy qarorlar qabul qilish.....	16
2.1. Iqtisodiy-ijtimoiy jarayonlarda bog‘likliklar turlarini o‘rganish	16
2.2. Korrelyatsiya koeffisientining turlari va hisoblash usullari	17
2.3. Chiziqli va chiziqsiz regression bog‘lanishlar	18
2.4. Korrelyatsion-regression tahlilda eng kichik kvadratlar usulining qo‘llanilishi	21
3- bob. Ishlab chiqarish funksiyalari. Prognozlashda ekonometrik modellardan foydalanish.....	27
3.1. Ishlab chiqarish funksiyalari. Kobb-Duglas funksiyasi. Ishlab chiqarish funksiyasi xarakteristikalarini	27
3.2. Chiziqli va chiziqsiz ko‘p omilli iqtisodiy bog‘lanishlar.....	34
3.3. Umumlashtirilgan va bevosita “eng kichik kvadratlar usuli”	35
3.4. Ekonometrik model parametrlarining iqtisodiy tahlili va elastiklik koeffisientlarini hisoblash.....	37
3.5. Ekonometrik modellarni baholash.....	45
3.6. Vaqtli qatorlar va ularni prognozlash.....	46
4- bob. Amaliy mashg‘ulotlar bo‘yicha masalalar	53
5. Adabiyotlar ro‘yxati.....	65

T.KUCHKAROV,
A.ISHMURADOV,
D.XUDAYNAZAROVA

EKONOMETRIKA

(O‘quv qo‘llanma)

Toshkent – «Aloqachi» – 2020

Muharrir: Q.Matqurbonov
Tex. muharrir: A.Tog‘ayev
Musavvir: B.Esanov
Musahhiha: F.Tog‘ayeva
Kompyuterda
sahifalovchi: B.Berdimurodov

Nashr.lits. AI №176. 11.06.11.
Bosishga ruxsat etildi: 24.12.2019. Bichimi 60x841 /16.
Shartli bosma tabog‘i 4,75. Nashr bosma tabog‘i 4,25.
Adadi 60. Buyurtma № 52 .

«Nihol print» Ok da chop etildi.
Toshkent sh., M. Ashrafiy ko‘chasi, 99/101.