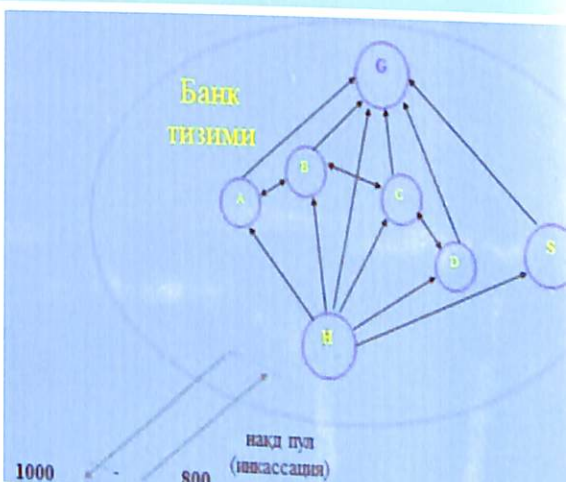


O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI

O.E.ERNAZAROV, Sh.Q.YULDOSHEV

EKONOMETRIKA ASOSLARI



Kitob quyidagi ko'rsatilgan
muddatda topshirilishi shart

Oldingi foydalanishlar
miqdori _____



2001
d
as
ave

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI

O. E. ERNAZAROV, Sh. Q. YULDOSHEV

EKONOMETRIKA ASOSLARI

O'QUV QO'LLANMA

SAMARQAND - 2019

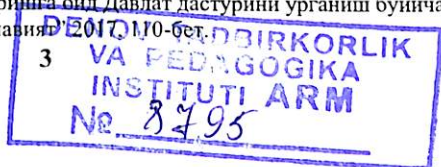
KIRISH

Mamlakat iqtisodiyotini yanada yuksaltirishga yo'naltirilgan keng ko'lamli investitsiyaviy loyihalarning amalga oshirilishi, uzoq muddatli taraqqiyot strategiyasining hayotga izchil tatbiq etilayotgani iqtisodiyot barcha tarmoqlarining rivojlanish imkonini bermoqda. Harakatlar strategiyasida tarkibiy o'zgarishlarni chuqurlashtirish, milliy iqtisodiyotning yetakchi tarmoqlarini modernizatsiya va diversifikatsiya qilish hisobidan uning raqobatbardoshligini oshirish masalasiga katta e'tibor berildi¹.

Shundan kelib chiqqan holda, iqtisodiyotda tarkibiy o'zgarishlarni amalga oshirish, xususan, ishlab chiqarish tarmoqlari jadal rivojlanishini ta'minlash, buning uchun zamonaviy ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish va ishlab chiqarishni boshqarish strategiyalaridan keng foydalanish lozim bo'ladi. Ayni paytda respublikamiz bosib o'tgan taraqqiyot yo'lining chuqur tahlili, bugungi kunda jahon bozori kon'yunkturasi keskin o'zgarib, globallashuv sharoitida raqobat tobora kuchayib borayotgani davlatimizni yanada barqaror va jadal sur'atlar bilan rivojlantirish uchun mutlaqo yangicha yondashuv hamda tamoyillarni ishlab chiqish va ruyobga chiqarishni taqozo etmoqda. Bu esa iqtisodiyotda hodisa va jarayonlarni to'g'ri baholash, samarali tahlil qilish va kelajakda jarayon holati hamda ta'sir darajalarini ko'rabilishda o'z aksini topadi.

O'zbekiston Prezidenti Shavkat Mirziyoevning BMT Bosh Assambleyasi 72-sessiyasida so'zlagan nutqida: Barqaror va zamonaviy iqtisodiyotni shakllantirmasdan turib, xalq farovonligi va yuksak hayot darajasini ta'minlashga erishib bo'lmaydi. "Strategiya, bu – yangilanish jarayonlarining haqiqiy harakatlari dasturidir". Iqtisodiyot tarkibida sanoatning rivojlanish dinamikasidagi muhim o'zgarish korxonalar va ishlab chiqarishni modernizatsiya qilishi, texnik va texnologik yangilanish asosida chuqur tarkibiy o'zgarishlar va diversifikatsiyaning amalga oshirilgani hisoblanadi. Sanoat siyosatidagi asosiy ustuvor

¹ Ш.М.Мирзиёев. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича Ҳаракатлар стратегиясининг "Халқ билан мулоқот ва инсон манфаатлари йили"да амалга оширишга оид Давлат дастурини ўрганиш бўйича Илмий-услубий рисола. Тошкент, "Маънавият" 2017 й. 10-бет.



ahamiyat institutsional islohotlarning sifatini oshirish va tadbirkorlik faoliyatiga keng yo'l ochib berish, sanoat ishlab chiqarishni modernizatsiya va deversifikatsiya qilish, iqtisodiyotning real sektori korxonalarini qo'llab-qo'vvatlash, o'rta va uzoq muddatda sanoatni rivojlantirish bo'yicha dasturiy chora-tadbirlarni amalga oshirishga qaratilganligini ta'kidladi².

Makro va mikro darajada iqtisodiy faoliyatni yanada barqaror rivojlantirishda, o'z navbatida, boshqa iqtisodiy fanlar qatori "Ekonometrika asoslari" fanining o'rni juda kattadir. Chunki, Ekonometrika - bu iqtisodiy ob'yektlar va jarayonlarning ma'lum miqdoriy va sifatiy munosabatlarini matematik va statistik usul va modellardan foydalangan holda o'rganadigan fan³.

Iqtisodiyotni modernizatsiyalash sharoitida o'zgarib turuvchi raqobat muhiti va bozor sharoitlarini ilg'ab olish, ularning mohiyati hamda qonuniyatlarini chuqur tahlil qilishda ekonometrik usullar va modellardan foydalanish yordamida makroiqtisodiy indikatorlarni prognozlash, tavakkalchilik va noaniqlik sharoitida optimal iqtisodiy qarorlar qabul qilish, keyinchalik, bu qarorlar bajarilishini kompyuter orqali monitoring qilish masalalarining nazariy va amaliy tomonlarini o'rganishda "Ekonometrika asoslari" fani muhim ahamiyat kasb etadi.

"Ekonometrika asoslari" fani ekonometrik modellashtirish, ekonometrik modellar, korrelyatsion-regression tahlil, ko'p omilli ekonometrik model, ekonometrik modellarni baholash, tenglamalar tizimi ko'rinishidagi ekonometrik modellarni, iqtisodiy ko'rsatkichlarni prognozlashni hamda vaqtli qatorlar nazariyasini o'rganadi.

"Ekonometrika asoslari" fani iqtisod va biznes, pedagogika hamda ijtimoiy soha ta'lim yo'nalishlari talabalar tomonidan o'rganiladi. Ushbu fanni o'rganishdan asosiy maqsad - real ijtimoiy-iqtisodiy hodisalar hamda jarayonlarni modellashtirish va miqdoriy jihatdan tahlil qilish usullarini o'zlashtirish hisoblanadi.

Ushbu o'quv qo'llanma Davlat oliy ta'lim standarti talablariga muvofiq Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston milliy universitetida

"Ekonometrika asoslari" fani bo'yicha ishlab chiqilgan va O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan 2019 yil 4 oktyabrda tasdiqlangan va 2019 yil 14 avgustda № БД - 5230100 - 1.10 bilan ro'yxatga olingan O'quv fan dasturiga muvofiq tayyorlangan.

O'quv qo'llanmada bakalavriat ta'lim yo'nalishlari bo'yicha talabalarni o'qitish uchun ekonometrik modellashtirish asoslari, juft korrelyatsion-regression tahlil, ko'p omilli ekonometrik tahlil, ekonometrik modellarni baholash, vaqtli qatorlar, tenglamalar tizimi ko'rinishidagi ekonometrik model, amaliy ekonometrik modellar, dinamik ekonometrik modellar, iqtisodiy ko'rsatkichlarni prognozlashda ekonometrik modellardan foydalanish berilgan.

O'quv qo'llanmaning har bir mavzusi so'nggida qisqacha xulosa, nazorat va muhokama uchun savollar berilgan.

Mazkur o'quv qo'llanma o'quv rejasiga ko'ra, iqtisodiyot, raqamli iqtisodiyot, bank ishi, menejment, kadrlar menejmenti, kasb ta'limi: iqtisodiyot yo'nalishlarida ta'lim olayotgan bakalavriat talabalariga mo'ljallangan bo'lib, "Ekonometrika", "Ekonometrikaga kirish", "Statistika", "Makroiqtisodiy statistika", "Iqtisodiy nazariya", "Ehtimollar nazariyasi", "Matematik modellashtirish", "Menejment", "Marketing", "Iqtisodiy tahlil va audit" va "Axborot texnologiyalari va tizimlari" kabi fanlar bilan uzviy bog'liqlikda o'rganiladi.

O'quv qo'llanmani tayyorlashda muallif xorijiy hamda mamlakatimiz olimlari tomonidan "Ekonometrika" fani bo'yicha chop etilgan o'quv adabiyotlarida berilgan tushuncha va usullar ketma-ketligini tizimli yondashuv asosida sodda va ko'rgazmali tarzda ifodalashga harakat qilgan. Shu bois qo'llanmada berilgan materiallarni iqtisodchilar oz fursatda o'zlashtirib olishlari mumkin.

Muallif ushbu o'quv qo'llanmani sinchiklab o'qib, uni yaxshilash bo'yicha o'z fikr-mulohazalarini bildirgan i.f.d., professor B.T.Salimovga, i.f.d., professor N.U.Arabovga, i.f.n., dotsent D.Q.Usmanovga, i.f.n., dotsent S.L.Alibekovga va PhD., dotsent F.B.Shakirovalarga samimiy minnatdorchilik bildiradi.

² Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг Бирлашган Миллатлар Ташкилоти Бош Ассамблеясининг 72-сессиясидаги нутқи (Нью-Йорк шаҳри, 2017 йил 19 сентябрь). Халқ сўзи, 2017 йил 20 сентябрь.

³ Большой Энциклопедический Словарь - М., БРЭ, 1977 г.

1-mavzu. EKONOMETRIK MODELLASHTIRISH ASOSLARI

Reja:

- 1.1. Ekonometrikaga kirish. Fanning maqsadi va vazifalari.
- 1.2. Iqtisodiyotni ekonometrik modellashtirishning zarurligi.
- 1.3. Ekonometrik model tushunchasi, turlari va undagi o'zgaruvchilar.
- 1.4. Ekonometrik modellashtirish bosqichlari.
- 1.5. Iqtisodiy ma'lumotlarning statistik tabiati.
- 1.6. Bog'liq va bog'liq bo'lmagan o'zgaruvchilarni tanlash.
- 1.7. Ekonometrik modellarni tuzishda qatnashadigan iqtisodiy ma'lumotlarga qo'yiladigan talablar.

1.1. Ekonometrikaga kirish. Fanning maqsadi va vazifalari

Ekonometrik bilimlar iqtisodiy nazariya, iqtisodiy matematika, iqtisodiy statistika, ehtimollar nazariyasi va matematik statistika kabi fanlarning o'zaro bog'liqligi va rivojlanishining natijasi sifatida ajralib chiqqan va shakllangan.

Ekonometrika asoslari o'zining predmeti, maqsadi va tadqiqot masalalarini shakllantiradi. Shu bilan birga, ekonometrikaning mazmuni uning tarkibi va qo'llanilish sohasi yuqorida keltirilgan fanlar bilan doimo aloqada bo'ladi.

Ekonometrika asoslarining boshqa fanlar bilan o'zaro aloqasi quyidagilarda namoyon bo'ladi.

Ekonometrika asoslari	Boshqa fanlar
Iqtisodiy hodisalar miqdoriy xarakteristikalar nuqtai nazaridan o'rganiladi.	Iqtisodiy nazariya. Iqtisodiy hodisalarning sifat jihatlarini o'rganiladi.
Iqtisodiy qonunlarning amaldagi jarayonlarga mos kelishi tekshiriladi.	Matematik iqtisodiyot. Iqtisodiy qonunlarning ifodasi matematik modellar shaklida olinadi.

Iqtisodiy statistikaning instrumentariylari iqtisodiy o'zaro aloqalarni tahlil qilish va bashorat qilish uchun qo'llaniladi.	Iqtisodiy statistika. Iqtisodiy ma'lumotlar ko'rgazmali shaklda namoyish etish uchun to'planadi va qayta ishlanadi.
Iqtisodiy ko'rsatkichlarning katta qismi tasodifiy xarakterga ega bo'lganligi uchun matematik statistikaning apparatidan foydalaniladi.	Matematik statistika. Tadqiqot maqsadidan kelib chiqib, ma'lumotlarni tahlil qilish usullari ishlab chiqiladi.

EKONOMETRIKA ASOSLARI ning predmeti – bu iqtisodiy jarayonlar va hodisalarning o'zaro bog'liqligini miqdoriy ifodalovchi ko'rsatkichlar va ular tahlilini o'rganish hisoblanadi.

“Ekonometrika asoslari” fanining kelib chiqish tarixi va uning shakllanish bosqichlari I.Eliseeva, S.Kurisheva va boshqalar ilmiy ishlarida keng yoritilgan.

P.S'empa (1910) buxgalteriya hisobi ma'lumotlariga algebra va geometriya usullari qo'llansa, xo'jalik faoliyati to'g'risida chuqurroq tasavvurga ega bo'lish mumkin deb hisoblagan va ilk bor “ekonometrika” atamasini ishlatgan.

Keyinchalik iqtisodchilar «Ekonometrika» atamasi Y.Shumpeter (1923), R.Frish (1930), Ya.Tinbergen (1969) tomonidan o'tkazilgan tadqiqotlar natijasida qo'llay boshlashgan⁴. Ushbu atama «ekonomika» va «metrika» so'zlarining birlashtirilishi natijasida paydo bo'lgan. Yunon (grek) tilidan tarjima qilinganda *oikonomos* (iqtisodchi) – bu uy boshqaruvchisi, metrika (*metrihe, metron*) – o'lchov, o'lcham so'zlarini anglatadi.

Iqtisodchi olimlar, ekonometrik tadqiqotlar sohasida nom qozongan mualliflar ekonometrikani ta'riflashga nisbatan turlicha yondashishgan. Quyida ular tomonidan bildirilgan fikrlardan namunalar keltiramiz.

⁴ Кремер Н.Ш., Путко Б.А. Эконометрика: Учебник / Под ред. проф. Н.Ш.Кремера. М.: ЭКОНИТИ-ДАНА, 2002.

1.2. Iqtisodiyotni ekonometrik modellash tirishning zarurligi

Ekonometrik usullar oddiy an'anaviy usullarni inkor etmasdan, balki ularni yanada rivojlantirishga va ob'yektiv 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 modellash tiruvchi ob'yektga omillarning ta'sirini, natija ko'rsatkichiga resurslarning o'zaro munosabatlarini ko'rsatish mumkin. Bu esa o'nlab qarmoqlar va minglab korxonalarda ishlab chiqarish natijalari va milliy iqtisodiyotni ilmiy asosda prognozashtirish va boshqarishga imkon beradi.

Ekonometrik modellash 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.

Ekonometrik modellash tirish 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 etakchi 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 qilibgina qolmasdan, balki ularning yangi o'rganilmagan qonuniyatlarini ham ochishga imkoni yaratiladi. Shuningdek, ular yordamida iqtisodiyotning kelgusidagi rivojlanishini oldindan aytib berish mumkin.

Muallif	“Ekonometrika” tushunchasining mazmuri
R. Frish	«...uchta tashkil etuvchi - statistika, iqtisod nazariya va matematika fanlarining birlashuvidir»
S. Grilixes	«...bizni o‘rab turgan iqtisodiy dunyo o‘rganish uchun bir vaqtning o‘zida bizni teleskopimiz hamda mikroskopimizdir»
E. Malenkov	«...bizning hayoliy iqtisodiy tasavvurlarimiz empirik mazmun bilan to‘ldiradi»
S. Fisher	«...iqtisodiy o‘zgaruvchilar o‘rtasida o‘zaro aloqalarni o‘lchash uchun statistik usullarni ishlatish chiqish va qo‘llash bilan shug‘ullanadi»
S. Ayvazyan	«...sifat jihatdan o‘zaro bog‘lanishlarni miqdoriy ifodani berishga imkon beruvchi usullar modellar to‘plamini birlashtiradi»

Ekonometrikani aniqlash bo‘yicha yondashuvlar tahlili hamda ekonometrika fanining holati ayrim masalalarni yechishga erishish uchun ushbu fanning maqsadini shakllantiradi.

Ekonometrika asoslarining maqsadi – bu real iqtisodiy ob‘yektlarni modellashtirish va miqdoriy tahlil qilishning usullari ishlab chiqishdan iborat.

Ekonometrika asoslarining vazifalari:

- 1) Modelni spetsifikatsiya qilish - empirik tahlil uchun ekonometrik modellarni tuzish.
- 2) Modelni parametrlashtirish - tuzilgan model parametrlarini baholash.
- 3) Modelni tekshirish qilish - model parametrlari sifatini va butun modelning o‘zini tekshirish.
- 4) Model asosida prognoz qilish - ekonometrik modellashtirish natijalari bo‘yicha aniq iqtisodiy hodisalar uchun prognozlar tuzish takliflar ishlab chiqish.

1.2. Iqtisodiyotni ekonometrik modellashtirishning zarurligi

Ekonometrik usullar oddiy an‘anaviy usullarni inkor etmasdan, balki ularni yanada rivojlantirishga va ob‘yektiv 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‘yektga omillarning ta‘sirini, natija ko‘rsatkichiga resurslarning o‘zaro munosabatlarini ko‘rsatish mumkin. Bu esa o‘nlab qarmoqlar va minglab korxonalarda ishlab chiqarish natijalari va milliy iqtisodiyotni ilmiy asosda prognozlashtirish va boshqarishga imkon beradi.

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.

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 etakchi 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 qilibgina qolmasdan, balki ularning yangi o‘rganilmagan qonuniyatlarini ham ochishga imkon yaratiladi. Shuningdek, ular yordamida iqtisodiyotning kelgusidagi rivojlanishini oldindan aytib berish mumkin.

Jamiyatdagi va iqtisodiyotdagi ob'yektlarni matematik modellar yordamida kuzatish mumkin. Bu tushuncha modellashtirish deyiladi.

Iqtisodiy model - iqtisodiy ob'yektlarning soddalashtirilgan nusxasidir. Bunda modelning hayotiyliigi, uning modellashtiriladigan ob'jektga aynan mos kelishi muhim ahamiyatga egadir. Lekin yagona modelda o'rganilayotgan ob'jektning hamma tomonini aks ettirish mumkin emas. Shunda jarayonning eng xarakterli va eng muhim belgilari aks ettiriladi.

Modellashtirishning universal usul sifatida boshqa usullarga qaraganda afzalliklari mavjud. Ushbu afzalliklar esa quyidagilardan iborat:

I. Avvalo, modellashtirish katta va murakkab sistemani oddiy model yordamida ifodalashga imkoniyat beradi. Masalan, xalq xo'jaligi bu o'ta murakkab sistemadir. Uni oddiy qora yashik sxemasi orqali ifodalash mumkin.

II. Model tuzilishi bilan kuzatuvchiga eksperimentlar qilish uchun keng maydon tug'iladi. Modelning parametrlarini bir necha marta o'zgartirib, ob'ektni faoliyatini eng optimal holatini aniqlab, undan keyin hayotda qo'llash mumkin. Real ob'ektlar ustida eksperiment qilish ko'plab xatolarga va katta xarajatlarga olib kelishi mumkin.

III. Model, noshakl sistemani, matematik formulalar yordamida shakllantirishga imkoniyat beradi va EHMLar yordamida sistemani o'zlashtirishga yordam beradi.

IV. Modellashtirish o'rganish va bilish jarayonini kengaytiradi. Model hosil qilish uchun ob'jekt har tomonlama o'rganiladi, tahlil qilinadi. Model tuzilganidan so'ng, uning yordamida ob'jekt to'g'risida yangi ma'lumotlar olish mumkin. Shunday qilib, ob'jekt to'g'risidagi bilish jarayoni to'xtovsiz jarayonga aylanadi.

Modellar quyidagi turlarga bo'linadi:

1. Moddiy modellar. Moddiy modellar real ob'yektlarni tabiiy va sun'iy materiallar yordamida aks ettiradi: mel bilan doskaga yozish, karton bilan maket tuzish, qalam bila formula yozish, metaldan fizik model yasash va hokazo;

2. Ideal modellar. Ideal modellar insonning fikrlash jarayoni bilan chambarchas bog'liq. Bunday modellar bilan operatsiyalar miqdor to'planadi, asosiy omil va ta'sir etuvchi omillar guruhi belgilanadi; korrelyatsion tahlil usuli yordamida ekonometrik modelda qatnashadigan omillar aniqlanadi. Iqtisodiy jarayon har tomonlama nazariy, sifat jihatdan tahlil qilinadi va uning parametrlari, ichki va tashqi informatsion aloqalar, ishlab chiqarish resurslari, rejalashtirish davri kabi ko'rsatkichlar aniqlanadi.

Ekonometrik model – bu ehtimollik - 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'rinishda ekonometrik model quyidagicha yoziladi:

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

Ekonometrik modelda Y – asosiy **endogen ko'rsatkich** (erkki 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** (erkki ko'rsatkich).

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

Ekonometrik model chiziqli va chiziqsiz ko'rinishda tuzilish mumkin:

Chiziqsiz modellar parabola, giperbola, darajali funksiyalar ko'rsatkichli funksiya, trigonometrik funksiya va boshqalar ko'rinishida bo'lishi mumkin.

Tuzilgan ekonometrik modelning haqiqiylik to'plangan ma'lumotlar hajmiga; ma'lumotlarning aniqlik darajasiga; tadqiqotchining malakasiga; modellashtirish jarayoniga; echiladigan masalaning xarakteriga bog'liq.

1.4. Ekonometrik modellashtirish bosqichlari

Ekonometrik modellarni tuzish bir qancha bosqichlardan tashkil topadi.

Birinchi bosqich – spetsifikatsiyalash - iqtisodiy muammoni qo'yilishi – asosiy omillar guruhi tanlanadi, iqtisodiy ma'lumot

Ikkinchi bosqich – identifikatsiya qilish. Bu bosqichda izlanayotgan noma'lum o'zgaruvchilar qaysi, qanday maqsadni ko'zda tutadi, natija nimalarga olib keladi kabi savollar aniqlangan bo'lishi kerak. «Eng kichik kvadratlar usuli» yordamida tuziladigan ekonometrik modelning parametrlari aniqlanadi.

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

- modelning sifati ko'plikdagi korrelyatsiya koeffitsienti va determinatsiya koeffitsienti yordamida baholanadi;

- modelning ahamiyati approksimatsiya xatoligi va Fisher mezonini yordamida baholanadi;

- modelning parametrlarini ishonchliligi Styudent mezonini bo'yicha baholanadi;

- Darbin-Uotson mezonini yordamida «Eng kichik kvadratlar usulining» bajarilish shartlari tekshiriladi.

To'rtinchi bosqich – tuzilgan va baholangan ekonometrik model yordamida asosiy iqtisodiy ko'rsatkichlar prognoz davriga hisoblanadi.

Yuqorida sanab o'tilgan bosqichlar bir-biri bilan chambarchas bog'liq va biri ikkinchisini to'ldirib, yagona maqsadni amalga oshirish uchun xizmat qiladi.

Shuni eslatib o'tish kerakki, masalani kompyuterda echish uchun standart dastur bo'lishi kerak, agar unday dastur bo'lmasa, uni ma'lum algoritmlar asosida tuzish zarur.

1.5. 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 tiladi.

jarayonlarni iqtisodiy-statistik modellar orqali o'rganish natijasida **Diskret (uzlukli) tasodifiy miqdor** deb, ayrim, ajralgan qiymatlarni yoki bu iqtisodiy ko'rsatkichning hozirgi holati va kelajakdagi ehtimollar bilan qabul qiluvchi miqdorga aytiladi. Diskret o'zgarishini ilmiy asosda tahlil qilish va bashoratlash mumkin bo'ladigan tasodifiy miqdorning mumkin bo'lgan qiymatlari soni chekli yoki cheksiz bo'lishi mumkin.

Iqtisodiy-statistik modellash usuli - bozor iqtisodiy cheksiz bo'lishi mumkin. *Uzluksiz tasodifiy miqdor* deb chekli yoki cheksiz oraliqdagi barcha qiymatlarini qabul qilishi mumkin bo'lgan miqdorga aytiladi.

Iqtisodiy-statistik modellash 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 modellash zamon va makonda ularning rivojlanish jarayonini o'rganishda asosiy o'rin egallaydi. Bu modellar ishlab chiqarish tendensiyalari va qonuniyatlarini aniqlash uchun moslashgandir.

$$M(X) = x_1 p_1 + x_2 p_2 + \dots + x_n p_n = \sum_{i=1}^n x_i p_i \quad (1.1)$$

Matematik kutilishning xossalari.

Hatto eng takomillashgan statistik model ham iqtisodiy hodisa y. 1-xossa. O'zgaras miqdorning matematik kutilishi shu jarayonlarning butun o'zgarasining o'zgarasining o'ziga teng:

$$M(C) = C \quad (1.2)$$

2-xossa. O'zgarmas ko'paytuvchini matematik kutilish belgisidan ashqariga chiqarish mumkin:

$$M(CX) = CM(X) \quad (1.3)$$

3-xossa. Ikkita erkli X va U tasodifiy miqdorlar ko'paytmasining matematik kutilishi ularning matematik kutilishlari ko'paytmasiga teng:

$$M(XY) = M(X)M(Y) \quad (1.4)$$

4-xossa. Ikkita tasodifiy miqdor yig'indisining matematik kutilishi o'zgaruvchilarning matematik kutilishlar yig'indisiga teng:

$$M(X+Y) = M(X) + M(Y) \quad (1.5)$$

X tasodifiy miqdorning k -tartibli boshlang'ich momenti deb, X^k miqdorning matematik kutilishiga aytiladi:

$$v_k = M(X^k) \quad (1.6)$$

Tasodifiy miqdor X deb, $X - M(X)^k$ miqdorning matematik kutilishiga aytiladi:

Ekonometrikada *to'plam* iborasi juda keng qo'llaniladi.

To'plamning quyidagi turlari mavjud:

asosiy;

tanlama;

cheklangan;
cheksiz.

Tanlanma to'plam, yoki oddiy kilib, tanlanma deb tasodifiy ravishda tanlab olingan ob'yektlar to'plamiga aytiladi.

Bosh to'plam deb tanlanma ajratilgan ob'yektlar to'plamiga aytiladi.

Bosh to'plam ko'pincha **chekli** sondagi elementlarni o'z ichiga oladi. Ammo bu son ancha katta bo'lsa, u holda hisoblashlarni soddalashtirish yoki nazariy xulosalarni ixchamlash maqsadini ko'zda tutib, ba'zan bosh to'plam **cheksiz** ko'p sondagi ob'yektlardan iborat deb faraz qilinadi. Bunday yo'l qo'yish shu bilan oqlanadiki bosh to'plam hajmini o'rttirish tanlanma ma'lumotlarini ishlab chiqish natijalariga amalda ta'sir etmaydi.

To'plam birligi - kuzatish talab etiladigan element.

Belgi - to'plam birligining belgilar turlari:
sonli;

son bilan ifodalab bo'lmaydigan.

Arifmetik o'rtacha:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (1.7)$$

Variatsiya - belgining o'zgarishidir.

Variant - o'zgaruvchi belgining konkret ifodasi. Variantlar lot harflarida belgilanadi. Masalan:

$$\begin{aligned} X_1, X_2, \dots, X_k \\ Y_1, Y_2, \dots, Y_k \end{aligned} \quad (1.8)$$

O'zgaruvchi belgining miqdorlari majmuasi **variatsion qator** deb ataladi.

Agar variantlarni ko'payish yoki kamayish bo'yicha joylashtirish tartibli variatsion qatorni tuzamiz.

Chastota (m) - absolyut miqdor bo'lib, har variantning to'plam necha bor uchrashuvini ko'rsatadi.

Chastotaning nisbiy ko'rinishi **chastota ulushi** deb ataladi.

$$w_i = \frac{m_i}{\sum_{i=1}^n m_i}, \quad \sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (1.9)$$

$$\sum w_i \cdot 100 = 100\%$$

Tanlanmaning statistik taqsimoti deb, variantalar va ularga mos chastotalar yoki nisbiy chastotalar ro'yxatiga aytiladi.

Variatsiya chegarasi (R) - variatsion qatorning ekstremal qiymatlari farqiga aytiladi.

$$R = X_{\max} - X_{\min}. \quad (1.10)$$

O'rtacha chiziqli farq (ρ):

$$\rho = \frac{\sum |X - \bar{X}|}{n} \quad (\text{torttirilmagan}),$$

$$\rho = \frac{\sum |X - \bar{X}| \cdot m}{\sum m} \quad (\text{torttirilgan}).$$

Dispersiya (σ^2) - variantlarning arifmetik o'rtachadan farqlarining o'rtacha kvadrati.

$$\sigma^2 = \frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n} \quad (\text{torttirilmagan}),$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (X - \bar{X})^2 \cdot m}{\sum m} \quad (\text{torttirilgan}).$$

O'rtacha kvadratik farq (σ) - belgining o'zgarishini ifodalaydi va uyidagicha hisoblanadi:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n}} \quad - (\text{torttirilmagan}),$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2 \cdot m}{\sum m}} \quad - (\text{torttirilgan}).$$

Variatsiya koeffitsienti (V) - nisbiy ko'rsatkich bo'lib, belgining o'zgarishini ifodalaydi va protsentlarda ifodalanadi.

$$V_R = \frac{R}{\bar{X}} \cdot 100\% \quad - \text{variatsiya chegarasi bo'yicha variatsiya koeffitsienti,}$$

ssilyasiya koeffitsienti.

$$V_\rho = \frac{\rho}{\bar{X}} \cdot 100\% \quad - \text{o'rtacha chiziq farq bo'yicha variatsiya koeffitsienti.}$$

$$V_\sigma = \frac{\sigma}{\bar{X}} \cdot 100\% \quad - \text{kvadrat farq bo'yicha variatsiya koeffitsienti.}$$

Moda M_0 deb, eng katta chastotaga ega bo'lgan variantga aytiladi.

Masalan, ushbu

variant
chastota



qator uchun moda 7 ga teng.

Mediana M_e deb, variatsion qatorni variantalar soni teng bo'lgan ikki qismga ajratadigan variantaga aytiladi. Agar variantalar soni toq bo'lsa, ya'ni $n = 2k + 1$, bo'lsa, u holda $M_e = X_{k+1}$; n juft, ya'ni $n = 2k$ da mediana $M_e = \frac{X_k + X_{k+1}}{2}$.

$$M_e = \frac{X_k + X_{k+1}}{2} \quad (1.11)$$

Normal taqsimot deb,

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (1.12)$$

differentensial funksiya bilan tavsiflanadigan uzluksiz tasodifiy miqdor taqsimotiga aytiladi (μ - normal taqsimotning matematik kutilishi, σ^2 - o'rtacha kvadratik chetlanishi).

Shu maqsadda maxsus xarakteristikalar, jumladan, assimetriya va eksess tushunchalari kiritiladi.

Nazariy taqsimot assimetriyasi deb, uchinchi tartibli markaz momentning o'rtacha kvadratik chetlanish kubi nisbatiga aytiladi:

$$A_3 = \frac{\mu_3}{\sigma^3} \quad (1.13)$$

Nazariy taqsimot eksessi deb,

$$E_k = \frac{\mu_4}{\sigma^4} - 3 \quad (1.14)$$

tenglik bilan aniqladigan xarakteristikaga aytiladi.

Agar eksess musbat bo'lsa, u holda egri chiziq normal egri chiziq qaraganda balandroq va «o'tkirroq» uchga ega bo'ladi, agar eksess manfiy bo'lsa, u holda taqqoslanayotgan egri chiziq normal egri chiziqqa qaraganda pastroq va «yassiroq» uchga ega bo'ladi.

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

Hodisalar orasidagi o'zaro bog'lanishlarni o'rganish ekonometriyaning muhim vazifasidir. Bu jarayonda ikki xil belgilar yoki ko'rsatkichlar ishtirok etadi, biri erkli o'zgaruvchilar, ikkinchisi erkli o'zgaruvchilar hisoblanadi. Birinchi toifadagi belgilar boshqalari

ta'sir etadi, ularning o'zgarishiga sababchi bo'ladi. shuning uchun ular omil belgilar deb yuritiladi, ikkinchi toifadagilar esa natijaviy belgilar deyiladi. Masalan, paxta yoki bug'doyga suv, mineral o'g'itlar va ishlov berish natijasida ularning hosildorligi oshadi. Bu bog'lanishda hosildorlik natijaviy belgi, unga ta'sir etuvchi kuchlar (suv, o'g'it, ishlov berish va h.k.) omil belgilardir.

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

Umumiy holda qaralsa, korrelyatsion munosabatda erkin o'zgaruvchi X belgining har bir qiymatiga ($x_i, i = \overline{1..k}$) erksiz o'zgaruvchi 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, har bir X va Y larning juft qiymatlari x_i va y_j ham ko'p bo'ladi va ulardan yimirlari tez-tez takrorlanishi mumkin. bu holda korrelyatsion bog'lanish kombinatsion jadval (korrelyatsiya to'ri) shaklida ifodalanadi.

Bog'lanishlar to'g'ri chiziqli va egri chiziqli bo'ladi. Agar bog'lanishning tenglamasida omil belgilar ($X_1, X_2, \dots, X_k$) faqat birinchi daraja bilan ishtirok etib, ularning yuqori darajalari va aralash o'paytmalari qatnashmasa, ya'ni $y_i = a_0 + \sum_{j=1}^k a_j X_j$ ko'rinishda bo'lsa, chiziqli bog'lanish yoki xususiy holda, omil bitta bo'lganda $y = a + bx$ to'g'ri chiziqli bog'lanish deyiladi.

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

- $y = ax^b$ - darajali;
- $y = ab^x$ - ko'rsatkichli;
- $y = ae^{bx}$ - eksponensial;

$$y = a + \frac{b}{x} - \text{giperbolik};$$

$$y = \frac{1}{a+bx} - \text{teskari};$$

$$y = a + b_1x + b_2x^2 - \text{kvadratik};$$

$$y = a + b \ln x - \text{logarifmik}$$

va boshqa ko'rinishlarda ifodalanadigan bog'lanishlar misol bo'la oladi.

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

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

1. Omillarni o'rganish bilan qamrab olinadigan ro'yoyim chegaralangan, omillar esa nazariy asoslangan bo'lishi lozim.
2. Modelga kiritilgan barcha omillar miqdor o'zgarishlarga ega bo'lishi kerak.
3. Tadqiq qilinayotgan to'plam sifatli bir jinsli bo'lishi lozim.
4. Omillar o'zaro funksional bog'lanmasliklari shart.
5. Kelajakda omillar o'zaro ta'sirini ekstrapolyasiya qilish uchun modellardan foydalanilayotgan vaqtda xarakter jiddiy o'zgarmaslik statistik mustahkam va barqaror bo'lishi lozim.
6. Regression tahlilda har bir omilning (x) qiymatiga bir regressiyali natijaviy o'zgaruvchi (y) taqsimoti normal yoki yaqin darajada mos kelish lozim.
7. O'rganilayotgan omillar tadqiq etilgan, natijaviy ko'rsatkich 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 kam bo'lmasligi lozim. Chunki omillar sonining katta bo'lishi, aso-

millardan chetga olib kelishi mumkin. Omillar soni kuzatishlar sonidan ko'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 – multikollenearlik borligini ko'rsatadi.

11. Kuzatuvlar sonini oshirish uchun ularning makonda akrorlanishidan 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 jihatlarida 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 zarur ekanligi haqida shart emas. Bu regression tahlilni natijaviy, alomatli qiymat va tasodifsiz natijali omillar o'rtasidagi bog'lanishni ifodalovchi sifatida ta'riflashdan kelib chiqadi.

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

Korxona faoliyatini o'zida mujassamlashtirgan barcha ko'rsatkichlarni quyidagi 3 ta guruhga bo'lish mumkin:

- a) kiritiladigan ma'lumot – moddiy resurslar xarajatining ko'lami va tarkibi (xomashyo, asosiy fondlar, ishchi kuchi va boshqalar);
- b) ishlab chiqarish jarayonida resurslardan foydalanish sharoiti, ishlab chiqarishning texnologik sharoiti, tabiiy sharoiti va boshqalar);
- c) chiqish ma'lumotlari – ishlab chiqarish natijalari (tayyor mahsulot hajmi, uning tarkibi, sifati va boshqalar).

Bir tomondan chiqish ko'rsatkichlari bilan ikkinchi tomondan barcha qolganlari o'rtasida kiritiladigan ko'rsatkichlar ta'siri hamda chiqish ma'lumotlarida ishlab chiqarish ehtiyojlari sharoitini o'zida mujassamlashtirgan qandaydir qonuniy aloqa mavjud. Bunday aloqa

modeliga ega bo'lgach, iqtisodiy xarakterdagi hisob-kitoblarni ob'yektlari bo'yicha tahlil va qarorlar qabul qilish uchun mo'ljallangan. borish hamda chiqish ma'lumotlarini boshqarish mumkin. Bunday taqsimlanish qisman ob'jekt darajasini modellashtirish bilan

Modellar vazifasidan amalda rejali-iqtisodiy foydalanish imkonios keladi.

tushunchasi kompleks tushunchaga ega. U o'zida model tuzishning Iqtisodiy jarayonlar dinamikasini aks ettirish mohiyatiga ko'ra, funksional maqsadini, model mo'ljallangan korxonaning ma'muriy statik va dinamik modellar mavjud.

xo'jalik saviyasini, undan foydalanishdagi vaqt oralig'ini o'zi Statistik modellar o'zida vaqtning ayrim, qayd qilingan oraliq'ini muajassamlashtirgan bo'lishi lozim. Yuqoridagi tushuncha asosida model amrab oladi. Dinamik model vaqtning izchil oraliq tizimi holatini aks vazifasidan foydalanish modeldan aniq talablar xarakteristikasini tatitiradi. O'zgaruvchan xarakterga ko'ra, boshlang'ich iqtisodiy ishlab etadi. Bunday xarakteristikalar sifatida quyidagilarni ko'rsatish mumkin. hiqarish omillari yoki aralash omillarni o'z ichiga olgan modellarni

a) modellashtirish uchun zarur bo'lgan ma'lumotlarning to'g'ri ko'rsatish mumkin.

- a) modellashtirish uchun mo'ljallangan ko'rsatkichlar to'plami;
b) modellashtirish uchun tadqiqotlar ko'lam va ob'jekt rivojlanish darajasi;
c) iqtisodiy jarayonlar dinamikasining hisobot darajasi;
d) o'zgaruvchan modellarning xarakteri va to'plami;
e) modelning umumiylik darajasi.

Modellashtirilayotgan iqtisodiy ko'rsatkichlar turi bo'yicha boshlang'ich xarakteri saqlanadi. Quyidagi modellar turi boshlang'ich va ishlab chiqarish resurslarni mahsulotga (ishlab chiqarish hajmi) aylantiruvchi intensivliklarining turli kombinatsiyalarini beradi:

- a) ishlab chiqarish natijalarining boshlang'ich resurslar xarajati oqimlari ko'rsatkichi modeli bilan turli umumiylik darajasi (materiallar harajatining salmog'i, tannarx, rentabellik, mehnat xarajatlari boshqalar) o'zgartiruvchi samaradorlik darajasi ko'rsatkichlari modellarining turli kombinatsiyalarini beradi;
- b) ishlab chiqarish ehtiyojlari sharoiti ob'ektlari umumiylik darajasi ko'rsatkichlari modeli bilan turli umumiylik darajasi (materiallar harajatining salmog'i, tannarx, rentabellik, mehnat xarajatlari boshqalar) o'zgartiruvchi samaradorlik darajasi ko'rsatkichlari modellarining turli kombinatsiyalarini beradi;

Birinchi xildagi ko'rsatkichlarni xohlagan darajadagi sanoat ishlab chiqarish uchun modellashtirish mumkin. Ishlab chiqarish samaradorligi ko'rsatkichidan esa odatda, quyi darajadagi sanoat ishlab chiqarish tizimi uchun shaxsiy ko'rsatkichlar modellashtiriladi. Masalan, shu tasnif qilingan alomatlariga ko'ra, bir ko'rsatkich modeli ko'rsatkichlar vektori shakllanish jarayonini tasvirlaydigan model farq qilish lozim.

Modellar o'zgaruvchanligiga ko'ra, umumiy va xususiy modellarga o'linadi. Umumiy model o'lchanadigan alomatlarning barchasini o'rganilayotgan ishlab chiqarish jarayonining bir tomonini, asalan, tabiiy sharoit belgilarini qisman o'z ichiga oladi. Alomatlarning barchasini o'z ichiga olgan model bilan xususiy nasalan, faqat tabiiy sharoit omillari) modelni taqqoslab, ishlab

22

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

Umumiylik darajasi bo'yicha iqtisodiy ko'rsatkichlar avtomatik tadqiqotchilarni tizimidagi farqlarni ajrata bilish lozim. Birinchi xil modellar mustaqil tadqiqotchilarni foydalanish, ikkinchi xil modellar esa qandaydir tizimdagi modellarning milliy iqtisodiyotda qanday rol tutishini aniq tushuntiradi. Ular organik tarkibiy qismi hisoblanadi, va ularni qo'llash xarakteristik belgilangan faktlar majmui, gipotezalar o'rtasidagi muvofiqlikni aniqlaydi.

Tasniflashning mana shu turiga modellarning bir sathli, pog'onali, ko'p sathli bo'linishi ham kiradi. Ayrim hollarda ishlab chiqarish boshlang'ich omillarining katta sonlarni hisobga olish va xususiy texnika ni sanoat ob'yekti rivojlanishining harakatlantiruvchi kuchlarini iqtisodiy ko'rsatkichlar orqali ularni samaradorlikning umumiy sintezini aniqlash masalasi turadi. Tushuntirish - bashoratlash modeli parametrlarini baholashda aynan ko'rsatkichlariga ta'sirini tekshirish xususiyati bilan ikkinchi sathli englashtirish masalasi hal qilinadi. Masalaning mohiyati qandaydir ustun turadi.

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

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

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

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

Ko'pincha tavsiflash modellarini tuzish vaqtida iqtisodiy ko'rsatkichlarning aralash faktlaridan foydalaniladi. Bunday hollarda avtomatik tadqiqotchilarni dalil sifatida tanlab olingan ko'rsatkichlar funktsiyalarning o'zgarishiga sabab bo'lgan yoki bo'lmaganligi haqidagi statistik dalil qiziqtiradi. Tushuntirish - bashoratlash modelining nomi, tushuntirish - bashoratlash modelining milliy iqtisodiyotda qanday rol tutishini aniq tushuntiradi. Ular belgilangan faktlar majmui, gipotezalar o'rtasidagi muvofiqlikni aniqlaydi. Bunday omillar - dalillarni taqqoslash asosida bashoratlash tizimiga o'rnatilgan ko'rsatkich shakllanish mexanizmini o'rganish, tushuntirish - bashoratlash modelini yanada rivojlantiruvchi kuchlarini aniqlash masalasi turadi.

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

Qisqa xulosalar

«Ekonometrika» fanning asosiy maqsadi milliy iqtisodiyot va uning omillari kabi murakkab iqtisodiy tizimlarning modellashtirish masalalarini, aniq iqtisodiy ob'yektlar misolida modellashtirishning qo'yilishi, tizimlarning iqtisodiy mazmuni, masalalarni kompyuter dasturlarida yechish masalalarini olingan natijalarni iqtisodiy talqin qilish kabi bosqichlarni aniqlashdan iboratdir. Ekonometrik usullar oddiy an'anaviy usullarni o'zgaruvchan natija ko'rsatkichlarini boshqa ko'rsatkichlar orqali yanayam tahlil qilishga yordam beradi.

Jamiyatdagi va iqtisodiyotdagi ob'yektlarni matematik modellar yordamida kuzatish mumkin. Bu tushuncha modellashtirish deyiladi. Ekonometrik modellarni tuzish bir qancha bosqichlardan tashkil topadi.

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 erkin o'zgaruvchilar hisoblanadi.

Iqtisodiy jarayonlarni modellashtirishda va bashorat qilishda iqtisodiy statistikaning usullaridan ko'p foydalaniladi. Iqtisodiy-statistik usullar dinamik jarayonlarga nisbatan, ya'ni vaqt bo'yicha o'zgaruvchi jarayonlarga qo'llaniladi.

Iqtisodiy-statistik usullar yordamida iqtisodiy o'zgaruvchilarning orasidagi bog'lanish zichliklarini, ularni aks ettiruvchi modellarni olish mumkin.

O'zgaruvchi belgining miqdorlari majmuasi variatsion qator deyiladi. Agar variantlar ko'payish yoki kamayish bo'yicha joylashtirilsa, tartibli variatsion qator hosil bo'ladi.

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 statistika modellashtirish zamon va makonda ularning rivojlanish jarayoni o'rganishda asosiy o'rin egallaydi. Bu modellar ishlab chiqarish tendensiyalari va qonuniyatlarini aniqlash uchun moslashgandir.

Nazorat va muhokama uchun savollar

1. Ekonometrika asoslari fanining maqsadi nimalardan iborat?
2. Ekonometrik modellashtirishning zarurligi.
3. Ekonometrikaning qo'llanish sohalarini tushuntirib bering.
4. Ekonometrik modellashtirish usullari tasnifi qanday?
5. Ekonometrik modellarni tuzish bosqichlarini aytib bering.
6. Iqtisodiy model so'zini tushintirib bering.
7. Iqtisodiy-matematik modellarga ta'rif bering.
8. «Model» tushunchasiga ta'rif bering.
9. Iqtisodiy ko'rsatkichlarni qanday shakllarda namoyon etish mumkin?
10. Iqtisodiy ma'lumotlarni qayta ishlashning qanday usullarini bilasiz?
11. Talab va taklif modelida qaysi o'zgaruvchi bog'liq va qaysi o'zgaruvchi bog'liq emas?

2. Ekonometrik modellarni tuzishda qanday talablar qo'yiladi?

3. Omillar o'lchov birligini tanlashda qanday muammolarga duch kelinadi?

4. Ekonometrik modellarning qanday shakllari mavjud?

5. Ekonometrik modellarda uch va undan ortiq omillar qanashga qo'llaniladi?

2-mavzu. JUFT KORRELYATSION-REGRESSION TAHLILI

Reja:

- 2.1. Iqtisodiy-ijtimoiy jarayonlarda bog'likliklar turlari o'rganish.
- 2.2. Korrelyatsiya koeffitsientining turlari va hisoblash usullari.
- 2.3. Chiziqli va chiziqsiz regression bog'lanishlar.
- 2.4. Modelning haqqoniyligi talablarini tekshirish.
- 2.5. Chiziqli bo'lmagan regressiya modellari va ularni chiziqli bo'linishga keltirish.
- 2.6. Korrelyatsion-regression tahlilda eng kichik kvadrat usulining qo'llanilishi.

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

Ijtimoiy-iqtisodiy jarayonlar o'rtasidagi o'zaro bog'lanishlar o'rganish ekonometrika fanining muhim vazifalaridan biridir. Jarayonda ikki xil belgilar yoki ko'rsatkichlar ishtirok etadi, biri bog'lanish bo'lmagan o'zgaruvchilar, ikkinchisi bog'liq o'zgaruvchilar hisoblanadi. Birinchi turdagi belgilar boshqalariga ta'sir etadi, ularning o'zgarishi sababchi bo'ladi. shuning uchun ular omil belgilar deb yuritiladi. Masalan, ikkinchi toifadagilar esa, natijaviy belgilar deyiladi. Masalan, iste'molchining daromadi ortib borishi natijasida uning tovar xizmatlarga bo'lgan talabi oshadi. Bu bog'lanishda talabning natijaviy belgi, unga ta'sir etuvchi omil, ya'ni daromad esa omil belgidir.

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

Korrelyatsiya so'zi lotincha *correlation* so'zidan olingan bo'lgan 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 o'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 zichlik darajasini baholashga aytiladi.

Omillarning o'zaro boglanishi 2 turga bulinadi: funksional boglanish va korrelyatsion boglanish.

Yo'nalishlarning o'zgarishiga qarab, 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 aniq bitta qiymati mos keladi.

2.2. Korrelyatsiya koeffitsientining turlari va hisoblash usullari

Korrelyatsion tahlil korrelyatsiya koeffitsientlarini aniqlash va ularning muhimligini, ishonchliligini baholashga asoslanadi.

Korrelyatsion tahlil – bu matematik statistikaning tasodifiy hodisalarning o'rtasidagi o'zaro bog'liqliklarni o'rganishga bag'ishlangan ilmiy. Korrelyatsion tahlil kuzatuvlar ma'lumotlarini tasodifiy va ko'p qatlamli normal qonun bo'yicha taqsimlangan bosh yig'indidan olingan ma'lumotlar deb hisoblash mumkin bo'lgan hollarda qo'llaniladi.

Korrelyatsion tahlil ikkita omil o'rtasidagi (juft bog'liqlikda) hamda bir omil va natijaviy omillar bilan boshqa ko'p omillar o'rtasidagi (ko'p omilli bog'liqlikda) bog'liqlikning zichligini miqdoriy jihatdan aniqlashdan iborat.

Korrelyatsiya – bu tasodifiy kattaliklar o'rtasidagi unda tasodifiy bog'lanishning matematik bog'lanishini o'zgarishiga olib keluvchi statistik bog'liqlik.

Bog'liqlikning zichligi miqdoriy jihatdan korrelyatsiya koeffitsientlari qiymati bilan ifodalanadi. Korrelyatsiya koeffitsientini topish x_i va y_i omillari yakka tartibdagi qiymatlarini ularning $\bar{x}$ va $\bar{y}$ o'rtacha qiymatlaridan og'ishlari ko'paytmalar yig'indisiga asoslangan:

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

Ushbu kattalik n kuzatuvlar soniga bo'lindi va chiqqan r_{xy} korrelyatsiya deb nomlanadi. U ikki belgi variatsiyasini bog'langanligini tavsiflaydi va ikkita tasodifiy o'zgaruvchi o'rtasidagi ta'sirining statistik o'lchamini o'zida namoyon etadi. Kovariatsiya aniqlash formulasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$\text{Cov}(y, x) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n}$$

bu yerda n – tadqiq etilayotgan kuzatuvlarning umumiy soni;

x_i – mustaqil o'zgaruvchining i qiymati ($i = 1, 2, \dots, n$);

y_i – erksiz o'zgaruvchining i qiymati ($i = 1, 2, \dots, n$);

$\bar{x}$ – mustaqil o'zgaruvchining o'rtacha qiymati va u quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$\bar{y}$ – erksiz o'zgaruvchining o'rtacha qiymati va ushbu o'zgaruvchi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

To'g'ridan-to'g'ri bog'liqlik mavjud hollarda x ning qiymatlari y ning katta qiymatlariga mos kelishi kerak, o'z navbatida $(x_i - \bar{x})$ va $(y_i - \bar{y})$ farqlari musbat bo'ladi.

x va y ning kichik qiymatlari uchun ushbu farqlar manfiy bo'ladi. Demak, to'g'ridan-to'g'ri bog'liqlikda kovariatsiya musbat qiymat bo'ladi.

Teskari bog'liqlik mavjud hollarda $(x_i - \bar{x})$ va $(y_i - \bar{y})$ farqlari turli belgilarga ega bo'ladi (x ning katta qiymatlari y ning kichik qiymatlariga mos keladi va aksincha).

Va nihoyat, bog'liqlik mavjud bo'lmagan hollarda $(x_i - \bar{x})$ va $(y_i - \bar{y})$ farqlarining belgilari tartibsiz bo'ladi, qo'shish chog'ida $(x_i - \bar{x})$ va $(y_i - \bar{y})$ ning manfiy va musbat ko'paytmalari o'zaro qo'shib qo'yiladi va kovariatsiya nolga yaqin bo'ladi.

Kovariatsiya miqdori x va y omillarining ko'lamiga bog'liq. Bog'liqlikning nisbiy tavsifiga ega bo'lish uchun kovariatsiya koeffitsientini r_{xy} ko'rsatkichi bilan aniqlash mumkin. U σ_x va σ_y belgilar o'rtacha kvadratik farqlarining ko'paytmalariga teng bo'lgan eng katta qiymatiga bo'linadi. Natijada **korrelyatsiyaning chiziqli koeffitsientiga** ega bo'linadi.

Korrelyatsiyaning chiziqli koeffitsienti formulasi quyidagi formula bilan topiladi:

$$r_{xy} = \frac{\text{cov}(y, x)}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n \sigma_x \sigma_y} \quad (2.5)$$

bu yerda σ_x va σ_y – tasodifiy kattaliklar x va y ning o'rtacha kvadratik farqi. Ular quyidagi formulalar bo'yicha aniqlanadi:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}; \quad \sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n}} \quad (2.6)$$

Chiziqli korrelyatsiya koeffitsientining hisoblash formulasi:

$$r_{xy} = \frac{\bar{X} \cdot \bar{Y} - \bar{X} \cdot \bar{Y}}{\sigma_x \cdot \sigma_y} \quad (2.7)$$

bu yerda,

σ_x – X belgining kvadratik farqining o'rtachasi;

σ_y – Y belgining kvadratik farqining o'rtachasi.

$$\sigma_x = \sqrt{\bar{X}^2 - (\bar{X})^2}; \quad (2.8)$$

$$\sigma_y = \sqrt{\bar{Y}^2 - (\bar{Y})^2}. \quad (2.9)$$

Determinatsiya koeffitsienti korrelyatsiya koeffitsientining kvadratiga

$$\overline{xy} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i y_i ; \quad \text{teng.} \quad (2.10)$$

$$r_{yx} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} ; \quad (2.11)$$

$$r_{yx} = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{\left[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right] \left[\sum_{i=1}^n y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right]}} . \quad (2.12)$$

Korrelyatsiya koeffitsienti -1 dan +1 gacha qiymatni qabul qiladi. Agar $r=0$ bo'lsa omillar o'rtasida bog'lanish mavjud emas, bo'lsa, to'g'ri bog'lanish mavjud $-1 < r < 0$ - teskari bog'lanish mavjud. $r=1$ funksional bog'lanish mavjud.

Bog'lanish zichlik darajasi odatda quyidagicha talqin etiladi:

$r_{xy} < 0,2$ da kuchsiz bog'lanish;

$0,2 \leq r_{xy} < 0,5$ da kuchsiz bog'lanish;

$0,5 \leq r_{xy} < 0,75$ da o'rtacha bog'lanish;

$0,75 \leq r_{xy} < 0,95$ da kuchli bog'lanish;

$r_{xy} \geq 0,95$ da funksional bog'lanish hisoblanadi.

Korrelyatsiya koeffitsientlari statistik kattaliklar sifatida ishonchli nuqtai nazaridan tahlil qilinadi va baholanadi. Bu shu bilan izohlanadi, kuzatuvlarning har qanday to'plami ayrim tanlashni o'zida namoyish etadi, demak, tanlash asosida hisoblab chiqilgan har qanday ko'rsatkichning qiymati haqiqiy qiymat sifatida ko'rib chiqilishi mumkin emas, balki uning ozmi yoki ko'pmi aniq bahosi hisoblanishi. Shu munosabat bilan ko'rsatkichlarning ahamiyatligi (muhimligi) tekshirish zarurati paydo bo'ladi.

Korrelyatsiya koeffitsientining ahamiyatligi (muhimligi)ni baholash uchun *Styudentning normal mezonidan farq qiluvchi t-taqsimlash qo'llaniladigan t mezonini (t-statistika)* qo'llaniladi. Bunda r_{yx} ning nol tengligi, ya'ni $H_0 : r_{yx} = 0$ haqidagi faraz (H_0) ilgari suriladi. Agar r_{yx} nolli haqidagi faraz qabul qilinmasa, u holda

korrelyatsiya koeffitsienti ahamiyatli deb, o'zgaruvchilar o'rtasidagi bog'liqlik esa muhim deb e'tirof etiladi.

Styudentning t - mezonini hisoblash formulasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$t_{xuc} = r_{yx} \sqrt{\frac{n-k-1}{1-r_{yx}^2}} . \quad (2.13)$$

bu yerda k - modelga kiritilgan omillar soni.

Ushbu t mezonning qiymati uning $t_{\alpha, \gamma}$ jadval qiymati bilan taqqoslanadi, bu yerda α - berilgan (ma'lum) ahamiyatlilik darajasi odatda 0,05 yoki 0,01 ga teng deb qabul qilinadi); $\gamma = (n - k - 1)$ - erkinlik darajalarining soni.

Agar $t > t_{\alpha, \gamma}$, tengsizligi bajarilsa, u holda korrelyatsiya koeffitsientining qiymati ahamiyatli, deb tan olinadi, ya'ni korrelyatsiya koeffitsientining nolga tengligini tasdiqlovchi faraz inkor etiladi va adiq etilayotgan o'zgaruvchilar o'rtasida jips statistik o'zaro bog'liqlik mavjud degan xulosaga kelinadi.

Korrelyatsiyaning chiziqli koeffitsientini bilgan holda *determinatsiyaning juft koeffitsientini* aniqlash mumkin, u r_{yx}^2 ni o'zida namoyon etadi.

Determinatsiyaning juft koeffitsienti r_{yx}^2 y o'zgaruvchi variatsiyasining qanaqa ulushi modelda hisobga olinganligini va ushbu ulush unga x o'zgaruvchining ta'siri bilan shartlanganligini ko'rsatadi.

Korrelyatsion tahlil o'tkazilganda quyidagi korrelyatsiya koeffitsientlari hisoblanadi:

1. Xususiy korrelyatsiya koeffitsientlari. Xususiy korrelyatsiya koeffitsienti asosiy va unga ta'sir etuvchi omillar o'rtasidagi bog'lanish kuchligini bildiradi.

2. Juft korrelyatsiya koeffitsientlari asosiy omil inobatga olinmagan hadda hisoblanadi. Agar juft korrelyatsiya koeffitsienti 0,6 dan katta bo'lsa, unda omillararo bog'lanish kuchli deb hisoblanadi va erkin omillar ma'lum darajada bir birini takrorlaydi. Agar modelda o'zaro bog'langan omillar qatnashsa, model yordamida qilingan hisoblar to'g'ri chiqishi mumkin va omillar ta'siri ikki barovar hisoblanishi

mumkin. O'zaro bog'langan ta'sir etuvchi omillardan bittasi model chiqarib tashlanadi. Albatta modelda kuchliroq va mustahkamroq qoladi.

3. Ko'p omilli modellarda agar natijaviy omilga bir necha omil ta'sir ko'rsatsa, unda omillar orasida ko'plikdagi korrelyatsion koeffitsienti hisoblanadi.

2.3. Chiziqli va chiziqsiz regression bog'lanishlar

Regressiya modellari parametrlarini baholashda eng katta kvadratlar usulidan foydalaniladi.

Eng kichik kvadratlar usulining mohiyati: $f(x)$ moduli parametrlari shunday bo'lishi kerakki, bunda $S = \sum_{i=1}^n e_i^2$ kvadrat og'ishlarining yig'indisi eng kichik bo'lishi talab etiladi.

S funksiyaning shartsiz ekstremumini topish talab qilinadi.

Buning uchun juft regressiya modeli yoziladi $y = a_0 + a_1x + e_i$.

Qoldiqlar quyidagi holda ifodalanadi, $e_i = y_i - a_0 - a_1x$.

Unda S funksiyani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$S = \sum_{i=1}^n (y - a_0 - a_1x)^2.$$

S funksiyasini ekstremali uchun zaruriy shartdan foydalansak,

$$\begin{cases} \frac{\partial S}{\partial a_0} = \sum 2(y - a_0 - a_1x) \cdot (-1) = 0 \\ \frac{\partial S}{\partial a_1} = \sum 2(y - a_0 - a_1x) \cdot (-x) = 0 \end{cases}$$

bo'ladi.

Qavslarni ochib chiqqandan keyin quyidagi normal tenglamalar sistemasiga ega bo'lamiz.

$$\begin{cases} \sum y - n \cdot a_0 - a_1 \cdot \sum x = 0 \\ \sum y \cdot x - a_0 \cdot \sum x - a_1 \cdot \sum x^2 = 0 \\ n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum x = \sum y \\ a_0 \cdot \sum x + a_1 \cdot \sum x^2 = \sum y \cdot x \end{cases}$$

Ijtimoiy-iqtisodiy jarayonlar o'rtasida bog'lanishlarni o'rganishda quyidagi funksiyalar bilan 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 —

$$y = \frac{a_0}{1 + a_1 e^{-bx}}$$

Regression tahlil natijaviy belgiga ta'sir etuvchi omillarning maradorligini aniqlab beradi.

Regressiya so'zi lotincha *regressio* so'zidan olingan bo'lib, orqaga harakatlanish degan ma'noga ega. Bu atama korrelyatsion tahlil oschilari F. Galton va K. Pirson nomlari bilan bog'liqdir.

Regression tahlil natijaviy belgiga ta'sir etuvchi belgilarning maradorligini amaliy jihatdan etarli darajada aniqlik bilan baholash imkonini beradi. Regression tahlil yordamida ijtimoiy-iqtisodiy rayonlarning kelgusi davrlar uchun bashorat qiymatlarini baholash va tahlilning ehtimol 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.

Regression tahlil bog'liqlikning unda natijaviy omilning o'zgarishi yoki bir necha omillarning ta'siri bilan shartlangan, natijaviy omilga ta'sir ko'rsatuvchi boshqa barcha omillar ko'pligi esa doimiy va o'rtacha qiymat sifatida qabul qilinadigan tahliliy shaklini aniqlashdan iborat.

Regression tahlilning maqsadi – natijaviy omil shartli o'rtasidagi qiymatining omilli belgilarga *funksional bog'liqligini baholash* iborat.

Regression tahlilning asosiy omili shundan iboratki, faqat natijaviy omil taqsimlashning normal qonuniga, ta'sir etuvchi omillar taqsimlashning ixtiyoriy qonuniga bo'ysunadi. Bunda regression tahlil natija (y) va omillar (x_i) o'rtasidagi sabab-oqibat bog'liqligi mavjudligi oldindan nazarda tutiladi.

Regressiya tenglamasi yoki ijtimoiy-iqtisodiy hodisalar bog'liqligi modeli quyidagi funksiya bilan ifodalanadi:

$$1) \hat{y}_i = f(x_i).$$

Bunda juft regressiya: natijaviy va bitta omil o'rtasidagi bog'liqlikni tavsiflaydi.

$$2) \hat{y}_i = f(x_1, x_2, \dots, x_k).$$

bu yerda k – omillar soni.

Bunda ko'plik regressiyasi mavjud bo'lib, u natijaviy omil (y) bitta yoki undan ko'p omil o'rtasidagi bog'liqlikni tavsiflaydi.

Tenglama uni tuzishda *talablarga amal qilingan taqdirda* modellashtiriladigan hodisa yoki jarayonga *mos keladi*.

Regressiya tenglamasini tuzishga nisbatan quyidagi talab qo'yiladi.

1). Boshlang'ich ma'lumotlar yig'indisi bir xil bo'lishi matematik jihatdan uzluksiz funksiyalar bilan ta'riflanishi kerak. Ancha katta hajmdagi tadqiq etiladigan tanlangan yig'indisi mavjudligi.

Modellashtiriladigan hodisaning sababli-oqibatli bog'liqliklari bir yoki bir necha tenglamalar bilan ta'riflash mumkinligi. 3). Hodisa va jarayonlar o'rtasidagi sababli-oqibatli bog'liqliklarni, imkon qadar ta'riflash chiziqli (yoki chiziqli holatga keltiriladigan) shakl bo'lishi lozim. 4). Model parametrlariga nisbatan miqdor cheklovlarining mavjud emasligi. 5). Omillarning miqdoriy ifodasi O'rganiladigan ob'yektlar yig'indisining hududiy va vaqt tarkibidagi doimiyliigi.

Hodisalarning o'zaro bog'liqligi modellarini nazariy jihatdan tashlash muayyan shartlarga amal qilish orqali ta'minlanadi. Ular imlasiga quyidagilar kiradi:

- barcha omillar va ularning birgalikda taqsimlanishi taqsimlashning normal qonuniga bo'ysunishi kerak.

- modellashtirilayotgan omil dispersiyasi omillar va qiymatlari o'zgarishsiz taqdirda hamma vaqt doimiy bo'lib qolishi lozim.

- alohida kuzatishlar mustaqil bo'lishi kerak, ya'ni i kuzatishdagi natijalar avvalgi natijalar bilan bog'lanmagan bo'lishi va keyingi kuzatishlar haqidagi axborotni o'zida mujassam etmasligi, shuningdek arga ta'sir etmasligi darkor.

Bog'liqlik shakli chiziqli funksiya bilan ham (to'g'ri tenglama), chiziqsiz funksiyalar bilan ham (turli tartiblar polinomlari, giperbola, darajali funksiya va b.) ifodalanishi mumkin. Belgilar o'rtasidagi bog'liqlik shaklini ifodalash uchun *funksiyalarni tanlash* bir necha usulda kechadi: grafik, mantiqiy iqtisodiy hamda empirik ma'lumotlarning nazariy ma'lumotlarga yaqinligini matematik usullar bilan tekshirish.

Ko'pincha korrelyasion bog'liqlik shaklini ifodalash uchun bir taqsimning o'zida bir necha funksiya mos keladi, shuning uchun bog'liqlik shaklini ifodalash uchun funksiyalarni muqobil asosda tanlashni yakuniy usul deb hisoblagan ma'qul.

Regressiyaning chiziqli shakli tushunish, talqin etish va hisoblash texnikasi nuqtai nazaridan eng oddiy shakl hisoblanadi.

Chiziqli juft regressiya tenglamasi umumiy holda quyidagi ko'rinishga ega:

$$y = a_0 + a_1 x_1 + \dots + a_k x_k + \varepsilon_i,$$

bu yerda a_0, a_1 – model parametrlari;

ε_i – tasodifiy kattalik (qoldiq miqdori).

Chiziqli juft regressiya modeli parametrlarining mazmuni:

a_0 – regression tenglamaning erkin koeffitsienti (a'zosi). Iqtisodiy jihatdan a'zosi noma'nos ega emas va, agar omil $x = 0$ bo'lsa, y natijaviy omilning qiymatini ko'rsatadi.

a_1 - regressiya koeffitsienti, agar x o'zgaruvchi bir o'lchov birligi oshirilsa, y natijaviy omil o'rtacha qancha miqdorga o'zgarishini ko'rsatadi. Regressiya koeffitsientidagi belgi bog'liqlikning yo'naltirishini ko'rsatadi: $a_1 > 0$ bo'lganida - bog'liqlik to'g'ri; $a_1 < 0$ bo'lganida - bog'liqlik teskari.

ε_i - mustaqil, normal taqsimlangan tasodifiy kattalik, matematik kutishli ($M_\varepsilon = 0$) va doimiy dispersiyali ($D_\varepsilon = \sigma^2$) qoldiruvchi. x ning o'zgarishi bilan noaniq ta'riflanishini aks ettiradi, chunki ushbu modelda hisobga olinmagan boshqa omillar ham ishlatilgan.

a_0 va a_1 modelning parametrlarini baholash eng kichik kvadratlar usuli bilan amalga oshiriladi. Eng kichik kvadratlar usulining mohirlik shundan iboratki, modellar (a_0 va a_1) parametrlarining ularda y_i natijalariga eng yaqinlashuvchi bo'lgan qiymatlarini $\hat{y}_i$ regressiya tenglamasi bo'yicha hisoblab chiqilgan qiymatlardan og'ishlari kvadratlarining yig'indisi kichik bo'ladigan topiladi, ya'ni:

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - a_0 - a_1 x_i)^2 \rightarrow \min. \quad (2.14)$$

Eng kichik kvadratlar usuli bilan chiziqli juft regressiya parametrlarini topish uchun normal tenglamalar tizimi quyidagi ko'rinishga ega:

$$n a_0 + a_1 \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i; \quad a_0 \sum_{i=1}^n x_i + a_1 \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i y_i. \quad (2.15)$$

a_0 va a_1 parametrlarining qiymatini aniqlash uchun formulalar

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}; \quad a_0 = \bar{y} - a_1 \bar{x}. \quad (2.16)$$

Tadqiq etilayotgan ko'rsatkichlar birliklarining bir-biridan qilishi tufayli a_1 parametrdan omilning natijaviy omil belgiga ta'sirini bevosita baholash uchun foydalanib bo'lmaydi. Ushbu maqsadni elastiklik koeffitsienti va beta-koeffitsient hisoblab chiqiladi. Elastiklik koeffitsientini aniqlash formulasi quyidagicha:

$$\varepsilon_{yx} = a_1 \frac{\bar{x}}{\bar{y}}. \quad (2.17)$$

Elastiklik koeffitsienti x omil bir foizga o'zgarganda y natijaviy omil qancha foizga o'zgarishini ko'rsatadi. Beta-koeffitsientni aniqlash formulasi:

$$\beta_{yx} = a_1 \frac{\sigma_x}{\sigma_y}. \quad (2.18)$$

bu yerda σ_x va σ_y - x va y tasodifiy kattaliklarning o'rtacha kvadratik og'ishlari.

Beta-koeffitsient omili o'zining o'rtacha kvadratik og'ishi qadriga o'zgarganda, natijaviy omilning qiymati o'zining o'rtacha kvadratik og'ishining o'rtacha qancha qismiga o'zgarishini ko'rsatadi.

Regressiya tenglamasi tuzilganidan keyin uning adekvatligini va aniqlikni tekshirish bajariladi. Modelning ushbu xususiyatlari ε_i qoldirlari qatorini (hisoblangan qiymatlarning amaldagi qiymatlardan farqlarini) tahlil qilish asosida tadqiq etiladi. Qoldirlar qatorining yig'indisi quyidagiga teng bo'ladi:

$$\varepsilon_i = y_i - \hat{y}_i \quad (i = 1, 2, \dots, n).$$

Korrelyasion va regression tahlil (ayniqsa kichik biznes sharoitida) g'indining hajmi bo'yicha chegaralash uchun o'tkaziladi. Shu munosabat bilan regressiya, korrelyatsiya va determinatsiya ko'rsatkichlari tasodifiy omillarning ta'siri ostida buzib ko'rsatilishi mumkin. Ushbu ko'rsatkichlar butun yig'indi uchun qanchalik xosligini, har tasodifiy holatlar bir-biriga to'g'ri kelib qolishining natijasi hisoblanishi-hisoblanmasligini tekshirish uchun tuzilgan modelning adekvatligini tekshirish lozim.

2.4. Modelning haqqoniyligi talablarini tekshirish

Modelning haqqoniyligini tekshirish uning ahamiyatini bilish va antazam xatolarning bor-yo'qligini aniqlashdan iborat.

O'zgaruvchi y_i ning x_i ma'lumotlariga mos keluvchi qiymatlari a_0 va a_1 nazariy qiymatlarida tasodifiy hisoblanadi. Ular bo'yicha hisoblab chiqilgan a_0 va a_1 koeffitsientlarining qiymatlari ham tasodifiy bo'ladi.

Regressiya alohida koeffitsientlarining ahamiyatligini tekshirish uchun har bir koeffitsientning nolga tengligi to'g'risidagi farsherning F-mezonining formulasi bo'yicha aniqlanadi:

$$F_{\text{tak}} = \frac{r_{yx}^2}{1 - r_{yx}^2} \cdot (n - k - 1). \quad (2.22)$$

Agar ahamiyatlikning berilgan darajasida $\gamma_1 = k$, $\gamma_2 = n - k - 1$ erkinlik darajalariga ega bo'lgan F-mezonning hisoblab chiqilgan qiymati jadvaldagi qiymatdan yuqori bo'lsa, u holda model ahamiyatli hisoblanadi, baholanayotgan tavsiflarning tasodifiy tabiati to'g'risidagi farsh raz inkor etilib, ularning statistik ahamiyatligi va ishonchliligi e'tirof etiladi.

Muntazam xatoning mavjudligini yoki mavjud emasligini (eng kichik kvadratlar usulining bajarilishini) tekshirish qoldiqlar qatorini tahlil qilish asosida amalga oshiriladi.

Modelning haqqoniy deb hisoblanishi uchun qo'yiladigan talablar:

- qoldiqlar qatori darajalari tasodifiy xususiyatga ega;
- qoldiqlar qatori darajalarining matematik taxmini nolga teng;
- har bir og'ishining E dispersiyasi: x_i ning barcha qiymatlari uchun bir xil;
- qoldiqlar qatori darajalarining qiymatlari bir-biriga bog'liq emas (avvalkorrelyatsiya mavjud emas);
- qoldiqlar qatorining darajalari normal qonun bo'yicha taqsimlangan.

Qoldiqlar qatori javob berishi lozim bo'lgan talablarga amal qilish talablari quyidagilardan iborat:

Birinchi talab. Qoldiqlar qatorining tasodifiylik xususiyatini tekshirish uchun takroriy nuqtalar mezonidan foydalanish mumkin. Agar qatoridagi shartlar bajarilsa, nuqta takroriy hisoblanadi:

$$\varepsilon_{i-1} < \varepsilon_i > \varepsilon_{i+1} \text{ yoki } \varepsilon_{i-1} > \varepsilon_i < \varepsilon_{i+1}.$$

So'ngra r takroriy nuqtalar soni sanab chiqiladi. Quyidagi talablarning bajarilishi 5% ahamiyatlilik darajasiga ega bo'lgan, ya'ni 95% ishonch ehtimoliga ega bo'lgan tasodifiylik mezon hisoblanadi:

$$p > \left[\frac{2}{3} (n - 2) - 1,96 \sqrt{\frac{16n - 29}{90}} \right].$$

Styudentning t mezonini aniqlash uchun quyidagi formulalar foydalaniladi. Regressiya koeffitsientlarini baholash uchun Styudentning t mezonini hisoblash formulasi:

$$t_{xuc_{a_0}} = \frac{a_0}{S_{a_0}}, \quad t_{xuc_{a_1}} = \frac{a_1}{S_{a_1}}. \quad (2.19)$$

bu yerda S_{a_0} , S_{a_1} - erkin had va regressiya koeffitsientining standart og'ishlari. Ular quyidagi formulalar bo'yicha aniqlanadi:

$$S_{a_0} = S_e \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}; \quad S_{a_1} = \frac{S_e}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}. \quad (2.20)$$

bu yerda S_e - model qoldiqlarining standart og'ishi (baholashdagi standart xato).

U quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi

$$S_e = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n e^2}{n - k - 1}}. \quad (2.21)$$

Hisoblab chiqilgan t mezonning qiymatlari $t_{\alpha, \gamma}$ mezonning (p - erkinlik darajalarida va α ahamiyatligining tegishli darajasi) aniqlanadigan jadvaldagi qiymati bilan taqqoslanadi.

Agar t mezonning hisoblab chiqilgan qiymati uning $t_{\alpha, \gamma}$ jadvaldagi qiymatidan katta bo'lsa, u holda parametr ahamiyatli hisoblanadi. Ushbu holatda parametrlarning topilgan qiymatlari faqat tasodifiy mos kelish bilan shartlanganligiga ishonish qiyin.

Umuman olganda, regressiya tenglamasining ahamiyatligini tekshirish uchun Fisherning F-mezonidan foydalaniladi. Juft chiq

Kvadrat qavslar qavslar ichiga olingan sonning butun olinishini anglatadi.

Agar tengsizlik bajarilsa, u holda model haqqoniy hisoblanadi.

Ikkinchi talab. Qoldiq izchilligi matematik taxminining tengligini tekshirish uchun qoldiqlar qatorining o'rtacha qi hisoblab chiqiladi:

$$\bar{\varepsilon} = \sum (\varepsilon_i) / n. \quad (2.23)$$

Agar $\bar{\varepsilon} \approx 0$ bo'lsa, u holda model doimiy muntazam xatol emas hisoblanadi va nolli o'rtacha mezonga mos keladi.

Agar $\bar{\varepsilon} \neq 0$ bo'lsa, u holda matematik taxminining nolga teng to'g'risidagi nolli faraz tekshiriladi. Buning uchun Styudent mezon quyidagi formula bo'yicha hisoblab chiqiladi:

$$t = \frac{|\bar{\varepsilon}| - 0}{S_{\varepsilon}} \cdot \sqrt{n}. \quad (2.24)$$

bu yerda S_{ε} - model qoldiqlarining standart og'ishi (standart xatol mezon qiymati $t_{a,\gamma}$ jadaldagi qiymat bilan taqqoslanadi. Agar tengsizlik bajarilsa, u holda model ushbu mezon bo'yicha haqq emas deb baholanadi.

Uchinchi talab. Qoldiqlar qatori darajalarining dispersiyasi x barcha qiymatlari uchun bir kodli bo'lishi kerak (gomoskedast xususiyati). Agar ushbu shartga amal qilinmasa, u gomoskedastlik o'rin tutadi.

Tanlash hajmi kichik bo'lganida gomoskedastlikni bah uchun Goldfeld-Kvantsu usulidan foydalanish mumkin. usulning mohiyati quyidagilardan iborat:

- x o'zgaruvchining qiymatlarini ortib borish tartibiga solingan kuzatishlar yig'indisini ikkita guruhga ajratish kerak;
- kuzatishlarning har bir guruhi bo'yicha regressiya darajal tuzish zarur;

- quyidagi formulalar bo'yicha birinchi va ikkinchi guruh uchun kvadratlar qoldiq yig'indilarini aniqlash darkor:

$$S_1 = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2; \quad S_2 = \sum_{i=n_1+1}^n \varepsilon_i^2. \quad (2.25)$$

bu yerda n_1 - birinchi guruhda kuzatishlar soni;

n_2 - ikkinchi guruhda kuzatishlar soni.

- $F_{hisob} = S_1 : S_2$ yoki $F_{hisob} = S_2 : S_1$ (suratda kvadratlar katta g'indisi bo'lishi kerak) mezonini hisoblab chiqish lozim.

Gomoskedastlik to'g'risidagi nolli farazni bajarishda F_{hisob} mezonni F -mezonni kvadratlarining har bir qoldiq summasi uchun $\gamma_1 = n_1$ va $\gamma_2 = n - n_1 - t$ (bu yerda t - regressiya tenglamasida baholanadigan parametrlar soni) erkinlik darajalari bilan qanoatlantiradi. F_{his} miqdori F -mezonning jadvaldagi qiymatidan qancha katta bo'lsa, qoldiq kattaliklar dispersiyalarining tengligi haqidagi taxmin shunchalik katta buzilgan.

To'rtinchi talab. Qoldiqlar izchilligining mustaqilligini tekshirish avtokorrelyatsiyaning mavjud emasligi) Darbin-Uotsonning d -mezonidamida amalga oshiriladi. U quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n (\varepsilon_i - \varepsilon_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2}. \quad (2.26)$$

Mezonning hisoblab chiqilgan qiymati Darbin-Uotson statistikasining quyi d_1 va yuqori d_2 mezoniy qiymatlari bilan taqqoslanadi. Bunda quyidagi holatlar yuz berishi mumkin:

- 1) agar $d < d_1$ bo'lsa, u holda qoldiqlarning mustaqilligi to'g'risidagi faraz inkor etiladi va model qoldiqlarning mustaqilligi mezon bo'yicha noadekvat deb e'tirof etiladi;
- 2) agar $d_1 < d < d_2$ (shu jumladan ushbu qiymatlarning o'zi) bo'lsa, holda biror bir fikrga kelishga asos yo'q deb hisoblanadi va shimcha mezonidan, masalan, avtokorrelyatsiyaning birinchi koeffitsientidan foydalanish zarur.

$$r_1 = \frac{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i \cdot \varepsilon_{i-1}}{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2} \quad (2.27)$$

Agar koeffitsientning modul bo'yicha hisoblab chiqilgan jadvaldagi r_{1kr} qiymatdan kichik bo'lsa, u holda avtokorrelyatsiya mavjud emasligi to'g'risidagi faraz qabul qilinadi; aks holda ushbu faraz inkor etiladi;

3) agar $d_2 < d < 2$ bo'lsa, u holda qoldiqlarning mustaqil to'g'risidagi faraz qabul qilinadi va model ushbu mezon bo'yicha haqqoniy deb e'tirof etiladi;

4) agar $d > 2$ bo'lsa, u holda bu qoldiqlarning avtokorrelyatsiyasidan dalolat beradi.

Mazkur holatda mezonning hisoblab chiqilgan qiymatini d' formulasi bo'yicha o'zgartirish va d mezoniy qiymat bilan emas, balki mezoniy qiymat bilan taqqoslash zarur.

Beshinchi talab. Qoldiqlar izchilligi taqsimlanish taqsimlashning normal qonuniga mosligini tekshirishni quyidagi formulalar bo'yicha aniqlanadigan R/S -mezon yordamida amalga oshirish mumkin.

$$R/S = (\varepsilon_{\max} - \varepsilon_{\min}) / S_\varepsilon \quad (2.28)$$

bu yerda S_ε – model qoldiqlarining standart og'ishi (standart R/S -mezonning hisoblab chiqilgan qiymati jadvaldagi qiymat (ushbu nisbatning quyi va yuqori chegaralari) bilan taqqoslanadi va ahamiyatlilikning ma'lum darajasiga ega bo'lgan taqsimlanish normalligi to'g'risidagi faraz inkor etiladi; aks holda ushbu faraz qabul qilinadi.

Shuningdek, regression modellarning sifatini baholash avtokorrelyatsiya indeksidan (ko'plik korrelyatsiyasi koeffitsientidan) foydalanish mumkin. Korrelyatsiya indeksini aniqlash formulasi quyidagicha:

$$R = \sqrt{1 - \frac{S_y^2}{S_x^2}} = \sqrt{1 - \frac{\sum (y_i - \hat{y})^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2}} = \sqrt{\frac{\sum (\hat{y} - \bar{y})^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2.29)$$

bu yerda $S_y^2 = S_y^2 + S_e^2$;

S_y^2 – erksiz o'zgaruvchining uning o'rtacha qiymatidan og'ishlari kvadratlarining umumiy yig'indisi, quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$S_y^2 = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n-1}; \quad (2.30)$$

S_e^2 – regressiya bilan izohlangan og'ishlar kvadratlarining yig'indisi.

Quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$S_e^2 = \frac{\sum (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{n-1}; \quad (2.31)$$

S_e^2 – og'ishlar kvadratlarining qoldiq yig'indisi. Ushbu quyidagi formula bo'yicha hisoblab chiqiladi:

$$S_e^2 = \frac{\sum (y_i - \hat{y})^2}{n-1}; \quad (2.32)$$

$S_y^2 = S_y^2 + S_e^2$ tenglamasini quyidagi tarzda taqdim etish mumkin:

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2 + \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2. \quad (2.33)$$

Korrelyatsiya indeksi 0 dan 1 gacha qiymatni qabul qiladi. Indeks qiymati qanchalik yuqori bo'lsa, natijali belgining hisoblab chiqilgan qiymatlari amaldagi qiymatlarga shunchalik yaqin bo'ladi. Korrelyatsiya indeksi o'zgaruvchilar bog'liqligining har qanday shaklida taqdim etilishi mumkin; juft chiziqli regressiyada u korrelyatsiyaning juft koeffitsientiga teng.

Model aniqligining o'lchovlari sifatida aniqlik tavsiflari aniqlaniladi.

Agar regressiya modeli adekvat deya e'tirof etilsa, model parametrlari esa ahamiyatli bo'lsa, u holda prognozni tuzishga o'tiriladi.

Model aniqligi o'lchovlarining ta'rifi

Aniqlik tavsiflari	Hisoblab chiqish va tavsifning mazmuni
Eng katta xato	Hisoblab chiqilgan qiymatlarning qiymatlardan eng katta og'ishiga mos keladi
O'rtacha mutloq xato	$\bar{\varepsilon}_{mut} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i $ Xato amaldagi qiymatlar modeldan o'rtacha qiymatdan farq qilishini ko'rsatadi
Qoldiqlar qatori dispersiyasi (qoldiq dispersiyasi)	$S_{\varepsilon}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\varepsilon_i - \bar{\varepsilon})^2}{n-1}$ bu yerda $\bar{\varepsilon}$ – qoldiqlar qatorining o'rtacha qiymati Quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi
O'rtacha kvadratik xato	$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\varepsilon_i - \bar{\varepsilon})^2}{n-1}}$ Dispersiyadan kvadrat ildizni o'zida namoyon qiladi Xatoning qiymati qanchalik kichik bo'lsa, shunchalik aniq bo'ladi
Approksimatsiyaning o'rtacha nisbiy xatosi	$\bar{\varepsilon}_{nuc} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left \frac{\varepsilon_i}{y_i} \right \cdot 100$ $\bar{\varepsilon}_{nuc}$ qiymatlarining ruxsat etilgan chegarasi bilan 8-15 foizni tashkil qiladi

O'zgaruvchi y ning prognoz qilinayotgan qiymati regressiya tenglamasiga x_{progn} mustaqil o'zgaruvchi kutilayotgan qiymati qo'yilgan holda topiladi.

O'zgaruvchi y ning prognoz qilinayotgan qiymati quyidagiga teng:

$$\bar{y}_{progn} = a_0 + a_1 x_{progn}$$

Ushbu prognoz nuqtali deb nomlanadi. Nuqtali prognozning amalga oshirishi ehtimoli deyarli nolga teng, shuning uchun prognozning katta ehtimollik darajasiga ega bo'lgan ishonch oralig'i hisoblab chiqiladi.

Prognozning ishonch oralig'lari standart xatoga, x_{progn} ning o'zining o'rtacha qiymatidan uzoqlashishiga, n kuzatishlar soniga va prognozning ahamiyatlilik darajasiga bog'liq. Prognozning ishonch oralig'lari quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$u(k) = t_{\alpha/2, n-k-1} \cdot S_{\varepsilon} \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_{progn} - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}$$

bu yerda $t_{\alpha/2, n-k-1}$ – α ning ahamiyatlilik darajasi va $\gamma = n - k - 1$ erkinlik darajalarining soni uchun Studentning taqsimlash jadvali bo'yicha aniqlanadi.

2.5. Chiziqli bo'lmagan regressiya modellari va ularni chiziqli ko'rinishga keltirish

Ijtimoiy-iqtisodiy hodisalar va jarayonlar o'rtasidagi nisbatni aniqroq vaqt ham chiziqli funksiyalar bilan ifodalab bo'lmaydi. Masalan, *talab chiqarish funksiyalari* (ishlab chiqarilgan mahsulotning hajmi va asosiy ishlab chiqarish omillari – mehnat, kapital va h.k. o'rtasidagi bog'liqliklar), *talab funksiyalari* (tovarlar, xizmatlarga bo'lgan talab bilan ularning narxlar yoki daromad o'rtasidagi bog'liqlik) va hokazolar chiziqsiz bo'lib chiqadi.

Agar iqtisodiy hodisalar o'rtasida chiziqsiz nisbatlar mavjud bo'lsa, u holda ular tegishli chiziqsiz funksiyalar bilan ifodalanadi. Chiziqsizlik o'zgaruvchilarga nisbatan ham, funksiyaga kiruvchi koeffitsientlar (parametrlar)ga nisbatan ham ifodalanishi mumkin. Chiziqsiz regressiyalarning ikkita sinfi mavjud. Chiziqsiz regressiyalar sinflarining birinchisiga tahlilga kiritilgan o'zgaruvchilar bo'yicha chiziqsiz, lekin

baholanayotgan parametrlar bo'yicha chiziqli regressiyalar (polinomlar, giperbola) kiradi. Ikkinchi sinfi baholanayotgan parametrlar bo'yicha chiziqli regressiyalar (darajali, ko'rsatkichli, eksponentsiyali) dan tashkil topadi.

Chiziqli bo'lmagan modellar parametrlarini baholash uchun yondashuv qo'llaniladi. Birinchi yondashuv modelni chiziqli ko'rinishga keltirishga asoslangan bo'lib, u shundan iboratki, boshlang'ich o'zgaruvchilarni mos tarzda o'zgartirish yordamida tadqiq etilayotgan bog'liqlik o'zgartirilgan o'zgaruvchilar o'rtasidagi chiziqli ko'rinishda ifodalanadi.

O'zgaruvchilar bo'yicha chiziqli bo'lmagan, lekin baholanayotgan parametrlar bo'yicha chiziqli regressiyalar

Regressiyaning nomi	Regressiya tenglamasi	Normal tenglamalar
Ikkinchi tartib polinomi	$\bar{y}_x = a_0 + a_1 x_i + a_2 x_i^2$	$na_0 + a_1 \sum_{i=1}^n x_i + a_2 \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n y_i$ $a_0 \sum_{i=1}^n x_i + a_1 \sum_{i=1}^n x_i^2 + a_2 \sum_{i=1}^n x_i^3 = \sum_{i=1}^n y_i x_i$ $a_0 \sum_{i=1}^n x_i^2 + a_1 \sum_{i=1}^n x_i^3 + a_2 \sum_{i=1}^n x_i^4 = \sum_{i=1}^n y_i x_i^2$
Giperbola	$\bar{y}_x = a_0 + a_1 \frac{1}{x_i}$	$na_0 + a_1 \sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i} = \sum_{i=1}^n y_i$ $a_0 \sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i} + a_1 \sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i^2} = \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{x_i}$ Yoki $1/x_i$ ni yangi X o'zgaruvchisi bilan almashtiramiz. Natijada chiziqli tenglamaga ega bo'lamiz: $\bar{y}_x = a_0 + a_1 X$ Parametrlar quyidagi formulalar bo'yicha aniqlanadi: $a_1 = \frac{y \cdot X - \bar{y} \cdot \bar{X}}{X^2 - (\bar{X})^2}$ $a_0 = \bar{y} - a_1 \bar{X}$

Baholanayotgan parametrlar bo'yicha chiziqli bo'lmagan regressiya tenglamalarini chiziqli ko'rinishga keltirish

2.3-jadval

Regressiya tenglamasi	Chiziqli ko'rinishga keltirish
$\hat{y}_x = a_0 \cdot x_i^{a_1}$	Darajali funksiyani parametrlarini eng kichik kvadratlar usuli yordamida aniqlash uchun uni tenglamaning ikkala qismini ham logarifmlash yo'li bilan chiziqli ko'rinishga olib kelish lozim: $\ln \hat{y}_x = \ln a_0 + a_1 \ln x_i$ Ushbu tenglama grafikdagi to'g'ri chiziqni o'zida namoyon etadi, uning o'qlari bo'ylab sonlarning o'zi emas, balki ularning logarifmlari (logarifmik shkala yoki logarifmik to'r) ajraladi. Agar $Y = \ln \hat{y}_x$, $X = \ln x_i$, $A = \ln a_0$ bo'lsa, u holda tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi: $Y = A + a_1 X$ Model parametrlari ushbu formulalar bo'yicha aniqlanadi: $a_1 = \frac{YX - \bar{Y} \cdot \bar{X}}{X^2 - (\bar{X})^2}$ $A = Y - a_1 X$
$\hat{y}_x = a_0 \cdot a_1^{x_i}$	O'zgaruvchilarni chiziqli holga keltirish tenglamaning ikkala qismini ham logarifmlash yo'li bilan o'tkazamiz: $\ln \hat{y}_x = \ln a_0 + x_i \ln a_1$ Tenglama x mustaqil o'zgaruvchining qiymatlari uchun natural shkala va y erksiz o'zgaruvchining qiymatlari uchun logarifmik shkala birikmasi sifatida olinadigan yarim logarifmik to'rda to'g'ri chiziq bilan tasvirlanadi. Agar $Y = \ln \hat{y}_x$, $A = \ln a_0$, $V = \ln a_1$ bo'lsa, u holda tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi: $Y = A + V x_i$ Model parametrlari quyidagi formulalar bo'yicha aniqlanadi: $B_1 = \frac{Y \cdot x - \bar{Y} \cdot \bar{x}}{x^2 - (\bar{x})^2}; A_0 = \bar{Y} - B_1 \bar{x}$

Ikkinchi yondashuv, odatda tegishli chiziqli ko'rinishga kelib o'tkazilgan holda boshlang'ich o'zgaruvchilar asosida chiziqsiz optimallashtirish usullaridan foydalanish mumkin.

Ko'pincha iqtisodiy tahlilda qo'llaniladigan chiziqli bo'lmagan regressiyalarning turlari quyidagilar: ikkinchi tartib polinomi, giperbolik darajali funksiya va ko'rsatkichli funksiya.

Tahlilga kiritilgan o'zgaruvchilar bo'yicha chiziqli bo'lmagan baholanayotgan parametrlar bo'yicha chiziqli regressiya parametrlarini baholash normal tenglamalarni hal etish yo'li bilan eng kichik kvadratl usuli yordamida amalga oshiriladi.

Egri chiziqli korrelyasion bog'liqlikning har qanday shaklda foydalanishda o'zgaruvchilar o'rtasidagi bog'liqlikning jipsligi bog'liqlikning chiziqli shakli uchun korrelyatsiya koeffitsienti shaklida aniqlanadigan korrelyatsiya indeksi yordamida o'lchanishi mumkin.

Hududlar shaharlari bo'yicha aholi jon boshiga o'rtacha pul daromadlari va o'rtacha chakana savdo aylanmasi (1 oy) (ming so'm)

Shahar tartib raqami (n)	Aholi jon boshiga o'rtacha pul daromadlari (x _i)	Aholi jon boshiga o'rtacha chakana savdo aylanmasi (y _i)	Shahar tartib raqami (n)	Aholi jon boshiga o'rtacha pul daromadlari (x _i)	Aholi jon boshiga o'rtacha chakana savdo aylanmasi (y _i)
1	3 357	2 425	9	3 563	2 200
2	3 135	2 050	10	3 219	1 850
3	2 842	1 683	11	3 308	2 050
4	3 991	2 375	12	3 724	2 250
5	2 293	1 167	13	3 416	1 980
6	3 340	1 925	14	3 022	2 340
7	3 089	1 042	15	3 383	2 450
8	4 372	2 925	16	4 267	2 120

Korrelyasion bog'liqlik tenglamasi o'rganilayotgan o'zgaruvchilar o'rtasidagi bog'liqlikning mohiyati aniq namoyon bo'lishi, tenglamaning parametrlari esa muayyan tarzda iqtisodiy talqin etilishi uchun imkon qadar soddaroq bo'lishi kerak. Tegishli bog'liqlik tenglamasini tanlash masalasi har bir holatda alohida tarzda hal etiladi.

O'zbekiston hududlarida joylashgan shaharlar aholisi jon boshiga o'rtacha keladigan quyidagi tanlangan ma'lumotlar mavjud. Ularning - % tanlovi tasodifiy takrorlanishsiz (2.4-jadval).

Yuqoridagi tanlangan ma'lumotlardan foydalanib, korrelyatsiya koeffitsienti quyidagicha hisoblanadi:

1. x_i va y_i omillar o'rtasidagi regression bog'liqligining jipsligi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

Omil (x) va natija (y) belgilarning o'rtacha qiymatlari quyidagiga teng:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{54\,321}{16} = 3395 \text{ ming so'm;}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} = \frac{32\,825}{16} = 2052 \text{ ming so'm.}$$

Juft korrelyatsiya koeffitsienti quyidagiga teng:

$$r_{yx} = \frac{2\,590\,081}{\sqrt{4\,070\,771 \cdot 3\,299\,601}} = 0,706$$

Ushbu hisoblangan korrelyatsiya koeffitsientining qiymati aholi jon boshiga o'rtacha pul daromadlari bilan aholi jon boshiga o'rtacha chakana savdo aylanmasi o'rtasida jips bog'liqlik mavjudligidan dalolat beradi.

x va y omillar o'rtasidagi determinatsiya koeffitsienti ($r^2_{yx} = 0,498$) chakana savdo aylanmasining 49,8 foizga o'zgarishi aholi pul daromadlarining o'zgarishlari bilan izohlanishini ko'rsatadi.

2.6. Korrelyatsion-regression tahlilda eng kichik kvadratlar usulida qo'llanilishi

Regression modelning parametrlarini baholash bog'liq o'zgaruvchi Y ning taqsimlanish ehtimolini topishdir. Modelda Y ning taqsimlangan va variatsiyasi

$$\text{var}(Y) = \sigma^2 \text{ ga teng.}$$

Eng kichik kvadratlar usulida hisoblash tamoyili Y_i larning qiymatlarining o'rtacha qiymatidan farqining kvadrati summasini topishdan iborat. Demak:

$$S = \sum_{i=1}^n [Y_i - E(Y_i)]^2 \quad (2.34)$$

yoki

$$S = \sum_{i=1}^n [Y_i - \alpha - \beta \cdot X_i]^2 \quad (2.35)$$

bu yerda, S - farqlar kvadratlari summasi.

α va β , qiymatlarini topish uchun S ning α va β bo'yicha hosilasini topamiz:

$$\frac{\partial S}{\partial \alpha} = \sum_i \frac{\partial (Y_i - \alpha - \beta \cdot X_i)^2}{\partial \alpha} = -2 \sum_i (Y_i - \alpha - \beta \cdot X_i) = -2 \sum_i Y_i - \alpha - \beta \cdot X_i$$

$$\frac{\partial S}{\partial \beta} = \sum_i \frac{\partial (Y_i - \alpha - \beta \cdot X_i)^2}{\partial \beta} = -2 \sum_i (Y_i - \alpha - \beta \cdot X_i) \cdot (-X_i) = -2 \sum_i X_i (Y_i - \alpha - \beta \cdot X_i)$$

Har bir hosilani nolga tenglashtirib hisoblab topilgan $\bar{\alpha}$ va $\bar{\beta}$ qiymatini hisoblaymiz.

$$-2 \sum_i (Y_i - \bar{\alpha} - \bar{\beta} \cdot X_i) = 0$$

$$-2 \sum_i X_i (Y_i - \bar{\alpha} - \bar{\beta} \cdot X_i) = 0$$

yoki bunga ekvivalent ravishda

$$\sum Y_i = \bar{\alpha} \cdot n + \bar{\beta} \left(\sum X_i \right)$$

$$\sum X_i \cdot Y_i = \bar{\alpha} \left(\sum X_i \right) + \bar{\beta} \left(\sum X_i^2 \right) \quad (*)$$

Bu tenglamalar eng kichik kvadratlar usulida normal tenglamalar ataladi. Bunda e eng kichik kvadratlar qoldig'i:

$$\begin{aligned} \sum e_i &= 0 \\ \sum X_i \cdot e_i &= 0 \end{aligned}$$

) tenglama $\bar{\alpha}$ va $\bar{\beta}$ larga nisbatan echiladi.

$$\bar{\beta} = \frac{n \left(\sum X_i \cdot Y_i \right) - \left(\sum X_i \right) \cdot \left(\sum Y_i \right)}{n \left(\sum X_i^2 \right) - \left(\sum X_i \right)^2}$$

tenglikni boshqacha ko'rinishda ham yozish mumkin:

$$\begin{aligned} n \cdot \sum (X_i - \bar{X}) \cdot (Y_i - \bar{Y}) &= n \cdot \sum (X_i \cdot Y_i) - n \cdot \bar{X} \cdot \left(\sum Y_i \right) - n \cdot \bar{Y} \cdot \left(\sum X_i \right) + n^2 \cdot \bar{X} \cdot \bar{Y} = \\ &= n \cdot \left(\sum X_i \cdot Y_i \right) - \left(\sum X_i \right) \cdot \left(\sum Y_i \right) - \left(\sum X_i \right) \cdot \left(\sum Y_i \right) + \left(\sum X_i \right) \cdot \left(\sum Y_i \right) = \\ &= n \cdot \left(\sum X_i \cdot Y_i \right) - \left(\sum X_i \right) \cdot \left(\sum Y_i \right) \end{aligned}$$

Demak,

$$\bar{\beta} = \frac{\sum (X_i - \bar{X}) \cdot (Y_i - \bar{Y})}{\sum (X_i - \bar{X})^2}$$

larning qiymati topilgandan so'ng α' larni birinchi tenglamadan (*) topamiz. Ya'ni,

$$\bar{\alpha} = \left(\frac{1}{n} \right) \cdot \left(\sum Y_i \right) - \bar{\beta} \cdot \left(\frac{1}{n} \right) \cdot \left(\sum X_i \right) = \bar{Y} - \bar{\beta} \cdot \bar{X}$$

Regressiya tenglamasini hisoblash.

Oddiy regressiya modelini hisoblash. Quyidagi 2.5-jadvalda tilgan ma'lumotlar asosida regressiya tenglamasi hisoblanasin. Bu da Y - iste'mol harajatlari; X - Shaxsiy daromad.

Yillar	Y	X	X ²	X·Y
1980	195,0	207,7	43139,3	40501,5
1991	209,8	227,5	51756,3	47729,5
2006	219,8	238,7	56977,7	52466,3
2007	232,6	252,5	63756,3	58731,5
2008	238,0	256,9	65997,6	61142,2
2009	256,9	274,4	75295,4	70493,4
2010	269,9	292,9	85790,4	79053,7
2011	285,2	308,8	95357,4	88069,8
2012	293,2	317,9	101060,4	93208,3
2013	313,5	337,1	113636,4	105681,4
2014	328,2	349,9	122430,0	114837,2
2015	337,3	364,7	133006,1	123013,4
2016	356,8	384,6	147917,2	137225,0
2017	375,0	402,5	162006,3	150937,1
2018	399,2	431,8	186451,2	172375,2
Summa	4310,4	4647,9	1504576,0	1395464,0

T=15;

$$\bar{X} = 4647,9/15 = 309,86$$

$$\bar{X} = 4647,9/15 = 309,86;$$

$$SST = (Y - \bar{Y}) = Y - T\bar{Y} = 129438$$

$$\frac{(X-X)(Y-\bar{Y})}{(X-X)(Y-\bar{Y})} = \frac{XY - TX\bar{Y}}{(X-X)(Y-\bar{Y})} = \frac{139546}{59842}$$

$$\frac{(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{(x-\bar{x})} = \frac{59843}{60123} = 0,92956$$

$$\frac{Y - X = 287,36}{60123} = 0,92956$$

$$Y - X = 287,36 - (0,92956)(309,86) = 0,6735$$

$$SSR = \frac{[(X - \bar{X})(Y - \bar{Y})]}{(X - \bar{X})} = \frac{59843}{64378} = 55627$$

$$SSE = SST - SSR = 55672 - 55627 = 45$$

$$R = \frac{SSR}{SST} = 0,9992$$

$$25 = (T-2)R / (1-R) = 13 \frac{(0,9992)}{(0,0008)} = 16237$$

$$F = 127,4$$

$$F = \text{SSE}/(T-2) = 45/13 = 3,46$$

$$0,9992$$

16237

$$= -0,6735 + 0,92956 * X$$

Qisqa xulosalar

1) Ijtimoiy-iqtisodiy jarayonlar o'rtasidagi o'zaro bog'lanishlarni
ganish ekonometrika fanining muhim vazifalaridan biridir. Bu
ayonda ikki xil belgilar yoki ko'rsatkichlar ishtirok etadi, biri bog'liq
lmagan o'zgaruvchilar, ikkinchisi bog'liq o'zgaruvchilar hisoblanadi.
inchi turdagi belgilar boshqalariga ta'sir etadi, ularning o'zgarishiga
abchi bo'ladi. shuning uchun ular omil belgilar deb yuritiladi,
inchi toifadagilar esa natijaviy belgilar deyiladi. Masalan,
molchining daromadi ortib borishi natijasida uning tovar va
matlarga bo'lgan talabi oshadi. Bu bog'lanishda talabning ortishi
ijaviy belgi, unga ta'sir etuvchi omil, ya'ni daromad esa omil
gidir. Korrelyatsiya so'zi lotincha *correlation* so'zidan olingan
lib, o'zaro munosabat, muvofiqlik, bog'liqlik degan ma'noga ega.

Ikki hodisa yoki omil va natijaviy belgilar orasidagi bog‘lanish **juft relyatsiya** deb ataladi. Regression tahlil natijaviy belgiga ta’sir vchi belgilarning samaradorligini amaliy jihatdan etarli darajada qlik bilan baholash imkonini beradi. Regression tahlil yordamida noiy-iqtisodiy jarayonlarning kelgusi davrlar uchun bashorat matlarini baholash va ularning ehtimol chegaralarini aniqlash mkin. Regressiya tenglamasining koeffitsientlarini eng kichik idratlar usuli asosida hisoblash mumkun.

Nazorat va muhokama uchun savollar

Korrelyatsion-regression tahlilning maqsadlari nimalardan iborat?
 fuft, xususiy va ko'plikdagi korrelyatsiya koeffitsientlarining farqi

nimadan iborat?

3. Qaysi hollarda korrelyatsiya indeksi qo'llaniladi?
4. Regressiya koeffitsientlarining iqtisodiy mohiyati nimadan iborat?
5. "Eng kichik kvadratlar usuli" ning mohiyatini tushuntirib bering.
6. Normal tenglamalar tenglamasini echish usullarini tushuntirib bering.
7. Real iqtisodiy jarayonlar bo'yicha turli xildagi bog'lanishlarga misol tuzing.

3-mavzu. KO'P OMILLI EKONOMETRIK TAHLIL

Reja:

1. Ko'p omilli ekonometrik modellarni tuzish uslubiyati.
2. Ko'p omilli korrelyasion – regression tahlil va chiziqli regressiya tenglamasi.
3. Ko'p omilli korrelyatsiya – regressiya modeli uchun omillarni tanlash.
4. Multikollinearlik va uni bartaraf etish usullari.
5. Ko'p omilli va xususiy korrelyatsiya.
6. Ekonometrik model parametrlarining iqtisodiy tahlili va elastiklik koeffitsiyentlarini hisoblash.

3.1. Ko'p omilli ekonometrik modellarni tuzish uslubiyati

Ko'plik korrelyatsiyasi tasodifiy ko'rsatkichlar guruhi o'rtasidagi bog'lanishlarni o'rganadi. Iqtisodiy tahlilda ko'plik korrelyatsiya usulini qo'llanilishi hisoblash texnikasi yaratilganidan so'ng kengaydi va qisqartirilgan davrda katta yutuqlarga erishildi, ham iqtisodiy, ham matematika fanlarini rivojlanishiga o'z ulushini qo'shdi.

Ko'plik (ko'p omilli) korrelyatsiya usuli murakkab jarayonlarni tahlil qilishning asosiy usullaridan biri hisoblanadi. Bu usul murakkab jarayonlarda ro'y berayotgan alohida hodisalarni modellashtirish va bashorat qilish imkonini beradi. Ko'p omilli korrelyatsiya usulidan foydalanish quyidagi tartibda amalga oshiriladi.

1. Kuzatishlar asosida to'plangan katta miqdordagi dastlabki ma'lumotlarni qayta ishlash asosida bir argumentning o'zgarishida korrelyatsiya qiymatini o'zgarishini qolgan argumentlar qiymati belgilangan darajada aniqlanadi.

2. Qiziqtirayotgan bog'lanishga boshqa omillarni ta'sirini o'zgartirish) darajasi aniqlanadi.

Korrelyatsiya tahlili usullarini qo'llayotgan izlanuvchilar oldida tushuntirilgan asosiy muammolar bo'lib quyidagilar hisoblanadi:

- funksiya ko'rinishini (turini) aniqlash;
- omillar-argumentlarni ajratish;
- jarayonlarni to'g'ri baholash uchun zarur bo'lgan kuzatish sonini aniqlash.

Funksiyaning ko'rinishini tanlashning qandaydir aniq chiqilgan uslubiy ko'rsatmalari bo'lamasa ham, har bir izlanuvchi muammoni turlicha hal qiladi.

Matematika fani berilgan qiymatning har qanday sohasi cheklanmagan miqdorda funksiyalarni keltirishi mumkinligini his qilib, ko'p izlanuvchilar funksiya ko'rinishini tanlash inson imkoniyat chegarasidan tashqarida deb hisoblashadi. Shuning uchun funksiya ko'rinishini sof empirik asosda tanlash zarur va keyinchalik o'rganilayotgan jarayonga to'g'ri kelishi (adekvatligi) tekshirilgan qabul qilish yoki qilmasslik haqida qaror qabul qilinadi.

Omillar o'rtasida bog'lanish shaklini tanlashning uchta mavjud:

- empirik usul;
- oldingi tadqiqotlar tajribasi usuli;
- mantiqiy tahlil usuli.

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

3.2. Ko'p omilli korrelyasion – regression tahlil va chiziqli regressiya tenglamasi

Iqtisodiy hodisalar, odatda, bir vaqtning o'zida va umumiy qiluvchi ko'p sonli omillar bilan aniqlanadi. Shu munosabatdan ko'pincha y o'zgaruvchining bir necha $x_1, x_2, \dots, x_k$ o'zgaruvchilarga bog'liqligini tadqiq etish masalasi paydo bo'ladi. Ushbu masala ko'p omilli korrelyasion-regression tahlil yordamida etilishi mumkin.

Ko'p omilli korrelyasion-regression tahlil quyidagi bosqichlarni o'ziga oladi:

- omillar o'rtasidagi bog'liqlikning jipsligini o'lchash;
- modelga kiruvchi omillarni tanlab olish;
- omillar bog'liqliklarining noma'lum sabablarini aniqlash;
- regressiya tenglamasining xilini aniqlash;
- regressiya modelini tuzish va uning parametrlarini baholash;
- bog'liqlik parametrlarining ahamiyatligini tekshirish;
- bog'liqlik parametrlarini oraliq qisqartirish.

Bog'liqlikni ko'p omilli regressiya usullari bilan tadqiq etishda masala juft regressiyadan foydalanishdagi kabi qo'yiladi, ya'ni y natijali $x_1, x_2, \dots, x_k$ omillar o'rtasidagi bog'liqlik shaklining tahliliy ifodasini qo'llash uchun, quyidagi funktsiyani topish talab etiladi:

$$\hat{y}_k = f(x_1, x_2, \dots, x_k),$$

bu yerda k – omillar soni.

Eng kichik kvadratlar usulining o'ziga xos xususiyatlari tufayli ko'p omilli regressiyada juft regressiyadagi kabi faqat chiziqli tenglamalar va o'zgaruvchilarni o'zgartirish yo'li bilan chiziqli bog'lanishga keltiriladigan tenglamalar qo'llaniladi. Bunda bog'liqlik tahlilini asoslashning qiyinligi tufayli ko'pincha chiziqli tenglamadan foydalaniladi, uni quyidagi tarzda yozish mumkin:

$$y_k = a_0 + a_1 x_{11} + a_2 x_{12} + \dots + a_k x_{1k} + \varepsilon_i$$

bu yerda $a_0, a_1, \dots, a_k$ – model parametrlari (regressiya koeffitsiyentlari);

ε_i – tasodifiy kattalik (qoldiq qiymati).

Regressiya koeffitsiyenti a_j regressiya tenglamasiga kiruvchi boshqa omillarning qat'iy belgilangan (doimiy) qiymatida x_j o'zgaruvchi bir birligiga oshirilgandagina y natijaviy omil o'rtacha qancha o'zgarishga ega bo'ladigandagina o'zgarishini ko'rsatadi.

Ko'p omilli regressiya modeli parametrlarini baholashni matritsali usulda amalga oshirish mumkin. Matritsa shaklidagi chiziqli ko'p omilli regressiyasi tenglamasi quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$Y = Xa + \varepsilon,$$

bu yerda Y – o'lchamga ega erksiz o'zgaruvchi qiymatlari vektori $(n \times 1)$;

$X = X_1, X_2, \dots, X_k$ mustaqil o'zgaruvchilar qiymatlar matritsasi matritsaning o'lchamliligi $n \times (k+1)$ ga teng. Birinchi ustun matritsada a_0 birga ko'paytirilgan hisoblanadi, chunki regressiya tenglamasida a_0 birga ko'paytirilgan.

a – baholanishi lozim bo'lgan o'lchamga ega noma'lum parametrlar vektori $(k+1) \times 1$;

ε – o'lchamga ega tasodifiy og'ishlari vektori $n \times 1$.

$$Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{pmatrix}; \quad X = \begin{pmatrix} 1 & x_{11} & \dots & x_{1k} \\ 1 & x_{21} & \dots & x_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{n1} & \dots & x_{nk} \end{pmatrix}; \quad Y = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_k \end{pmatrix}$$

Eng kichik kvadratlar usuli bo'yicha regression parametrlarini hisoblash uchun quyidagi formula qo'llaniladi:

$$A = (X'X)^{-1} X'Y,$$

bu yerda X' – transponirlangan X matritsa;
 $(X'X)^{-1}$ – teskari matritsa.

Ko'p omillik regressiya modeli har bir parametrining ishonchli baholash t mezonini yordamida amalga oshirish uchun Modelning har qanday parametri uchun t mezonning a_j qiymati qo'llaniladi formula bo'yicha hisoblab chiqiladi:

$$t_{xuc} = \frac{a_j}{S_{\varepsilon} \sqrt{b_{jj}}}$$

bu yerda S_{ε} – regressiya tenglamasining standart kvadratik og'ishi.
U quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$S_{\varepsilon} = \sqrt{\frac{\sum (y - \hat{y})^2}{n - k - 1}}$$

b_{jj} – $(X'X)^{-1}$ matritsaning diagonal elementlari.

Erkinlik darajalari $(n - k - 1)$ ga ega bo'lgan t mezonning hisoblab chiqilgan qiymati jadvaldagi qiymatdan yuqori bo'lsa, ya'ni $t_{hisob} > t_{a,n-k}$ bo'lsa, a_j regressiya koeffitsiyenti etarlicha ishonchli hisoblanadi. Agar regressiya koeffitsiyentining ishonchliligi tasdiqlanmasa, u holda modelda j omilining muhim emasligi va uni modeldan chiqarib tashlash kerak. Boshqa omilga almashtirish zarurligi to'g'risidagi xulosa kelib chiqadi.

Omillarning ta'sirini baholashda regression model koeffitsiyentlari muhim rol o'ynaydi. Biroq, o'lchov birliklarining bir-biridan farq qilishi o'zgarib turishning turli darajasi tufayli bevosita ular yordamida omillarning erksiz o'zgaruvchiga ta'siri darajasi bo'yicha taqqoslab bo'lmaydi. Bunday farqlarni bartaraf etish uchun E_j elastiklik koeffitsiyentlari va β_j beta-koeffitsiyentlari qo'llaniladi.

Elastiklik koeffitsiyentini E_j aniqlash formulasi

Elastiklik koeffitsiyenti

$$E_j = a_j \cdot \frac{\bar{x}_j}{\bar{y}},$$

bu yerda a_j – regressiya koeffitsiyenti;

$\bar{y}$ – natijaviy omilning o'rtacha qiymati;

$\bar{x}_j$ – j omilning o'rtacha qiymati.

Elastiklik koeffitsiyenti j omil 1 foizga o'zgarganda y erksiz o'zgaruvchi qancha foizga o'zgarishini ko'rsatadi.

Beta-koeffitsiyentni aniqlash formulasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$\beta\text{-koeffitsiyent} - \beta_j = a_j \cdot \frac{S_{y_j}}{S_y},$$

bu yerda S_{xj} – j omilning o'rtacha kvadratik og'ishi;

S_y – y omilning o'rtacha kvadratik og'ishi.

β -koeffitsiyent tegishli x_j mustaqil o'zgaruvchi o'zining o'rtacha kvadratik og'ishi miqdoriga o'zgartirilganda qolgan mustaqil o'zgaruvchilarning qat'iy belgilangan qiymatida y erksiz o'zgaruvchi S_y

o'rtacha kvadratik og'ishi miqdorining qancha qismiga o'zgarib ko'rsatadi.

Ushbu koeffitsiyentlar omillarni ularning erksiz o'zgaruvchilik darajasi bo'yicha ketma - ketlik tuzish imkonini beradi.

Barcha omillarning umumiy ta'sirida omil ta'sirining ulush delta-koeffitsiyentlar miqdori bo'yicha baholash mumkin.

Delta-koeffitsiyentni aniqlash formulasi

$$\Delta_j = r_{yj} \cdot \frac{\beta_j}{R^2},$$

bu yerda r_{yj} - j omil bilan y erksiz o'zgaruvchi o'rtasidagi korrelyatsiya koeffitsiyenti;

R^2 - ko'p omilli determinatsiya koeffitsiyenti.

Ko'p omilli determinatsiya koeffitsiyenti ko'p omilli regressiya modellar sifatini baholash uchun foydalaniladi.

Ko'p omilli determinatsiya koeffitsiyentini aniqlash quyidagicha:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

Determinatsiya koeffitsiyenti omillar ta'siri ostida bo'lgan omil variatsiyasining ulushini ko'rsatadi, ya'ni u belgisi variatsiya qanaqa ulushi modelda hisobga olinganligini va u modelga omillarning unga ta'siri bilan shartlanganligin belgilaydi.

Determinatsiya koeffitsiyenti R^2 birga qanchalik yaqin bo'lsa, modelning sifati shunchalik yuqori.

Modelga mustaqil o'zgaruvchilar qo'shilganda, R^2 ning oshib ketishi shuning uchun R^2 koeffitsiyentiga mustaqil o'zgaruvchilar hisobga olgan holda quyidagi formula bo'yicha tuzatishlar kerak.

Ko'p omilli regressiya modelining ahamiyatligini tekshirish uchun Fisherning mezonidan foydalaniladi. U quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$R_{\text{moy}}^2 = 1 - (1 - R^2) \cdot \frac{n-1}{n-k-1}$$

$$F = \frac{R^2 / k}{(1 - R^2) / (n - k - 1)}.$$

Agar ahamiyatlilikning berilgan darajasida $\gamma_1 = k$, $\gamma_2 = (n - k - 1)$ kinlik darajalariga ega bo'lgan mezonning hisoblab chiqilgan qiymati qadrdagi qiymatdan katta bo'lsa, u holda model ahamiyatli hisoblanadi.

Ko'p omilli regressiya modelining aniqlik o'lchovlari sifatida qoldirilgan komponenta darajalari kvadratlari yig'indisining $(n-k-1)$ darajasidagi qiymatiga nisbatini o'zida namoyon etuvchi standart xato qo'llaniladi, ya'ni:

$$S_e = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2}{n - k - 1}}.$$

3. Ko'p omilli korrelyatsiya - regressiya modeli uchun omillarni tanlash

Omillarni tanlash ko'p omilli regressiya modellarini tuzishdagi muhim muammo hisoblanadi. U ijtimoiy-iqtisodiy hodisalarni statistik matematik mezonlardan foydalangan holda sifatiy va miqdoriy tahlil qilish asosida amalga oshiriladi.

Ko'p omilli regressiya modeli uchun omillarni tanlash (saralash) bosqichida amalga oshiriladi. Omillarni tanlab olish bosqichlari quyidagilardan iborat:

1. u o'zgaruvchiga ta'sir ko'rsatuvchi omillar ro'yxatini tayyorlashdan aniqlash.
 2. Omillarni qiyosiy baholash va ularning bir qismini ajratish.
 3. Modellarining turli variantlarini tuzishda omillarni yakuniy tanlab olish va ular parametrlarining ahamiyatligini baholash.
- Omillarni qiyosiy baholash va ularning bir qismini ajratish uchun bir omilning natijaviy omil u bilan va qolgan omillarning har biri bilan chiziqli bog'liqligining jipsligini o'lchovchi juft korrelyatsiya koeffitsiyentlarining matritsasi tuziladi (3.1-jadval).

Juft korrelyatsiya juft chiziqli koeffitsiyentlarining matritsasi

	y	x_1	x_2	...	x_j	...
y	1	r_{y1}	r_{y2}	...	r_{yj}	...
x_1	r_{x1y}	1	r_{x1x2}	...	r_{x1xj}	...
x_2	r_{x2y}	r_{x2x1}	1	...	r_{x2xj}	...
...	...	...	...	...	...	...
x_i	r_{xiy}	r_{xix1}	r_{xix2}	...	1	...
...	...	...	...	...	...	...
x_k	r_{xky}	r_{kx1}	r_{kx2}	...	r_{kxj}	...

bu yerda y – natijaviy omil;

$x_1, x_2, \dots, x_k$ – omillar to'plami;

$r_{ij} = r_{ji}$ omillar o'rtasidagi juft korrelyatsiya koeffitsiyentlari matritsasi — simmetrik

Juft korrelyatsiya koeffitsiyentlari matritsasi — simmetrik bo'lib, uning asosiy diagonalida omillarning o'zaro bog'lanish kuchining tavsifi joylashgan, barcha boshqa elementlar i va j omillar o'rtasidagi korrelyatsiyasining koeffitsiyentlari hisoblanadi.

Korrelyasion matritsa funksional bog'liqlikka yaqin bo'lgan omillar o'rtasidagi chiziqli korrelyasion o'zaro bog'liqlikda turgan omillarni aniqlash imkonini beradi.

3.4. Multikollinearlik va uni bartaraf etish usullari

Agar modelga ikki yoki undan ko'p jips chiziqli korrelyasion bog'langan omil kiritilsa, u holda regressiya tenglamasi bilan bir qatorda boshqa chiziqli bog'liqlik ham paydo bo'ladi. Multikollinearlik nomlanuvchi bunday hodisa regressiya koeffitsiyentlarining miqdori buzib ko'rsatadi va ularning iqtisodiy talqinini qiyinlashtiradi.

Multikollinearlik — bu modelga kiritilgan omillar o'rtasidagi bog'liqlik.

Multikollinearlik ta'siri ostida yuzaga keldigan o'zgarishlar: - modeldagi oshish tendensiyasiga ega bo'lgan parametrlar miqdorini buzib ko'rsatadi;

- regressiya koeffitsiyentlari iqtisodiy talqini ma'noning zgarishiga olib keladi;

- normal tenglamalar tizimining zaif shartlanganligini keltirib qiqaradi;

- eng muhim omilli belgilarni aniqlash jarayonini urakkablashtiradi.

Multikollinearlik muammosini hal etishda bir necha bosqichlarni atish mumkin. Multikollinearlik muammosini hal etish bosqichlari yidagilardan iborat:

1. Multikollinearlikning mavjudligini aniqlash.
2. Multikollinearlik paydo bo'lishining sabablarini aniqlash.
3. Multikollinearlikni bartaraf etish choralarini ishlab chiqish.

Omillar o'rtasida multikollinearlikning paydo bo'lishining asosiy sabblari sifatida quyidagilarni qayd etish mumkin.

1. O'rganilayotgan omillar hodisa yoki jarayonning bir tomonini isiflaydi (masalan, ishlab chiqarilgan mahsulot hajmi va asosiy omillar o'rtacha yillik qiymati ko'rsatkichlarini modelga bir vaqtning zida kiritish tavsiya etilmaydi, chunki ularning ikkalasi ham xonaning o'lchamini tavsiflaydi).

2. Umumiy qiymati doimiy kattalikni o'zida namoyon etuvchi illar sifatida foydalanish (masalan, asosiy fondlarning yaroqlilik effitsiyenti va eskirish koeffitsiyenti).

3. Bir-birining elementlari hisoblangan omillar (masalan, mahsulotni lab chiqarish xarajatlari va mahsulot birligining tannarxi).

4. Bir-birini takrorlovchi iqtisodiy ma'no bo'yicha omillar (masalan, da va mahsulotning rentabelligi).

Multikollinearlikning bor-yo'qligini aniqlash uchun dastlab juft relyatsiya koeffitsiyentlarining matritsasini tahlil qilish. Agar $r_{xi,xj} >$ bo'lsa, x_i va x_j omillar kollinear deb e'tirof etilishi mumkin.

Keyin esa, $X'X$ matritsani tadqiq etish lozim. Agar $X'X$ matritsa qlovchisi nolga yaqin bo'lsa, u holda bu multikollinearlikning vjudligidan dalolat beradi.

Multikollinearlikni korrelyasion modeldan bir yoki bir necha ziqli bog'langan omillarni chiqarib tashlash yoki boshlang'ich

past qiymati qat'iy belgilanadigan kattalik ta'siri ostida o'rganilgan va r_{jj} elementlariga algebraik qo'shimchalar. Xususi korrelyatsiya koeffitsiyentiga belgi, $y = f(x_j)$ bog'liqlik modelidagi regressiyaning ishli belgisi bo'yicha beriladi.

Xususi korrelyatsiya koeffitsiyenti, masalan, $r_{yx1}/(x_2)$ kiritilgan uchinchi kattalik x_2 ning ta'siri istisno etilgan holda kattaliklari o'rtasidagi chiziqli bog'liqlikning darajasini tavsiflaydigan quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$r_{yx1(x_2)} = \frac{r_{yx1} - r_{yx2} r_{x1x2}}{\sqrt{(1 - r_{x1x2}^2)(1 - r_{yx2}^2)}};$$

x_1 ning ta'siri istisno etilgan holda y ning x_2 ga bog'liqligi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$r_{yx2(x_1)} = \frac{r_{yx2} - r_{yx1} r_{x1x2}}{\sqrt{(1 - r_{x1x2}^2)(1 - r_{yx1}^2)}}.$$

Omillarning o'zaro bog'liqligini natijaviy omilning ta'siri ostida etilgan taqdirda hisoblab chiqish mumkin:

$$r_{x1x2(x_3)} = \frac{r_{x1x2} - r_{x1x3} r_{x2x3}}{\sqrt{(1 - r_{x1x3}^2)(1 - r_{x2x3}^2)}}.$$

Xususi korrelyatsiya koeffitsiyenti -1 dan +1 gacha chegarada o'zgaradi. Agar korrelyatsiyaning alohida koeffitsiyenti teng bo'lsa, u holda ikkita kattalik o'rtasidagi bog'liqlik funksiya bo'lsa, u holda ushbu kattaliklarning chiziqli bog'liqligidan iborat.

Agar korrelyatsiya juft koeffitsiyentining matritsasi R mavjud bo'lsa, u holda korrelyatsiya alohida koeffitsiyentlarini ketma-ket hisoblab chiqish mumkin. Korrelyatsiya alohida koeffitsiyentlarini ketma-ket hisoblab chiqish quyidagi formuladan foydalangan holda matritsada juft korrelyatsiya koeffitsiyentlarini ular bilan almashtirish asosida amalga oshiriladi.

bu yerda r_{ij} - i va j omillar o'rtasidagi alohida korrelyatsiya koeffitsiyenti; A_{ij} - juft korrelyatsiya koeffitsiyentlari matritsasining r_{ij} elementlari algebraik qo'shimcha;

$$r_{ij} = \frac{-A_{ij}}{(A_{ii} \cdot A_{jj})^{\frac{1}{2}}},$$

A_{ii}, A_{jj} - juft korrelyatsiya koeffitsiyentlari matritsasining tegishli elementlari algebraik qo'shimchalar. Xususi korrelyatsiya koeffitsiyentiga belgi, $y = f(x_j)$ bog'liqlik modelidagi regressiyaning ishli belgisi bo'yicha beriladi.

Korrelyatsiya alohida koeffitsiyentlari statistik kattaliklar sifatida onchilik nuqtai nazaridan tahlil qilinib, baholanadi. Ushbu maqsadda quyidagi formula bo'yicha aniqlanadigan Studentning t mezonidan foydalaniladi:

$$t_{\text{akt}} = r \sqrt{\frac{n-k-1}{1-r^2}}.$$

Mezonining t qiymati jadvaldagi $t_{\alpha, \gamma}$ qiymatlar bilan taqqoslanadi, yerdan α - ahamiyatlilikning berilgan (ma'lum) darajasi; $\gamma = (p - k - 1)$ - erkinlik darajalarining soni.

Agar $t_{\text{hisob}} > t_{\alpha, \gamma}$ tengsizligi bajarilsa, u holda korrelyatsiya koeffitsiyentining qiymati ahamiyatli, deb tan olinadi, ya'ni korrelyatsiya koeffitsiyentining nolga tengligini tasdiqlovchi nulli faraz inkor etiladi va qat'iy qiq etilayotgan o'zgaruvchilar o'rtasida jips statistik o'zaro bog'liqlik mavjud degan xulosaga kelinadi.

Agar xususi korrelyatsiya koeffitsiyentlari kvadratga ko'tarilsa, u holda xususi determinatsiya koeffitsiyentlariga ega bo'lish mumkin.

Xususi determinatsiya koeffitsiyenti boshqa omilning qiymati o'zgarmagan holda ushbu omilning boshqa omillardan birining ta'siri ostida determinatsiya ulushini ko'rsatadi.

Ikki omilli chiziqli model holatida ko'p omilli korrelyatsiya koeffitsiyenti quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$R_{yx1x2} = \sqrt{\frac{r_{yx1}^2 + r_{yx2}^2 - 2r_{yx1} r_{yx2} r_{x1x2}}{1 - r_{x1x2}^2}}.$$

Ko'p omilli korrelyatsiya koeffitsiyenti 0 dan 1 gacha bo'lgan chegarada o'zgarib turadi; u 1 ga qanchalik yaqin bo'lsa, natijali belgiga ega bo'lgan omillar ko'proq darajada hisobga olingan.

Juft korrelyatsiya koeffitsiyenti R ning matritsasi ma'lum bo'lgan holda, ko'p omilli korrelyatsiya koeffitsiyenti quyidagi turdagi matritsali tenglamani echgan holda topiladi:

$$R = \left[1 - \frac{|R|}{|R^*|} \right]^2;$$

bu yerda $|R|$ – juft korrelyatsiya koeffitsiyentlari matritsasi aniqlovchisi;

$|R^*|$ – unda x mustaqil o'zgaruvchilarning y erksiz o'zgaruvchisi bilan bog'liqligini tavsiflovchi satr va ustun o'chirib tashlangan korrelyatsiya koeffitsiyentlari matritsasining aniqlovchisi.

Ko'p omilli korrelyatsiya koeffitsiyentining ahamiyatini tekshirish uchun F-mezondan foydalanish mumkin, u quyidagi bo'yicha aniqlanadi:

$$F = \frac{R^2}{1-R^2} \cdot \frac{n-k-1}{k}.$$

Korrelyasion tahlildagi eng ishonchli natijalarga ob'ektlarining soni (n) tahlil qilinayotgan belgilar soni (k) marta ko'p bo'lgan hollarda erishiladi.

Misol.

Ko'p omilli chiziqli regressiya modeliga omillarni 3.2-jadvalda keltirilgan shartli boshlang'ich ma'lumotlar asosida tanlab olinishi etiladi.

Boshlang'ich ma'lumotlar

Tashkilot raqami	Mahsulot sotish hajmi, mln. so'm (Y)	Reklama xarajatlari, ming so'm (X_1)	Mahsulot birligining hajmi, ming so'm (X_2)
1	1,27	138	140
2	1,34	134	141
3	1,25	116	136
4	1,28	137	149
5	1,43	127	154
6	1,25	125	143

7	1,53	116	155	1
8	1,57	134	155	1
9	1,27	145	151	1
10	1,46	135	154	1
11	1,28	164	147	0
12	1,55	109	151	0
13	1,35	145	144	0
14	1,49	144	156	1
15	1,46	132	152	0
16	1,25	122	141	0
17	1,29	163	148	1
18	1,28	139	141	1
19	1,33	134	139	0
20	1,51	136	147	1

Yechim.

Omillarni chiqarib tashlash usulidan foydalanamiz. Birinchi sqichda modelga barcha omillarni kiritamiz. Tahlilni amalga oshirish sturiy vositasi sifatida "Ma'lumotlarni EXCELda tahlil qilish" sturidan, «Regressiya» vositasidan foydalanamiz. Natijalar 3.3-jadvalda keltirilgan.

Yakunlarni chiqarish

3.3-jadval

Regression statistika	
ko'plik	0,806634
kvvadrat	0,650659
normalashtirilgan R-kvvadrat	0,585158
ndart xato	0,073662
zativ	20

Dispersion tahlil

orsatkich	df	SS	MS	F
gressiya	3	0,161702	0,053908	9,933511
ldiq	16	0,086818	0,005426	
ni	19	0,248520		

Ko'rsatkich	Koeffi-siyentlar	Standart xato	t-statistika
Y-kesishuv	-0,199947	0,451283	-0,443064
Reklama xarajatlari, ming so'm.	-0,002977	0,001269	-2,345899
Mahsulot narxi, ming so'm.	0,013347	0,002845	4,691053
Marketing bo'limining mavjudligi	0,015308	0,036151	0,423457

Yuqoridagi yakuniy natijalarga asosan mahsulotni sotish bo'yida omillarga bog'liqligi modeli quyidagi ko'rinishga ega

$$\hat{y}(x) = -0,200 - 0,003 x_1 + 0,01 x_2 + 0,015 x_3$$

Regressiya tenglamasining ahamiyatini Fisherning F_{hisob} asosida tekshiramiz. Hisoblab chiqilgan qiymat (F_{hisob}) mezonning jadvaldagi qiymati 0,95 ishonchlilik ehtimolida va darajalarining $\gamma_1 = k = 3$ va $\gamma_2 = p - k - 1 = 20 - 3 - 1 = 16$ soni ni tashkil qiladi.

$F_{hisob} > F_{jadv}$ bo'lganligi bois, regressiya tenglamasini haqqon e'tirof etish lozim.

R korrelyatsiya ko'plik koeffitsiyenti 0,80 ga teng bo'lgan o'rtasida jips bog'liqlik mavjudligidan dalolat beradi.

R^2 determinatsiya ko'plik koeffitsiyenti 0,65 ga teng bo'lgan o'zgaruvchi variatsiyasining (mahsulotni sotish hajmining) 65% ta'siri (tovar birligining narxi, reklama xarajatlari va mahsulot marketing bo'limining mavjudligi) va 35 foizi modelga kiritilgan boshqa omillar bilan shartlanganligini ko'rsatadi.

Regressiya koeffitsiyentlarining ahamiyatini Studentning t yordamida baholaymiz.

Student mezonining hisoblab chiqilgan qiymatlari quyidagidek: $t_1 = -2,35$, $t_2 = 4,69$; $t_3 = 0,42$. $\alpha = 0,05$ ahamiyatlilik darajasi

kinlik darajalarining $\gamma = p - k - 1 = 16$ sonida mezonning jadvaldagi qiymati 2,12 ga teng. Demak, quyidagi tengsizlik bajariladi: $|t_{1ai}| > t_{jadv}$; $t_2 > t_{jadv}$; $t_{a3} < t_{jadv}$. Shunday qilib, a_3 regressiya koeffitsiyenti ahamiyatli emas va modeldan ushbu omilni chiqarib tashlash lozim.

Ikkinchi qadamda mahsulotni sotish hajmining mahsulot narxiga va reklama xarajatlarga bog'liqligi modelini tuzamiz. Hisob-kitoblar 3.4-jadvalda keltirilgan.

Yakunlarni chiqarish

3.4-jadval

Regression statistika	
ko'plik	0,804204
-kvadrat	0,646744
normalashtirilgan R-kvadrat	0,605184
standart xato	0,071862
uzatuv	20

Dispersion tahlil

Ko'rsatkich	df	SS	MS	F
Regressiya	2	0,160729	0,080364	15,5618652
Qoldiq	17	0,087791	0,005164	
Jami	19	0,24852		

Ko'rsatkich	Koeffitsiyentlar	Standart xato	t-statistika	R-qiymat
Y-kesishuv	-0,264114	0,414695	-0,636886	0,532682
Reklama xarajatlari, ming so'm	-0,002824	0,001186	-2,379640	0,029307
Mahsulot narxi, ming so'm	0,013699	0,002653	5,162156	7,8161E-05

Mahsulotni sotish hajmining mahsulot narxiga va reklama xarajatlarga bog'liqligi modeli quyidagi ko'rinishga ega:

$$y(x) = -0,264 - 0,003x_1 + 0,014x_2$$

Natijalarga ko'ra korrelyatsiya va determinatsiya koeffitsiyentining qiymatlari biroz kamaydi.

Hisoblab chiqilgan qiymatlarni jadvaldagi qiymatlar bilan taqqoslaymiz. Ahamiyatlilik darajasida 0,05 va erkinlik darajasi 2, $\gamma_2 = 17$ sonida Fisher F-mezonining hisoblab chiqilgan ($F_{hisob} = 15,56$) jadvaldagi qiymatdan ($F_{jadv} = 3,59$) kam tuzilgan regressiya tenglamasi ahamiyatli.

Student mezonining hisoblab chiqilgan qiymatlari quyidagilardan: $t_{a1} = -2,38$, $t_{a2} = 5,16$. Ahamiyatlilik darajasida $\alpha = 0,05$ va darajalarining $\gamma = 17$ sonida mezonning jadvaldagi qiymati 2,11. Demak, quyidagi tengsizlik bajariladi: $|t_{a1}| > t_{jadv}$; $t_{a2} > t_{jadv}$. qilib, regressiya koeffitsiyentlari ahamiyatli.

Regressiya parametri $a_1 = -0,003$ mahsulot narxining belgilangan (doimiy) qiymatida reklama xarajatlarning 1,0 ming oshirilishi mahsulotni sotish hajmining 3,0 ming so'mga kamayib kelishini ko'rsatadi. Regressiya parametri $a_2 = 0,014$ xarajatlarning qat'iy belgilangan (doimiy) qiymatida mahsulotni sotish hajmining 14,0 ming so'mga oshishidan dalolat beradi.

Ushbu misol uchun elastiklik koeffitsiyentlarini, beta- va gamma-koeffitsiyentlarni hisoblab chiqamiz va ularni iqtisodiy jihatdan quyidagicha.

Elastiklik koeffitsiyentlarini aniqlash uchun o'zgaruvchilarning o'rtacha qiymatlarini hisoblab chiqamiz: $\bar{x}_1 = 134,75$ ming so'm; $\bar{x}_2 = 147,2$ ming so'm. E_1 va E_2 elastiklik koeffitsiyentlari quyidagilarga teng:

$$\epsilon_1 = a_1 \frac{\bar{x}_1}{\bar{y}} = -0,003 \frac{134,75}{1,372} = -0,29;$$

$$\epsilon_2 = a_2 \frac{\bar{x}_2}{\bar{y}} = +0,014 \frac{147,2}{1,372} = 1,50.$$

Elastiklik koeffitsiyentlarining tahlili shuni ko'rsatadiki, o'sish bo'yicha mahsulotni sotish hajmiga x_2 omil eng katta ta'sir ko'rsatadi.

ko'rsatadi: mahsulot narxining 1 foizga oshishi mahsulotni sotish hajmining 1,5 foizga oshishiga olib keladi. Reklama xarajatlarning 1 foizga kamaytirilishi mahsulotni sotish hajmining bor-yo'g'i 0,29 foizga kamaytirilishini keltirib chiqaradi.

Beta-koeffitsiyentlarni hisoblab chiqish uchun dastlab o'rtacha kvadratik og'ishlarni quyidagi formula bo'yicha hisoblab chiqamiz:

$$S_y = \sqrt{\bar{y}^2 - \frac{\sum y^2}{n}} = \sqrt{1,895 - (1,372)^2} = 0,114;$$

$$S_{x_1} = \sqrt{\bar{x}_1^2 - \frac{\sum x_1^2}{n}} = \sqrt{18341,45 - (134,75)^2} = 13,56;$$

$$S_{x_2} = \sqrt{\bar{x}_2^2 - \frac{\sum x_2^2}{n}} = \sqrt{21704,6 - (147,2)^2} = 6,06;$$

$$\beta_1 = a_1 \frac{S_{x_1}}{S_y} = -0,003 \frac{13,56}{0,114} = -0,357;$$

$$\beta_2 = a_2 \frac{S_{x_2}}{S_y} = 0,014 \frac{6,06}{0,114} = 0,744.$$

Beta-koeffitsiyentlarni hisoblab chiqish uchun korrelyatsiyaning juft koeffitsiyentlarni hisoblab chiqamiz, buning uchun EXCEL jadval muharririning "Ma'lumotlarni tahlil qilish" dasturidan, "Korrelyatsiya" vositasidan foydalanamiz.

	Y	X ₁	X ₂
Y	1		
X ₁	-0,30497	1	
X ₂	0,727375	0,051692	1

R^2 qiymatini 3.4-jadvaldan olamiz.

$$\Delta_1 = r_{y x_1} \cdot \frac{\beta_1}{R^2} = 0,305 \frac{-0,357}{0,647} = 0,168;$$

$$\Delta_2 = r_{y x_2} \cdot \frac{\beta_2}{R^2} = 0,727 \frac{0,744}{0,647} = 0,836.$$

Beta- va delta-koeffitsiyentlar tahlili shuni ko'rsatib turibdiki, tadqiqotchi ayotgan ikkita omildan mahsulotni sotish hajmiga x_2 omil – mahsulotni sotish hajmi eng katta ta'sir ko'rsatadi, chunki koeffitsiyentlarning eng katta ta'sir ko'rsatadigan omil (mahsulotni sotish hajmi) katta ta'sir ko'rsatadi.

3.6. Ekonometrik model parametrlarining iqtisodiy elastiklik koeffitsiyentlarini hisoblash

Regressiya tenglamasini koeffitsiyentlarini mohiyatli tekshirish uchun, Student mezonini yordamida quyidagi formula hisoblanadi;

$$t_{xak} = \frac{a_1}{S_{ax}} \quad \text{bu yerda}$$

$$S_{ax} = \sqrt{\frac{\sum (y_{xak} - u_{xak})^2}{(n-2) \cdot \sum (x - \bar{x})^2}}$$

Har bir parametrga mos kelgan t_{xak} qiymatlari hisoblanadi. qilingan mohiyatli darajali α ga mos kelgan nazorat qiymat (t_{α}) taqqoslab quriladi. Mezonning nazorat qiymati (t_{α}) taqsimotining jadvalidan aniqlanadi.

Agar biror parametr uchun $t_{xak} \geq t_{\alpha}$ bo'lsa, parametr qabul qilingan daraja bilan mohiyatli hisoblanadi. iqtisodiy tekshirishlarda mohiyatlilik darajasi uchun 0,05 olinadi. $\alpha = 0,05$ ko'rsatkichlarning mohiyatli bo'lish ehtimoli;

Student taqsimotining jadvaliga ko'ra ozod ko'rsatkich ($n-2$) ga teng.

Regressiya tenglamasini tahlil qilishda koeffitsiyentlaridan foydalaniladi. Bu koeffitsiyent (β) omil o'rtacha necha foiz o'zgarishini ifodalaydi;

$$\beta = a_1 \cdot \frac{\bar{x}}{\bar{y}} \quad \text{bu yerda}$$

$$a_1 = \beta \cdot \frac{\bar{y}}{\bar{x}}$$

Agar natijaviy va omil belgilarining qo'shimcha o'sish sur'ati bir xilda bo'lsa, u holda elastik koeffitsiyenti birga teng bo'ladi.

Agar omil belgining qo'shimcha o'sish sur'ati natijaviy belgining qo'shimcha o'sish sur'atidan yuqori bo'lsa, u holda bu koeffitsiyent dan kichik bo'ladi ($\beta < 1$) va aksincha ($\beta > 1$).

Faqat bog'lanishning ko'rsatkichli $y = a_0 x^{a_1}$ ifodasi uchun elastiklik koeffitsiyenti o'zgarish miqdori bo'ladi, ya'ni $\beta = a_1$.

Qisqa xulosalar

Ko'plik korrelyatsiyasi tasodifiy ko'rsatkichlar guruhi o'rtasidagi bog'lanishlarni o'rganadi. Iqtisodiy tahlilda ko'plik korrelyatsiya usulini qo'llanilishi hisoblash texnikasi yaratilganidan so'ng kengaydi va qisqa muddatda katta yutuqlarga erishildi, ham iqtisodiy, ham matematika fanlarini rivojlanishiga o'z ulushini qo'shdi. Bog'liqlik shaklini tanlash li ikki bosqichda bajariladi. 1) Eng ma'qul bo'lgan funktsiyani tanlaymiz. 2) Tanlangan funktsiyaning parametrlarini hisoblaymiz.

Statistik ma'lumot yig'ishda ko'p hollarda parametrning haqiqiy qiymatlari o'rniga yashirin hatoga ega o'lchamlar kiritiladi (ular ob'ektiv, sub'ektiv xarakterga ega bo'lishlari, o'lcham hisoblarining noaniqligi, hujjat aylanishi, alohida o'lchamlarini sub'ektiv baxosi va boshqalar). Tenglashtirish parametrlari bevosita eng kichik kvadratlar usuli yordamida baholanadi. Regressiya tenglamasini tahlil qilishda elastik koeffitsiyentlaridan foydalaniladi. Bu koeffitsiyent (β) omil gining o'rtacha necha foiz o'zgarishini ifodalaydi

Nazorat va muhokama uchun savollar

- 1. Iqtisodiy jarayonlarning ko'p omilli xususiyatlari va o'zgarish xususiyatlari nimalarda namoyon bo'ladi.
- 2. Ekonometrik model tuzish uchun omillarni tanlash uslubiyati nimalardan iborat?
- 3. Ko'p omillik korrelyatsiya qachon qo'llaniladi?
- 4. Ko'p omilli determinatsiya koeffitsiyenti nimani ifodalaydi?

5. Ko'p omilli ekonometrik (regression) modelni xususiyatlar nimalardan iborat?

6. "Eng kichik kvadratlar" usuli yordamida ko'p omilli ekonometrik modelning koeffitsiyentlarini qanday hisoblanadi?

7. Ekonometrik model parametrlarini iqtisodiy tahlilini tushuntirib bering.

8. Elastiklik koeffitsiyentlarining iqtisodiy mohiyati nimalardan iborat? Ular qanday hisoblanadi?

4-mavzu. EKONOMETRIK MODELLARNI BAHOLASH

Reja:

1. Ekonometrik modellarning iqtisodiy tahlilida tekshirish bosqichining ahamiyati.

2. Ekonometrik modellar sifati va ahamiyatini mezonlar bo'yicha baholash.

3. Gomoskedatlik va geteroskedatlikni aniqlash uchun testlar.

4. Ekonometrik modellardagi parametrlarni iqtisodiy jihatdan baholash mezonlari.

4.1. Ekonometrik modellarning iqtisodiy tahlilida tekshirish bosqichining ahamiyati

Ekonometrik modellashning uchinchi bosqichi – tekshirish. Tuzilgan modelni ahamiyati to'rtta yo'nalish bo'yicha tekshiriladi:

- modelning sifati ko'plikdagi korrelyatsiya koeffitsienti va determinatsiya koeffitsienti yordamida baholanadi;

- modelning ahamiyati approksimatsiya xatoligi va Fisher mezonlari yordamida baholanadi;

- modelning parametrlarini ishonchliligi Styudent mezonlari bo'yicha baholanadi;

- Darbin-Uotson mezonlari yordamida «Eng kichik kvadratlar usulining» bajarilish shartlari tekshiriladi.

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

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

1. Ekonometrik modellarni ahamiyatini Fisher mezonlari va approksimatsiya xatoligi yordamida baholash.

2. Ekonometrik modellar sifatini ko'p omilli korrelyatsiya koeffitsienti va determinatsiya koeffitsienti yordamida baholash

3. Ekonometrik model parametrlarini Styudent mezonini yordamida baholash

4. Qatorlarda qoldiq avtokorrelyatsiyani Darbin-Uotson mezonini yordamida baholash

Tahlil qilinayotgan qatorlar dinamikasi har doim anchagina o'zgarib boradi. Shuning uchun korrelyatsiya koeffitsienti va determinatsiya koeffitsienti qatorlarning tanlamasi hisoblanadi. regerssion tahlil asosida olingan ekonometrik modelning ishonchliligini har tomonlama tekshirish va baholash lozim.

Tuzilgan ekonometrik ahamiyatligi, ishonchliligi va keyingi bahoratlashda qo'llash mumkinligi quyidagi mezonlar yordamida baholanadi:

5. Ekonometrik modellarni ahamiyatini Fisher mezonini yordamida baholash.

6. Ekonometrik modellar sifatini ko'p omilli korrelyatsiya koeffitsienti va determinatsiya koeffitsienti yordamida baholash.

7. Ekonometrik model parametrlarini Styudent mezonini yordamida baholash

8. Qatorlarda qoldiq avtokorrelyatsiyani Darbin-Uotson mezonini yordamida baholash

4.2. Ekonometrik modellar sifati va ahamiyatini mezonlar yordamida baholash

Approksimatsiya xatoligi

$$\epsilon = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| \cdot 100\%$$

n - kuzatuvlar soni

y - asosiy omilni haqiqiy qiymatlari

$\hat{y}$ - asosiy omilni tekislangan (nazariy) qiymatlari

Approksimatsiya xatoligi 10% gacha qabul qilinadi.

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

$$z = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{1+r}{1-r} \right). \quad (4.2)$$

z taqsimot kichik tanlamada normal taqsimotga yaqin bo'ladi. Mills $n=12$ va $\rho=0.8$ da (ρ -bosh to'plamda korrelyatsiya koeffitsienti) z taqsimot grafigini o'tkazadi. z ning o'rtacha kvadratik xatosi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$\sigma_z = \frac{1}{\sqrt{n-3}}. \quad (4.3)$$

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

Fisher mezonini yordamida to'liq modelni adekvatligini, ya'ni real sodiylar jarayonga mosligini tekshirish mumkin:

$$F_{\text{tac}} = \frac{R^2(n-m-1)}{(1-R^2)m} \quad (4.4)$$

n - kuzatuvlar soni

m - modeldagi ta'sir etuvchi omillar soni

R - ko'p omilli korrelyatsiya koeffitsienti.

Hisoblangan Fisher mezonini jadvaldagi qiymati bilan solishtiriladi. valdagi Fisher koeffitsientini topish uchun $k1$ kator va $k2$ ustunni qish zarur $k1=n-m-1$ va $k2=m$. Agar model ahamiyatli, ya'ni regressiya tenglamasi turi to'g'ri qilgan deb hisoblanadi.

Styudentning t mezon. Mazkur mezon Styudent taxallusli ingliz matematigi Uilyam Gosset tomonidan ishlab chiqilgan. Styudentning t taqsimoti kichik tanlamalar uchun maxsus qilangan. t taqsimot taqsimlagichli suratga ega bo'lgan qiymat

munosabatlarida, keyinchalik arifmetik o'rtacha qiymat taqsimotiga ega bo'lgan formula orqali qiyamati aniqlash uchraydi

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}} \quad (4.5)$$

bu yerda, m - bosh o'rtacha;

v - erkinlik darajasi soni ($n - 1$);

$\bar{x}$, σ - tegishli tanlama to'plam arifmetik o'rtacha qiymati va standart og'zish koeffitsientlari.

Juft korrelyatsiya koeffitsientini tekshirish uchun $n - 2$ erkinlik darajasini t taqsimotga ega bo'lgan formula orqali qiyamati aniqlash uchraydi.

Agar $t > t_{\alpha}$ bo'lsa, nolinch gipotezani qo'llab bo'lmaydi, binobarin bosh to'plamda chiziqli korrelyatsiya mavjud. Uning ta'rifi sifatida korrelyatsiyaning chiziqli koeffitsienti namoyon bo'ladi.

Juft korrelyatsiya koeffitsientini tekshirish uchun $n - 2$ erkinlik darajasini t taqsimotga ega bo'lgan formula orqali qiyamati aniqlash uchraydi.

Agar $t > t_{\alpha}$ bo'lsa, nolinch gipotezani qo'llab bo'lmaydi, binobarin bosh to'plamda chiziqli korrelyatsiya mavjud. Uning ta'rifi sifatida korrelyatsiyaning chiziqli koeffitsienti namoyon bo'ladi.

Chiziqli bog'lanishda R to'plam korrelyatsiyasining ishonchliligi ham xuddi shu usulda tekshiriladi. Bunday holda formuladagi korrelyatsiya koeffitsienti korrelyatsiya indeksiga almashtiriladi. To'plam korrelyatsiya koeffitsienti R kvadratik ega

$$\sigma_R = \frac{1 - R^2}{\sqrt{n - k - 1}} \quad (4.6)$$

bu yerda, k - regressiya koeffitsientlari soni. Shunday qilib, t mezonning empirik qiymati quyidagi bo'yicha aniqlanadi:

$$t_R = \frac{R\sqrt{n - k - 1}}{\sqrt{1 - R^2}} \quad (4.7)$$

bu yerda, $n - k - 1$ - erkinlik darajalari soni; t_{α} - jadvaldagi qiymati bilan solishtiriladi; $n - 2$ - erkin darajalari bilan t taqsimotga ega bo'lgan

$$t_{\alpha} = \frac{a_{\alpha}}{\sigma_{a_{\alpha}}} \quad (4.8)$$

qiymati asosida regressiya koeffitsientlarining ishonchligi tekshiriladi.

Ekonometrik modellarni tahlil qilayotganda darajalar branuvchanligi ikki jihatdan qaralishi mumkin. Birinchidan, ular ranganilayotgan jarayon yoki hodisalarning rivojlanish qonuniyatlari moyon bo'lishi uchun halaqit qiladigan «tasodifiy to'siqlar» yoki xborot shovqinlari» sifatida talqin etiladi. Shu sababli darajalarni ardan «tozalash», ya'ni tasodifiy to'siqlarni dinamikaning juz'iy nonlari sifatida bartaraf qilish yoki juda bo'lmaganda ta'sir kuchini iflashtirish yo'llarini topish va ilmiy asoslash zaruriyati tug'iladi.

Darbin - Uotson mezon

Avtokorrelyatsiya - bu keyingi darajalar bilan oldingilari o'rtasidagi ki haqiqiy darajalari bilan tegishli tekislangan qiymatlari o'rtasidagi qor orasidagi korrelyatsiyadir.

Hozirgi vaqtda avtokorrelyatsiya mavjudligini tekshirishda Darbin - Uotson mezon qo'llanadi:

$$DW = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (Y_i - Y_{i+1})^2}{\sum_{i=1}^{n-1} Y_i^2} \quad (4.9)$$

DW mezonning mumkin bo'lgan qiymatlari 0-4 oraliqda yotadi. U qatorda avtokorrelyatsiya bo'lmasa, uning qiymatlari 2 atrofida qaranadi. Hisoblab topilgan haqiqiy qiymatlari jadvaldagi kritik qiymat an taqqoslanadi. Agarda $DW_{\text{haq}} < DW_{\text{past}}$ bo'lsa, qator okorrelyatsiyaga ega; $DW_{\text{haq}} > DW_{\text{yuqori}}$ bo'lsa u avtokorrelyatsiyaga ega as; $DW_{\text{past}} < DW_{\text{haq}} < DW_{\text{yuqori}}$ bo'lsa, tekshirishni davom ettirish lozim.

bu yerda DW_{past} va DW_{yuqori} - mezonning quyi va yuqori chegaralari. biy avtokorrelyatsiya mavjud (minus ishoraga ega) bo'lsa, u holda zon qiymatlari 2-4 orasida yotadi, demak, tekshirish uchun $DW = 4$ qiymatlarini aniqlash kerak.

Vaqtli qatorlarning keyingi va oldingi hadlari o'rtasidagi relyatsion bog'lanish hisoblanadi. Avtokorrelyatsiyaning mavjulg

qatorlar dinamikasi darajalarining o'zaro boligligidan, **hadlarning** oldingi hadlarga kuchli darajada boligligidan dalolat beradi. Chunki korrelyatsion tahlil usulini o'zaro bog'langan har bir darajasi statistik mustaqillikka ega bo'lgan, o'rganilayotgan dinamikasida avtokorrelyatsiya mavjudligini aniqlash lozim hollardagina tadbqiq etish mumkin. Avtokorrelyatsiya mavjudligini tekshirish jarayoni quyidagicha amalga oshiriladi. r_a (hisob) hisoblanadi:

$$r_a(xucob) = \frac{\sum z_t z_{t+1}}{\sum z_t^2} \quad (4.10)$$

Bunda: z_t - qoldiq miqdor;

Agar hisoblab topilgan r_a (hisob) miqdor berilgan bir qator xatolar ehtimolligi va erkinlik daraja sonlari $N - n - 1$ bo'lganda r_a (jad) (r_a (jad) $< r_a$ (hisob)) qiymatidan katta bo'lsa, avtokorrelyatsiya bo'lmaydi. So'ngra ishonchlilik intervallari aniqlanadi. U koefitsientlari variatsiyasi yordamida quyidagi formula asosida aniqlanadi.

$$v = \sqrt{\frac{\sum \left(\frac{r_a - r_a^*}{v} \cdot 100 \right)^2}{n}} \quad (4.11)$$

Bunda: y nazariy qatorlar dinamikasining o'rtacha qiymati. S so'ng quyi intervali y_i ($1 - VG'100$) yuqori intervali y_i ($1 - VG'100$) ishonch intervallari hisoblab chiqiladi.

Quyidagi holatlar korrelyatsion tahlil usulini boshqarishda xatoliklarga olib kelishi mumkin:

- bashoratlashtirilayotgan hodisa ko'rsatkichlari dinamikasini aniqlashda muhim ahamiyatga ega bo'lgan faktorlar imkon qadar aniqlanmasligi;
- korrelyatsion tenglamalar koefitsientlari ularning qanday aniqlaydigan sharoitlar o'zgarishi bilan qiymatining o'zgaruvchanligi;
- bir qiymat o'zgarishining bashorati boshqa bir qancha o'zgarish qiymati bilan almashtiriladi.

4.3. Gomoskedatlik va geteroskedatlikni aniqlash uchun testlar

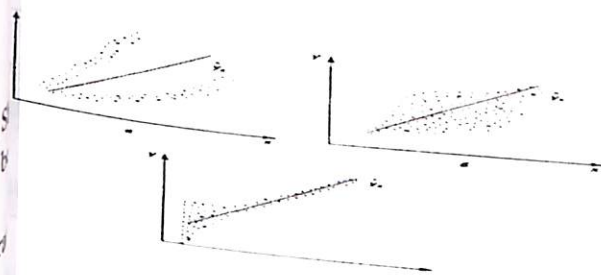
"Eng kichik kvadratlar" usulining ekonometrik modellardagi parametrlarni baholashda qoldiqlar kvadratlari yig'indisining minimumga intilishiga asoslanadi. Shuning uchun regressiyaning qoldiq qiymatlarini ko'rib chiqish muhim ahamiyat kasb etadi.

"Eng kichik kvadratlarining" uchinchi taxmini **gomoskedatlikka** ega bo'lib, u har bir X uchun qoldiqning dispersiyasi bir xil bo'lishi talab etiladi. Bu taxmin, masalan X ning katta qiymatlari uchun qoldiq dispersiyasini imkon, huddi kichik qiymatlardagi kabi degan qoldiq bilan kelishiladi.

Gomoskedatlik sharti:

$$Var(\varepsilon_i) = \sigma^2$$

Agar yuqoridagi "Eng kichik kvadratlar" usulining **qo'llanish** talab etilmasa, bunda geteroskedatlik holati **hosil bo'ladi**. Geteroskedatlik regressiya tenglamasining parametrlari **samaradorligini** ta'sir qilmoqda.



4.4. Ekonometrik modellardagi parametrlarni iqtisodiy jihatdan baholash mezonlari

Chiziqli bir omilli model qurishda uning ayrim kamchiliklariga e'tiborni qaratmoq lozim. Modelni jarayonning bitta omil yordamida, u to'g'ri talab qiluvchi omil bo'lgan taqdirda ham haqqoniy yoritib berish imkon emas. Masalan, paxta xom ashyosini yalpi yig'ib olishni

o'rganishda asosiy omil sifatida hosildorlikni olish mumkin. sinchiklab o'rganish natijasida er miqdori va sifati, o'g'itlar miqdori, sifati, quritish muddati), sug'orish xarakat tartibi va omillarni ham e'tiborga olish zarur.

Shunday qilib, «asosiy» omillar miqdori cheksiz o'g'itlar mumkin. Bunday masalarni hale etish bir omilli modelda omilligacha o'tishni taqozo etadi. Ammo bu ham funksiyaga omillardan tashqari yana ko'p sonli ikkinchi darajali omillar ta'siri hisobiga hisoblashda hatolik bo'lishini rad etmaydi. Ko'pincha ta'siri sezilarsiz va qarama-qarshi xarakterga ega. Ushbu omillar barcha samarasi, ham musbat ham manfiy qiymatlarni qabul qiladi. «U» tasodifiy o'zgaruvchi bilan baholanadi. Chiziqli bog'liqlik: $Y = f(X_1, U)$ yoki $Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n, U)$, ko'rinishda bo'ladi.

«U» o'zgaruvchi quyidagi stoxastik xususiyatlarga ega bo'ladi:

- ehtimoliy me'yoriy taqsimotga ega bo'ladi;
- nolli o'rtachaga ega;
- chekli dispersiyaga ega;
- o'lchash hatosi hisoblanadi.

Statistik ma'lumot yig'ishda ko'p hollarda parametrning qiymatlari o'rniga yashirin hatoga ega o'lchamlar kiritiladi (ular o'zgaruvchi xarakterga ega bo'lishlari, o'lcham hisoblarining noaniq sub'ektiv hujjat aylanishi, alohida o'lchamlarini sub'ektiv baholash boshqalar). Barcha yuqorida sanab o'tilgan kamchiliklar hatolarini tenglama hatolariga o'tishiga olib keladi, ya'ni:

$$Y = a_0 + a_1 X + W$$

$$W = U + V$$

(4.12)

bunda W-jami hatosi; U-stoxastik e'tiroz bildirish; V-o'lchash Nisbatan oddiy bog'liqlik deb chiziqli bir omilli bog'liqlik chiziqli ko'p omilli model, u tasodifiy hatoga nisbatan taxminlarni qabul qilganda hisoblanadi: o'rtacha nolga teng; distribyutsiya va asosiy omillarga bog'liq emas va tasodiy hatosi bir-biriga bog'liq emas.

imkoni, huddi kichik qiymatlardagi kabi degan tasdiq bilan kelib chiqadi. Yuqorida ko'rib o'tilgan ishlab chiqarish funksiyasida, bu tasdiq asosan ishlab chiqarishdagi variatsiya ham, ish kuchi qiymatiga bog'liq emas.

Uchinchi taxmin: Gomoskedastiklik:

$$\text{Var}(\varepsilon_i) = \sigma^2. \quad (4.14)$$

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

$$\text{Cov}(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0 \quad i \neq j \quad (4.15)$$

Bu taxmin shuni anglatadiki, agar bugun natijadagi ishlab chiqarish kutilgandan ko'p bo'lsa, bundan ertaga ishlab chiqarish ko'p bo'lishi bo'ladi degan xulosaga kelish kerak emas.

Birinchi va to'rtinchi taxmin birgalikda ehtimollik nazariyasidan, taqsimot hatolari bog'liq emas deyish imkonini beradi. Shuning uchun $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n$ o'zgaruvchini o'xshash va erkin taqsimot sifatida qaralishi mumkin. $E(\varepsilon_i) = 0$ bo'lgani uchun

$$\text{Bundan} \quad \text{Var}(\varepsilon_i) = E(\varepsilon_i^2). \quad (4.16)$$

Beshinchi taxmin: X erkin o'zgaruvchi stoxastik taqsimotga ega. Boshqacha qilib aytganda, X ning qiymatlari qandaydir yoki butunlay boshorat qilinadi. Bu taxminni muhim qoida sifatida qabul qilish, i va j ning barcha qiymatlari uchun

$$\text{Cov}(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = E(\varepsilon_i, \varepsilon_j). \quad (4.17)$$

Oltinchi taxmin: X qiymatlari stoxastik emas, ular tanlashda miqyosidan qat'iy nazar o'xshash

$$E(\varepsilon_i, X_j) = X_j, E(\varepsilon_i) = 0 \quad (4.18)$$

$$\left(\frac{1}{n} \right) \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2, \quad (4.19)$$

noldan farq qiladi va uning $n \rightarrow \infty$ limiti chekli son. To'g'ri, amaliyotda ko'rsatilgan taxminlarni mutloq mavjud aniqlik erishish qiyin, lekin biz agar bu taxminlarga taxminan amal qilish qoniqish hosil qilamiz. Yuqorida keltirib o'tilgan taxminlar

Bu farq qoldiq deb ataladi va ε_i bilan belgilanadi. Shuning uchun quyidagi tenglamalar farqlanadi:

$$Y_i = \alpha + \beta X_i + \varepsilon_i \quad (\text{empirik})$$

$$\bar{Y}_i = \bar{\alpha} + \bar{\beta} X_i + \varepsilon_i \quad (\text{nazariy}).$$

Qisqa xulosalar

Yuqorida qayd qilib o'tilgan shartlarga rioya qilish regression tahlil sifatini oshiradi hamda ishlab chiqarilayotgan bashoratlarning yanada aniqroq bo'lishiga yordam qiladi. Korrelyatsion va regression tahlil biri bilan uzviy bog'langan. Regressiya tenglamalarini tuzishda bolanish faktorlarining natijali alomatlar bilan zich bog'langanligidan foydalaniladi. Shu bilan birga, alomatlar o'rtasidagi bog'lanish zichligini o'lchash aloqalar formasi qiymatga asoslanadi va, nixoyat, korrelyatsiyalar ko'rsatkichi regressiya tenglamasiga uning amaldagi qiymatini baholaydigan muhim kushimcha sifatida namoyon bo'ladi. **Shuning uchun** korrelyatsion-regerssion tahlil asosida olingan ekonometrik modellarning ishonchliligini har tomonlama tekshirish va baholash lozim.

Tuzilgan ekonometrik ahamiyatliligi, ishonchliligi va keyinchalik bashoratlashda qo'llash mumkinligi quyidagi mezonlar asosida baholanadi:

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

Nazorat va muhokama uchun savollar

1. Avtokorrelyatsiya qachon vujudga keladi?
2. Avtokorrelyatsiyani necha xil usul yordamida bartaraf etish mumkin?
3. Ekonometrik modelni real o'rganilayotgan jarayonga mos kelishini qaysi mezon yordamida aniqlash mumkin?
4. Ekonometrik modeldagi parametrlardan birortasi ishonchsiz bo'lsa, uni nima qilish mumkin?
5. Darbin-Uotson mezonini qiymati qaysi oraliqda o'zgaradi?
6. Bashorat modelini adekvatligini baholovchi mezonlari.
7. Omillarni tanlash va bosqichini asosiy shartlarini aytib bering.
8. Korrelyatsiya koeffitsientini mustahkamlashni aniqlashda Styudent mezonini qo'llanilishi.
9. Bashorat modelini tanlashda kandy mezonlar qo'llanadi?
10. Eng kichik kvadratlar usulini asosiy g'oyasi.
11. Model advekvatligini baholashda Darbin-Uotson mezonini kandy qo'llanadi?

5-mavzu. VAQTLI QATORLAR

Reja:

- 5.1. Vaqtli qatorlar to'g'risida umumiy tushunchalar.
- 5.2. Vaqtli qatorlarning turlari.
- 5.3. Vaqtli qatorlar darajasini umumiy tashkil etuvchi hadlari.
- 5.4. Trend tushunchasi va uning asosiy turlari.
- 5.5. Trendning mavjudligini tekshirish mezonlari.
- 5.6. Vaqtli qatorlar trendi tenglamalarini tuzish.
- 5.7. Mavsumiy tebranishlar va uning ko'rsatkichlarini aniqlash usullari.

5.1. Vaqtli qatorlar to'g'risida umumiy tushunchalar

Matematik statistikaning asosiy masalalaridan biri – o'rganilgan hodisalarning makonda o'zgarish va rivojlanish jarayonini aniqlash vaqtli qatorlarni tuzish va tahlil qilish yo'li bilan hal etiladi. Iqtisodiy hodisalarning makonda o'zgarishini ifodalayotgan ketma-ketligini kuzatish vaqtli qator deb ataladi.

Vaqtli qatorlar ko'rsatkichning barqaror o'zgarishlariga va tasodiflar o'zgarishiga ega bo'ladi. Vaqtli qatorlardagi tasodiflarni bartaraf etish va barqaror o'zgarishlarni aniqlash uchun bu usullar bilan taqqoslanadi. Taqqoslangan qatorlarni iqtisodiyotni rivojlantirishning ba'zi muhim xususiyatlarini aniqlash imkonini beradi. Taqqoslangan va haqiqiy qiymat ko'rsatkichlari farqi, taqqoslangan qatorlar joylashgan va kelajak rivojlanish ko'rsatkichlari qatorlari joylashishi mumkin bo'lgan chegaralarni aniqlash imkonini beradi.

Ko'pgina iqtisodiy tadqiqotlarda, ayniqsa vaqtli qatorlarni tahlil qilish jarayonida nihoyatda chegaralanib tanlash bo'yicha aniqlash qayta ishlashga to'g'ri keladi. Shunday sharoitda tajribalar guruh ta'riflash uchun qilingan har qanday urinish, mutloq rasmiy va sub'ektiv bo'ladi. Shuning uchun ko'pchilik hollarda hodisaning qanday

tomonini ehtimol ta'riflash imkoniyatini aniqlash qiyin. Iqtisodiy vaqtli qator farq qiluvchi xususiyatlarini quyidagicha ko'rsatish mumkin:

a) berilgan sharoitda kuzatilayotgan jarayonni qayta kuzatish mumkin emas;

b) odatda kuzatilayotgan qatorlar, kuzatilayotgan tanlama hajmiga ko'ra juda chegaralangan bo'ladi.

Shuning natijasi o'laroq o'rganilayotgan hodisalarga ehtimollar nazariyasi bilan yondashishda hodisalar modelini statistik eksperimentlarda xayolan tasavvur etish, shuningdek, ba'zi bir ehtimollikni cheklab qo'yish lozim. Xaqiqatdan ham statistik xulosalar baholashni tanlashga yoki ko'rib chiqilayotgan umumiy model doirasida oldindan o'rganilgan nazariy mezon xususiyatiga asoslangan bo'ladi.

Kelajakning vaqtli qatorlari ishonchlilik darajasiga ko'ra hisobli (yaqin 20-30 yil uchun ishonchli), umumiy tasavvurlarga ko'ra taxminiy (100 yilgacha) va xayoliyga (100 yildan ko'p) bo'linadi.

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

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

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 marta katta yoki kichik ekanligini yoki qancha foiz tashkil etishini ko'rsatadi.

$$K_{i/i-1} = Y_i / Y_{i-1}; \quad T_{i/i-1} = Y_i \cdot 100 / Y_{i-1}; \quad K_{i/i_0} = Y_i / Y_{i_0}; \quad T_{i/i_0} = Y_i \cdot 100 / Y_{i_0}$$

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. (muayyan sanada) va oraliq (muayyan davr uchun) turlarga bo'linadi (5.1 va 5.2-jadvallar).

$$A = \frac{\sum (Y_i - Y_o) \cdot 100}{Y_o}$$

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

$$\Delta_{i-1} \leq \Delta_T$$

5.2. Vaqtli qatorlarning turlari

Muayyan davrdagi turli ijtimoiy-iqtisodiy hodisalarni ta'riflash, ularning tahlil qilish uchun ushbu jarayonlarni vaqtga ko'ra (dinamik) tavsiflovchi ko'rsatkichlar va usullar qo'llaniladi.

Adabiyotlarda dinamika qatori va vaqt qatori tushunchasi tor ma'noda – o'sish (pasayish) tendensiyasiga ega bo'lgan yo'naltirilgan o'tirish sifatida talqin etiladi. Vaqt qatori deganda muayyan tendensiyaga bo'lishi shart bo'lmagan darajalar qatori, ya'ni qandaydir ko'rsatkichlarining statistik izchilligi tushuniladi. Shunday qilib, darajalarining statistik izchilligi ham dinamik, ham statistik tarkibiy qatori – ancha umumiy tushuncha. Bunday qator qandaydir ko'rsatkichlar ketma-ketligining ham dinamik, ham statistik tarkibiy qatori o'z ichiga oladi. Biroq adabiyotlarda ko'pincha "dinamika" atamasi qo'llaniladi.

Dinamika qatori – bu ketma - ket (solnomaviy tartibda) joylashgan hodisaning muayyan tendensiyasiga ega. Dinamika qatori lag qismini o'z ichiga oladi.

Vaqt qatori — bu vaqtga ko'ra ketma-ket joylashgan hodisa yoki jarayon ko'rsatkichlar qatori bo'lib, ular o'zgarishining darajasini tavsiflaydi. Vaqt qatorining asosiy g'ra darajasi hisoblanadi.

Vaqt qatorining asosiy qismlari bo'lib vaqt ko'rsatkichi hamda darajasi hisoblanadi. Vaqt ko'rsatkichiga qarab vaqt qatorlari

**O'zbekistonga jalb etilgan investitsiyalarning YalMdagi ulushi,
% hisobida**

5.1-jadval

	I-chorak 2009 y.	I-II chorak 2010 y.	I-chorak 2011 y.	I-chorak 2012 y.	I-IV- chorak 2012 y.
YalM ulushi	34,0	29,4	25,0	21,6	22,8
Investitsiyalar o'sishi	3,4	4,8	4,0	4,4	11,6

**O'zbekiston viloyatlarida YaHM hajmi indeksining dinamikasi,
o'tgan yilga nisbatan % hisobida**

5.2-jadval

Viloyatlar	2008 y.	2009 y.	2010 y.	2011 y.	2012 y.
Andijon	111,3	109,6	110,5	111,3	108,4
Samarqand	107,8	109,7	113,6	110,9	110,7
Toshkent sh.	118,6	113,0	112,4	116,7	110,2

Ifodalash shakliga ko'ra vaqt qatoridagi darajalar mutloq, o'rtacha (5.1-jadval) va nisbiy (5.2-jadval) kattaliklar bilan ifodalanishi mumkin.

Darajalar o'rtasidagi masofaga ko'ra vaqt qatorlari vaqtga ko'ra (5.1 va 5.2-jadvallar) teng turadigan va teng turmaydigan darajalarga ega qatorlarga bo'linadi. Teng turuvchi qatorlarda davrni ro'yxatga olish sanalari bir-biridan keyin teng oraliqlarda keladi, teng turmaydigan qatorlarda teng oraliqlarga amal qilinmaydi.

Vaqt qatorlarini turli belgilarga ko'ra tasniflash mumkin. Vaqtga ko'ra, vaqt qatorlari oniy va oraliq qatorlarga, darajalarining ifodalanish shakliga ko'ra mutloq, o'rtacha va nisbiy kattaliklardan tashkil topadi. Sanalar yoki vaqt oraliqlari o'rtasidagi masofaga ko'ra esa alohida hamda teng va tengsiz qatorlarga va mazmuniga ko'ra bo'linadi.

ini hisoblanadi. Vaqt qatori darajasining ko'rsatkichlari rivojlanishning yagona qonuniga bo'yusinishi kerak. Bunday holatlarda qatorni davrlarga ajratish yoki vaqtga ko'ra tipologik guruhlash amalga oshiriladi.

5.3. Vaqtli qatorlar darajasini umumiy tashkil etuvchi hadlari

Agar qatorning turli metodologiya bo'yicha yoki turli chegaralarda hisoblab chiqilgan darajalari mavjud bo'lsa, u holda bunday vaqt qatori qatorlarni birlashtirish usuli yordamida taqqoslanadigan ko'rinishga keltiriladi.

Qatorlarni birlashtirish – bu dinamikaning ular darajalari turli metodologiya bo'yicha yoki hududlarning turli chegaralarida hisoblab chiqilgan ikkita (yoki bir necha) qatorini bitta uzunroq dinamik qatorga birlashtirish.

Bir davr uchun turli metodologiya bo'yicha (yoki turli chegaralarda hisoblab chiqilgan ma'lumotlarning mavjudligi birlashtirish uchun zaruriy shart hisoblanadi.

Agar qator darajasining ko'rsatkichlari ham musbat, ham manfiy qiymatlarga ega bo'lsa (masalan, tashkilotdagi qator yillar uchun foyda va zarar), u holda ma'lumotlardan tahlil uchun foydalanib bo'lmaydi va vaqt qatori taqqoslana olinmaydigan hisoblanadi.

Vaqt qatori darajalarining umumiy tarkibiy qismlari quyidagicha ko'rinishga ega:

$$y_t = u_t + v_t + e_t \text{ yoki } y_t = u_t \cdot v_t \cdot e_t.$$

u_t – qatorning umumiy tendensiyasini tavsiflovchi muntazam (asosiy) qism (trend);

v_t – umumiy ko'rinishdagi mavsumiy tarkibiy qism – siklik (davriy) tarkibiy qism;

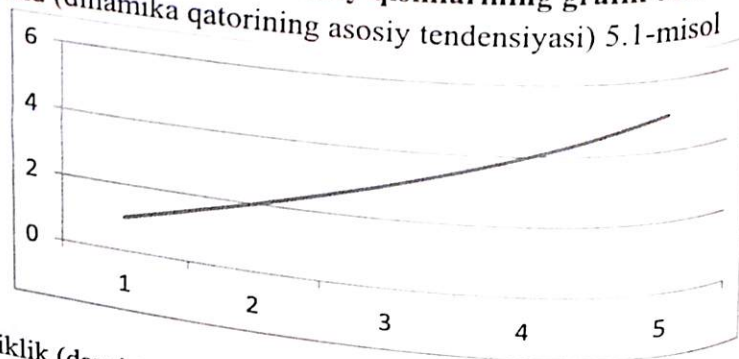
e_t – tasodifiy tarkibiy qism (tasodifiy og'ishlar).

Ko'rib turganimizdek, vaqt qatorining darajasini shakllantiruvchi barcha tarkibiy qismlar uchta guruhga bo'linadi. Bunda trend asosiy tarkibiy qism hisoblanadi. Mavsumiy va tasodifiy tarkibiy qismlar qiymatlari undan trend tarkibiy qism ajratilganidan keyin qoladi.

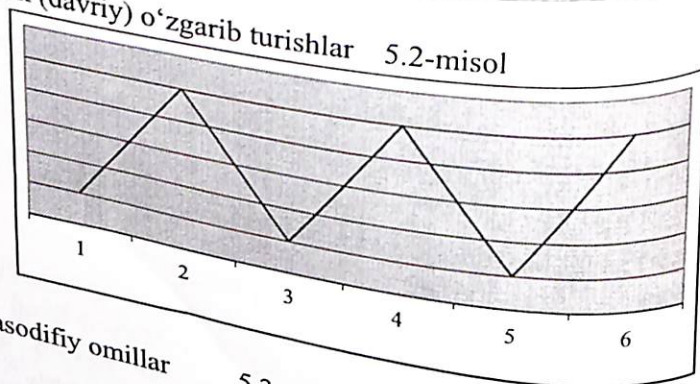
Agar barcha tarkibiy qismlar to'g'ri topilsa, u holda tasodifiy qismning matematik kutishi nolga teng va uning o'rtasidagi qiymat atrofida o'zgarib turishi doimiy.

Vaqt qatorining darajalarni uning barcha (trend, mavsumiy va tasodifiy) tarkibiy qismlarining yig'indisi yoki ko'paytmasi sifatida ifodalash mumkin. Unda qatorning barcha tarkibiy qismlari ushbu tarkibiy qismlarning yig'indisi sifatida ifodalangan model additiv model deb nomlanadi. Agar ta'sir etish omillari tarkibiy qismlarning ko'paytmasi sifatida ifodalangan bo'lsa, u holda model multiplikativ model deb nomlanadi.

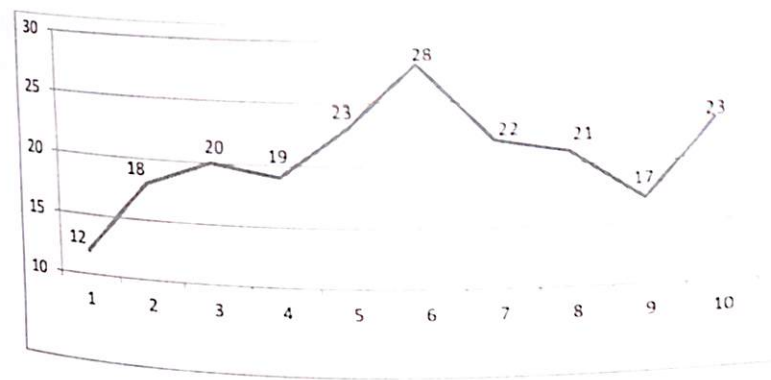
Vaqt qatori tarkibiy qismlarining grafik tasviri
Trend (dinamika qatorining asosiy tendensiyasi) 5.1-misol



Siklik (davriy) o'zgarib turishlar 5.2-misol



Tasodifiy omillar 5.3-misol



Vaqt qatori tarkibiy qismlarining modellari quyidagilardan iborat:

- additiv model

$$y_t = u_t + v_t + e_t$$

- multiplikativ model

$$y_t = u_t \cdot v_t \cdot e_t$$

5.4. Trend tushunchasi va uning asosiy turlari

Yuqorida ta'kidlanganidek, trend asosiy tarkibiy qism hisoblanadi.

Trend – bu vaqt qatoridagi tasodifiy o'zgarib turishlardan ozmi-ko'pmi holi bo'lgan barqaror tendensiya.

Murakkab ijtimoiy hodisalar ko'rsatkichlarining o'zgarish tendensiyalarini faqat trendning u yoki bu tenglamasi, chizig'i bilan taqriban ifodalash mumkin. Vaqt qatorlarida odatda uchta turdagi tendensiyalar mavjud.

O'rta darajadagi tendensiya odatda atrofida tadqiq etilayotgan hodisaning haqiqiy darajalari variantlanadigan chiziqli matematik tenglama yordamida ifodalanadi. Tenglama quyidagi ko'rinishga ega:

$$Y_t = f_t + \varepsilon_t$$

Mazkur funktsiyaning ma'nosi shundan iboratki, trendning qiymatlari alohida davrlarda dinamik qatorning matematik kutishlari bilan ishtirok etadi. Dispersiya tendensiyasi empirik tenglamalar bilan qatorning determinatsiyalangan tarkibiy qismi o'rtasidagi og'ishlar

o'zgarishining tendensiyasini tavsiflaydi. Avtokorrelyatsiya tendensiya dinamik qatorning alohida tenglamalari o'rtasidagi bog'lanishni tavsiflaydi.

Trend tenglamasini tanlashda oddiylik tamoyiliga amal qilish lozim. Bu chiziqlarning bir necha xillari ichidan empirik ma'lumotlarga yaqin (eng oddiy) chiziqni tanlashdan iborat. Bu yana shu bilan asoslanganki, trend chizig'ining tenglamasi qanchalik murakkab bo'lsa, u parametrlarning qanchalik ko'p soniga ega bo'lsa, yaqinlashish teng darajasida ushbu parametrlarga ishonchli bahoni berish shunchalik qiyin bo'ladi.

Amaliyotda ko'pincha vaqt qatorlari trendlarining quyidagi asosiy xillaridan foydalaniladi. Trendlarning asosiy xillari:

- To'g'ri chiziqli
Parabolik
Giperbolik
Eksponensial
Logarifmik
Logistik

Trend tendensiyalari va tenglamalarining turlari shu tariqa bo'linadi:

Ekonometrik tadqiqotda tanlangan model bo'yicha yuqorida sanab o'tilgan tarkibiy qismlardan har birini miqdoriy baholash o'tkaziladi.

Trendni ajratishdan avval uning mavjudligi haqidagi farazlar tekshirib ko'rish lozim. Amaliyotda trendning mavjudligini tekshirish uchun bir necha mezonlardan foydalaniladi, lekin quyidagi keltirilgan ikkita mezon asosiy mezonlar hisoblanadi.

5.5. Trendning mavjudligini tekshirish mezonlari

Bir qatarning o'rtadagi ikki qismi ayirmasi usuli. O'rtadagi $H_0: \bar{Y}_1 = \bar{Y}_2$ farqining mavjudligi haqidagi faraz tekshiriladi. Buning uchun vaqt qatori ikkita teng yoki deyarli teng qismga bo'linadi. Gipoteza tekshirish mezonini sifatida Student mezonlari qabul qilinadi.

Agar $t \geq t_{\alpha}$ bo'lsa (bu yerda t – Student mezonining hisoblab chiqilgan qiymati; t_{α} – α ning ahamiyatlik darajasida jadvaldagi qiymat), u holda trendning mavjud emasligi haqidagi faraz inkor etiladi; $t < t_{\alpha}$ bo'lsa, u holda trend mavjudligi haqida xulosa qilinadi

Foster-Styuart usuli. Hodisa tendensiyasining mavjudligi va vaqt qatori darajalar dispersiyasining trendi aniqlanadi. Ko'pincha ushbu usuldan vaqt qatorini mufassal tahlil qilishda va u bo'yicha yangi prognozlarni tuzishda foydalaniladi.

Bir qator o'rtancha ikki qismi ayirmasi usuli qo'llanilganda student mezonining hisoblab chiqilgan qiymati quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$t = \frac{Y_1 - Y_2}{\sigma \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

bu yerda $\bar{Y}_1 = \bar{Y}_2$ - vaqt qatorining har bir qismi uchun o'rtacha darajalar;

n_1, n_2 – qatorning har bir qismidagi kuzatuvlar soni;

Erkinlik darajasi

Erkinlik darajalarining soni $\nu = n_1 + n_2 - 2$ formula orqali hisoblanadi.

O'rtacha qiymatlar ayirmasining o'rtacha kvadratik og'ishi quyidagi formula bilan topiladi:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)^2 \cdot \sigma_1^2 + (n_2 - 1)^2 \cdot \sigma_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Vaqt qatorining har bir qismidagi dispersiyalarni hisoblab chiqish uchun erkinlik darajalarining soni tanlanadi ($n_1 - 1$) va ($n_2 - 2$). O'z navbatida vaqt qatori i qismi dispersiyasining o'zi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$\sigma_i^2 = \frac{\sum (Y_i - \bar{Y}_i)^2}{n-1}, i=1, 2, \dots, n$$

Dispersiyalarning tengligi to'g'risidagi faraz Fisher mezon yordamida tekshiriladi, ya'ni:

$$F = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}$$

bu yerda $\sigma_1^2 > \sigma_2^2$

Agar ehtimollikning berilgan (ma'lum) darajasida Fisher mezonining haqiqiy qiymati jadvaldagi qiymatdan kichik bo'lsa, dispersiyalarning tengligi to'g'risidagi faraz qabul qilinadi. Agar Fisher mezonining haqiqiy qiymati jadvaldagi qiymatdan katta bo'lsa, dispersiyalarning tengligi to'g'risidagi faraz inkor etiladi; u holda o'rtacha qiymatlar ayirmasining ahamiyatlilikini tekshirish uchun Student mezonidan foydalanib bo'lmaydi.

Foster-Styuart usulidan foydalanishda hisoblashlar ketma-ketlik bajariladi. Foster-Styuart usulidan foydalanishda trendning mavjudligi hisoblash bosqichlari:

1. Vaqt qatorining har bir darajasini barcha bundan avvalgi darajalar bilan taqqoslash.

Taqqoslash quyidagi tengsizliklar bo'yicha o'tkaziladi:

- agar $Y_i > Y_{i-1}; Y_{i-2}; Y_{i-3}; \dots; Y_1, U_i = 1; e_i = 0;$
- agar $Y_i < Y_{i-1}; Y_{i-2}; Y_{i-3}; \dots; Y_1, U_i = 0; e_i = 1;$

2. q va d kattaliklar qiymatlarini hisoblash.

Hisoblashlar quyidagi formulalar bo'yicha amalga oshiriladi:

$$q = \sum q_i; d = \sum d_i$$

bu yerda $q_i = U_i + e_i; d_i = U_i - e_i.$

Vaqt qatori dispersiyasi o'zgarishining tendensiyasini q kattalik tavsiflaydi va qiymatlarni quyidagi chegarada qabul qiladi: $0 \leq q \leq n-1$. Agar qatorning barcha darajalari o'zaro teng bo'lsa, u holda $q = 0$ bo'ladi. Agar vaqt qatorining darajalari hamisha bir xil kamaysa yoki oshsa, u holda $q = n-1$ bo'ladi. O'rtacha darajaning o'zgarish tendensiyasini d kattalik tavsiflaydi hamda ikkita - quyi va yuqori

chegaraga ega. Quyi chegara $d = -(n-1)$ hamisha bir xil tarzda kamayib boruchi qatorni tavsiflaydi; yuqori chegara $d = (n-1)$ hamisha bir xil tarzda ortib boruchi qatorni tavsiflaydi. d kattalik 0 ga teng bo'lishi mumkin, lekin bunday holatlar amaliy hisob-kitoblarda juda kam uchraydi.

3. Student mezonini aniqlash va uni jadvaldagi qiymat bilan taqqoslash.

Student mezonining haqiqiy qiymatlari $(q-q)$ va $(d-0)$ ayirmalar uchun quyidagi formulalar bo'yicha aniqlanadi:

$$t_q = \frac{q - \bar{q}}{\sigma_1}; t_d = \frac{d}{\sigma_2}$$

bu yerda $\sigma_1, \sigma_2 - S$ va d kattalik uchun o'rtacha kvadratik og'ish;

$\bar{q}$ - unda darajalar tasodifan joylashgan qator uchun q kattalikning o'rtacha qiymati. Agar ahamiyatlilikning muayyan darajasida Student mezonlarining haqiqiy qiymatlari jadvaldagi qiymatlardan kichik bo'lsa, u holda o'rtacha darajada va dispersiyada trendning mavjud emasligi to'g'risidagi faraz tasdiqlanadi.

5.6. Vaqtli qatorlar trendi tenglamalarini tuzish

Chiziqli trend

To'g'ri chiziqli trend chizig'ining eng sodda turi bo'lib, u trendning chiziqli tenglamasi bilan ta'riflanadi.

To'g'ri chiziqli tenglamasi (chiziqli trend) quyidagi ko'rinishga ega:

$$\hat{y}_i = a_0 + a_1 \cdot t_i$$

bu yerda $\hat{y}_i$ - i raqamli yillar uchun trendning tenglashtirilgan darajalari;

t_i - vaqt qatorining darajalarini o'z ichiga olgan vaqt oraliqlari yoki davrlarining raqamlari (yil, oy va b.);

a_0, a_1 - trend parametrlari.

Ushbu chiziqli trend parametrlarining (a_0 va a_1) tavsifi quyidagicha: a_0 - trendning son jihatdan sanoq boshi uchun qabul qilingan vaqt lahza yoki davri uchun o'rtacha tenglashtirilgan darajaga teng bo'lgan koeffitsienti;

a_1 - trendning vaqt birligi uchun qator darajalarining o'rtacha o'zgarishini tavsiflovchi koeffitsient.

Ushbu a_0 va a_1 parametrlarning qiymati eng kichik kvadratlarning usuli bo'yicha aniqlanadi. Buning uchun normal tenglamalar tizimi tuziladi. Chiziqli trend uchun tenglamalar tizimi:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n y_i = na_0 + a_1 \sum_{i=1}^n t_i \\ \sum_{i=1}^n y_i \cdot t_i = a_0 \sum_{i=1}^n t_i + a_1 \sum_{i=1}^n t_i^2 \end{cases}$$

Ikki noma'lumga ega bo'lgan tenglamani echish uchun vaqt sanashning boshlanishi qatorning o'rtasiga ko'chiriladi. Vaqt davrlarini raqamlashda qatorning naqd o'rtasidan t_i raqamlarning teng yarmi manfiy sonlar, qolgan yarmi esa musbat sonlar bo'ladi, ya'ni $\sum_{i=1}^n t_i = 0$. Ushbu holatda normal tenglamalar tizimi qisqaradi. Unda chiziqli trend uchun tenglamalarning soddalashtirilgan tizimi hosil bo'ladi:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n y_i = na_0 \\ \sum_{i=1}^n y_i \cdot t_i = a_1 \sum_{i=1}^n t_i^2 \end{cases}$$

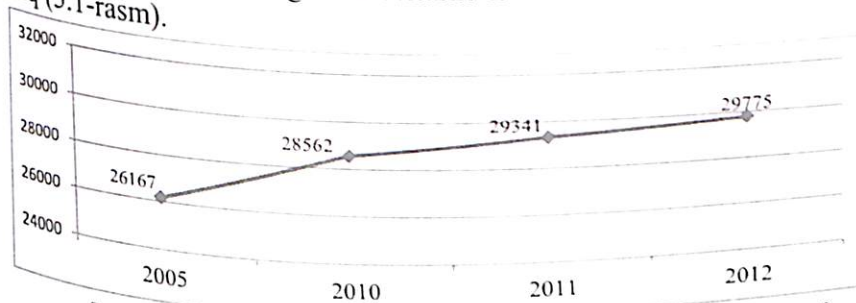
bu yerda

$$a_0 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \quad (A) \quad \text{va} \quad a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \cdot t_i}{\sum_{i=1}^n t_i^2} \quad (B)$$

Chiziqli trend tenglamalarning taxminan bir maromda o'zgarish tendensiyasini: darajalarning teng vaqt oraliqlaridagi mutloq o'sishi yoki mutloq qisqarishiga o'rtacha teng kattaliklarni aks ettirish uchun mos keladi.

Bir maromda o'zgarishga yaqin bo'lgan mutloq o'sish (qisqarish) sababi o'zaro o'rtacha holatga keladigan, qisman o'zaro qo'shib olinadigan omillarning turli yo'nalishli va turli tezlikdagi kuchlarning ta'sir etishidan iborat, ularning teng amal qiluvchi ta'siri esa bir maromda ta'sir etishga yaqin xususiyatni kasb etadi. Shunday qilib, bir maromdagi dinamika ko'p sonli omillarning o'rganilayotgan ko'rsatkichning o'zgarishiga ta'sirini qo'shish natijasi bo'ladi.

Chiziqli trendning grafik tasviri - ikkala o'qda ham chiziqli o'lchamga ega bo'lgan to'g'ri burchakli koordinatlar tizimidagi to'g'ri chiziq (5.1-rasm).



5.1-rasm. O'zbekistonda aholining o'rtacha yillik soni dinamikasi

To'g'ri chiziq shaklidagi trend bir qator o'ziga xos xususiyatlarga ega bo'lib, ular quyidagilar bilan tavsiflanadi:

- teng vaqt oraliqlaridagi teng o'zgarishlar;
- agar o'rtacha mutloq o'sish - musbat kattalik bo'lsa, u holda manfiy o'sish kattaligi yoki o'sish sur'atlari asta-sekin kamayadi;
- agar o'rtacha mutloq o'zgarish manfiy kattalik bo'lsa, u holda nisbiy o'zgarishlar yoki qisqarish sur'atlari bundan avvalgi darajaga pasayish mutloq kattalik bo'yicha asta-sekin oshadi;
- agar darajalarning qisqarish tendensiyasi mavjud bo'lib, o'rganilayotgan kattalik esa ta'rifga ko'ra musbat bo'lsa, u holda a_1 ning o'rtacha o'zgarish o'rtacha darajadan katta bo'lishi mumkin emas;
- ketma-ket davrlardagi mutloq o'zgarishlar ayirmasi nolga teng.

Misol

2007-2013 yillarda O'zbekistonda aholining uy-joy bilan ta'minlanganligi ko'rsatkichining vaqt qatoridagi chiziqli trendni hisoblab chiqamiz (5.3-jadval).

O'zbekiston aholisini uy-joy bilan ta'minlanganlik ko'rsatkichlari (1 kishiga m² hisobida)

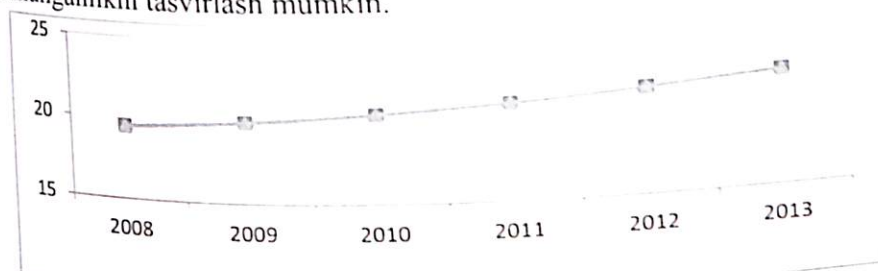
Yil	Yil yakuni holatiga ko'ra uy-joy bilan ta'minlanganlik	Yil	Yil yakuni holatiga ko'ra uy-joy bilan ta'minlanganlik
2007	19,2	2011	20,5
2008	19,5	2012	20,9
2009	19,8	2013	21,3
2010	20,2	Jami	141,4

Vaqt qatorining o'zgaruvchiligini aniqlash uchun mutloq o'sishning zanjirli kattaliklarini aniqlaymiz (5.4-jadval va 5.2-rasm).

O'zbekistonda 2007 – 2013 yillarda aholini uy-joy bilan ta'minlanganlik dinamikasi ko'rsatkichlari (1 kishiga m² hisobida)

Yil	Yil yakuni holatiga ko'ra uy-joy bilan ta'minlanganlik	Mutloq o'zgarish	Mutloq o'zgarish kattaliklari ayirmasi
2007	19,2	—	—
2008	19,5	—	—
2009	19,8	0,3	0
2010	20,2	0,3	+0,1
2011	20,5	0,4	-0,1
2012	20,9	0,3	+0,1
2013	21,3	0,4	0
O'rtacha	20,2	0,35	+0,02

Grafikda trendni grafik aniqlash maqsadida uy-joy bilan haqiqiy ta'minlanganlikni tasvirlash mumkin.



5.2-rasm. O'zbekistonda aholining uy-joy bilan ta'minlanganlik dinamikasi

5.4-jadval va 5.2-rasmdan ko'rinib turibdiki, uy-joy bilan ta'minlanganlik teng o'zgarishlarga yaqin o'zgarishlar bilan barqaror o'sish tendensiyasiga ega. O'rtacha mutloq o'sish musbat kattalikka ega. Keyingi davrlardagi mutloq o'zgarishlar ayirmasi nolga yaqinlashadi. O'z navbatida O'zbekistonda yil yakuni holatiga ko'ra aholining uy-joy bilan ta'minlanganlik ko'rsatkichi uchun quyidagi chiziqli funksiyadan foydalaniladi:

$$U_t = a_0 + a_1 \cdot t$$

a_0 , a_1 parametrlarini hisoblab chiqish uchun 5.5-jadval ma'lumotlaridan foydalanamiz.

Chiziqli trend funksiyasi parametrlarini hisoblash jadvali

Yil	Yil yakuni holatiga ko'ra uy-joy bilan ta'minlanganlik	t_i	t_i^2	$u_i \cdot t_i$	t_i trendning nazariy qiymatlari	ε_i trenddan og'ish	ε_i^2 og'ish
2007	19,2	-3	9	-57,6	19,0	0,2	0,04
2008	19,5	-2	4	-39,0	19,4	0,1	0,01
2009	19,8	-1	1	-19,8	19,8	0,0	0
2010	20,2	0	0	0	20,2	0,0	0,01
2011	20,5	1	1	20,5	20,6	-0,1	0,01
2012	20,9	2	4	41,8	21,0	-0,1	0,01
2013	21,3	3	9	63,9	21,4	0,0	0,08
Jami	141,4	0	28	9,8	141,4		

5.5-jadval ma'lumotlarini yuqoridagi (A) va (B) formulalar qo'yganda normal tenglamalar tizimi quyidagi ko'rinishga ega:

$$\begin{aligned} 7a_0 = 141,4 & \Rightarrow a_0 = 20,2 \\ 28a_1 = 9,8 & \Rightarrow a_1 = 0,4 \end{aligned} \Rightarrow y_i = 20,2 + 0,4 \cdot t$$

Shunday qilib, etti yil mobaynida uy-joy bilan ta'minlangan darajasi bir yilda o'rtacha $0,4 \text{ m}^2$ ga o'zgardi.

5.5-jadvalda qator haqiqiy darajasining nazariy darajalar og'ishlarini hisoblab chiqish uchun nazariy qiymatlar keltirilgan.

Chiziqli trend koeffitsientining reprezentativligi xatosini quyidagi formula bo'yicha aniqlaymiz:

$$\sigma^2 = \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n} = \frac{0,08}{7} = 0,0114;$$

$$\sigma = \sqrt{0,0114} = 0,1068.$$

Shu tariqa, o'rtacha kvadratik og'ish ancha kam ekanligini ko'rish mumkin.

Parabolik trend

Parabolik trend odatda ikkinchi tartibli polinomi bilan ifodalanadi. Parabola tenglamasi (parabolik trend) quyidagi ko'rinishga ega:

$$\hat{y}_i = a_0 + a_1 y_i + a_2 t_i^2$$

Ikkinchi tartibli parabola parametrlarining qiymatlari (faqat a_1 va a_2 dan tashqari) huddi to'g'ri chiziqli tenglamasidek.

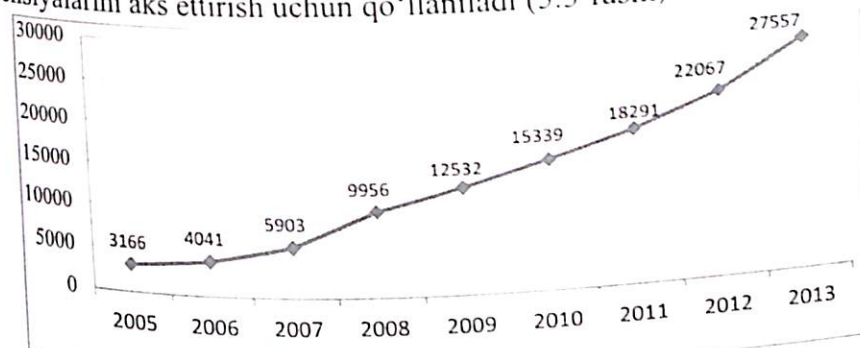
Parabola tenglamasi parametrlari qiymatlarining iqtisodiy mazmuni quyidagilarni anglatadi:

a_0 - trendning son jihatdan sanoq boshi uchun qabul qilingan vaqt lahzasi yoki davri uchun o'rtacha tenglashtirilgan darajaga teng bo'lgan koeffitsienti ($t_i = 0$);

a_1 - trendning butun davr uchun o'rtacha yillik o'sishning o'rtacha darajasini tavsiflovchi koeffitsient, u endi doimiy o'zgarish hisoblanmaydi, balki $2a_2$ ga teng bo'lgan o'rtacha tezlashish bilan bir tekis o'zgaradi;

a_2 - tenglamaning asosiy parametri, tezlashish tavsiflovchi konstanta.

Ikkinchi tartibli parabola shaklidagi trend dinamikani ularga rivojlanishning ayrim, odatda qisqa vaqtli bosqichida darajalar mutloq o'zgarishlarining taxminan doimiy tezlashishi xos bo'lgan tendensiyalarini aks ettirish uchun qo'llaniladi (5.3-rasm).



5.3-rasm. O'zbekistonda aholining asosiy kapitalga kiritgan investitsiyalar dinamikasi

Parabola shaklidagi trend bir qator xususiyatlarga ega va ular quyidagicha tavsiflanadi:

1. Teng vaqt oraliqlarida noteng, lekin bir maromda ortib boruvchi yoki bir maromda kamayib boruvchi mutloq o'zgarishlar kuzatiladi

2. Parabola ikkita shohobchaga ega: belgi darajalarining oshishini o'zida mujassam etgan ortib boruvchi shohobcha va ularning kamayishini o'zida mujassam etgan pasayib boruvchi shohobcha

3. Tenglamaning erkin a'zosi a_0 vaqtning sanash boshlang'ich lahzasidagi ko'rsatkichning qiymati sifatida odatda uzoq vaqt davom etadigan kattalik bo'lishi tufayli, trendning xususiyati a_1 va a_2 parametrlarining belgilari bilan belgilanadi:

a) $a_1 > 0$ va $a_2 > 0$ bo'lganida, ortib boruvchi shohobcha, darajalarning jadal o'sishi tendensiyasi o'rin tutadi;

b) $a_1 > 0$ va $a_2 < 0$ bo'lganida, pasayib boruvchi shohobcha, darajalarning jadal qisqarishi tendensiyasi o'rin tutadi;

v) $a_1 < 0$ va $a_2 > 0$ bo'lganida, darajalar o'sishining susayishini o'zida mujassam etgan ortib boruvchi shohobcha yoki agar ularni yagona jarayon deb hisoblash mumkin bo'lsa, parabolaning ikkala

shohobchasi – ortib boruvchi va pasayib boruvchi shohobcha o'tir tutadi;

g) $a_1 > 0$ va $a_2 < 0$ bo'lganida, darajalar o'sishini susayishini o'zida mujassam etgan pasayib boruvchi shohobcha yoki agar ular yagona tendensiya hisoblansa, parabolaning ikkala shohobchasi – pasayib boruvchi va ortib boruvchi shohobcha o'tir tutadi.

4. O'zgarishlarning zanjirli sur'atlari yo kamayadi yoki ayon vaqtda oshadi, lekin ancha uzoq davrda ertami yoki kechmi o'sish sur'atlari albatta kamaya boshlaydi, darajalarning qisqarish sur'atlari o'sish $a_1 < 0$ va $a_2 < 0$ bo'lganida, albatta orta boshlaydi (nisbiy o'zgarishning mutloq kattaligi bo'yicha).

Eng kichik kvadratlar usuli bilan a_0, a_1, a_2 parametrlarini hisoblash uchun quyidagi uchta noma'lum darajaga ega bo'lgan normal tenglamalar tizimi tuziladi. Parabolik trend uchun normal tenglamalar tizimi quyidagi ko'rinishga ega:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n y_i = na_0 + a_1 \sum_{i=1}^n t_i + a_2 \sum_{i=1}^n t_i^2; \\ \sum_{i=1}^n y_i t_i = a_0 \sum_{i=1}^n t_i + a_1 \sum_{i=1}^n t_i^2 + a_2 \sum_{i=1}^n t_i^3; \\ \sum_{i=1}^n y_i t_i^2 = a_0 \sum_{i=1}^n t_i^2 + a_1 \sum_{i=1}^n t_i^3 + a_2 \sum_{i=1}^n t_i^4. \end{cases}$$

Vaqt davrlari (lahzalari)ning sanoq boshini qatorning o'rtasiga ko'chirishda ushbu $\sum t_i$ va $\sum t_i^3$ davrlar raqamlari toq darajalarining summalari nolga tenglashtiriladi. O'z navbatida, ikkinchi tenglama bu noma'lum darajali tenglamaga aylanadi. Bundan a_1 parametri quyidagicha ifodalash mumkin:

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i t_i^2}{\sum_{i=1}^n t_i^2}$$

Qolgan tenglamalar ikkita noma'lum darajaga ega bo'lgan ikkita tenglama tizimini hosil qiladi. Unda parabolik trend uchun tenglamalarning qisqartirilgan tizimi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n y_i = na_0 + a_2 \sum_{i=1}^n t_i^2; \\ \sum_{i=1}^n y_i t_i^2 = a_0 \sum_{i=1}^n t_i^2 + a_2 \sum_{i=1}^n t_i^4. \end{cases}$$

Trendning parabolik tenglama iqtisodiy hodisalar va jarayonlarni tahlil qilishda juda kam hollarda uchraydi.

5.3-rasm uchun foydalanilgan ma'lumotlar asosidagi parabolik trend modeli parametrlari quyidagi ko'rinishga ega:

$$y = 1461,3 + 1136,5t + 190,02t^2; R^2 = 0,9958.$$

O'zbekistonda aholining asosiy kapitalga kiritgan investitsiyalari yiliga o'rtacha 1136,5 mlrd. so'm hajmida o'zgargan.

Giperbolik trend

Quyidagi ko'rinishga ega bo'lgan tenglama giperbolaning oddiy shakllaridan biri hisoblanadi. Giperbola tenglamasi (giperbolik trend)

$$\hat{y}_i = a_0 + \frac{a_1}{t_i}$$

Giperbola tenglamasi parametrlari qiymatlarining mazmuni quyidagicha izohlanadi:

a_0 – giperbolaning erkin a'zosi, qator darajasi unga intiladigan chegara;

a_1 – Giperbolaning asosiy parametri:

– agar $a_1 > 0$ bo'lsa, u holda ushbu trend $t \rightarrow \infty, \hat{y}_i \rightarrow a_0$ bo'lganda ham darajalar pasayishining susayishi tendensiyasini ifodalaydi;

– $a_1 < 0$ bo'lsa, u holda, t ning ortishi bilan, ya'ni vaqt o'tishi bilan trend darajalari ortadi va $t \rightarrow \infty$ da a_0 kattalikka intiladi.

Giperbolik trendni hisoblab chiqishda vaqt davrlarini qatorning o'rtasidan raqamlab bo'lmaydi, chunki $1/t_i$ qiymatlar hamma vaqt musbat bo'lishi kerak.

Agar $k < 1$ bo'lsa, u holda doimiy, lekin darajalarning
bunda ushbu ortib borish shunchaki tezlashgan ortib borish emas, balki
yanada yuqori tartiblarning ortib boruvchi tezlashishga va ortib borish
hosilalariga ega bo'lgan ortib borish.

Agar $k < 1$ bo'lsa, u holda doimiy, lekin darajalarning
boruvchi qisqarish tendensiyasini ifodalovchi trend mavjud. Ekspontensial
susayib borish uzluksiz ravishda kuchayib boradi. Ekspontensial
ekstremumga (maksimum yoki minimumga) ega emas va $t \rightarrow \infty$
bo'lganda yo $k \geq 1$ bo'lganda yoki minimumga) ega emas va $t \rightarrow \infty$

a - eksponentaning erkin a'zosi tenglashtirilgan darajaga, ya'ni
trendning vaqt sanoq boshi uchun qabul qilingan lahzasi yoki davridagi
darajasiga teng ($t = 0$)

Ekspontensial (da)
cheklovlarni sodir etadigan hodisalar faqat vaqt
xosdir. O'z navbatida bunday rivojlanadigan jarayonlarning
o'sishi uchun hech qanday
muhitda rivojlanadigan jarayonlarning
iyotda bunday hodisalar faqat vaqt

3. Mutloq o'zgarishlar tezlashishining qiymatlari mutloq o'zgarishlar belgisiga qarama-qarshi belgiga ega bo'lib, modul bo'yicha asta-sekin kamayadi.

4. O'zgarish sur'atlari (zanjirli) $t \rightarrow \infty$ bo'lganida, asta-sekin 100%ga yaqinlashadi.

Logarifmik trend ham, huddi giperbolik trend kabi o'zgarishlarning asta-sekin so'nib boruvchi jarayonini aks ettiradi. Biroq, ushbu trendlar bir biridan katta farq qiladi. Giperbola bo'yicha so'nish yakuniy chegaraga yaqinlashishda tez kechadi, logarifmik trendda esa so'nib boruvchi jarayon cheklovsiz g'oyat sekin davom etadi.

Logistik trend

Trendning logistik shakli o'rganilayotgan ko'rsatkich rivojlanishning to'liq siklidan o'tadigan jarayonlarni ta'riflash uchun foydalaniladi; bunda u nolli darajadan boshlab, dastlab sekin, lekin tezlashgan holda ortib boradi, so'ngra tezlashish siklining o'rtasida yo'qoladi, ya'ni o'sish chiziqli trend bo'yicha yuz beradi; shundan keyin, siklining yakuniy qismida, ko'rsatkichning oxirgi qiymatiga yaqinlashgan sayin o'sish giperbola bo'yicha sekinlashadi.

Agar darajalar 0 dan 1 gacha diapazonda o'zgarsa, u holda logistik trend tenglamasi (1) ko'rinishga ega bo'ladi. Agar darajalarning o'zgarish diapazoni nol bilan emas, balki vaziyatning mohiyatiga qarab belgilanadigan, u_{max} va u_{min} bilan belgilanadigan har qanday qiymatlar bilan cheklangan bo'lsa, u holda logistik trend formulasi (2) ko'rinishga ega bo'ladi.

Logistik trend tenglamasi:

$$\hat{y}_t = \frac{1}{1 + a_0 + a_1 t} \quad (1)$$

yoki

$$\hat{y}_t = \frac{y_{max} - y_{min}}{1 + a_0 + a_1 t} + y_{min} \quad (2)$$

Logistik tenglama (a_0, a_1) parametrlarining turli qiymatlarida turli xildagi trendlar olinadi.

Logistik trend asosiy parametrlarining qiymatlari quyidagi shartlar bilan izohlanadi:

1. Agar $a_0 > 0, a_1 < 0$ bo'lganida, t vaqt davrlari raqamlarining ortishi bilan darajalar ortishining logistik tendensiyasi kuzatiladi, bunda agar oshish deyarli nolli qiymatdan boshlanishi lozim bo'lsa, u holda a_0 taxminan 10 ga teng bo'lishi kerak. a_1 modul qanchalik katta bo'lsa, darajalar shunchalik tez ortib boradi.

2. Agar $a_0 < 0, a_1 > 0$ bo'lsa, darajalari pasaygan logistik trend, bunda agar pasayish deyarli 1 dan boshlanishi lozim bo'lsa, u holda a_0 taxminan -10 ga teng bo'lishi kerak. a_1 modul qanchalik katta bo'lsa, darajalar shunchalik tez pasayib boradi.

Trendlar xillarini aniqlash

Yuqorida ko'rib o'tilgan trendlarni amaliyotga qo'llashda ularni tanlash masalasi yuzaga keladi. Trendning darajalar haqiqiy qatorining tendensiyasini eng yaxshi tarzda aks ettiruvchi xilni to'g'ri tanlash uchun trend xillarini aniqlashning bir necha usullaridan foydalaniladi. Quyida eng keng tarqalgan usullarning asosiylari keltirilgan.

Grafik usul. Grafikni tuzish qoidalarini bajarish: ham qator darajalarining kattaligi bo'yicha, ham vaqtga ko'ra o'lchamga aniq amal qilish lozim. Vaqt oraliqlari abssissa o'qiga, darajalar kattaliklari ordinatalar bo'ylab tashlanadi. Har bir o'q bo'yicha shunday o'lchamni belgilash kerakki, grafikning kengligi uning balandligidan taxminan 1,5 marta katta bo'lsin. Agar qator darajalari butun davr mobaynida noldan ancha katta bo'lsa va o'zaro ko'pi bilan 20-30 foizga farq qilsa, u holda ordinatalar o'qida uzilish belgilash, o'lchamni darajalarning kichigi, o'qning uzilishidan salgina oshadigan qilib oshirish lozim. Agar qator darajalari o'nlab, yuzlab va minglab marta farq qilsa, teng kesimlar darajalar farqini bir xil marta anglatishi uchun ordinatalar o'qini logarifmik o'lchamda joylashtirish darkor.

Trendning xili haqidagi statistik g'oyalarni tekshirish. G'oyani matematik ifodalash uchun quyidagilar bajarilishi lozim:

1) o'zgarib turishlarning trendni buzib ko'rsatuvchi ta'sir pasaytirish uchun darajalar qatori tekislanadi (sirg'anuvchi o'rtacha kattalik);

2) tekislangan darajalar qatori bo'yicha $\Delta_i = u_{i+1} - u_i$ zanjir mutloq o'zgarishlar (parabola uchun - tezlashishlar, eksponenta uchun - o'sish sur'atlari) hisoblab chiqiladi;

3) qator bir necha teng yoki taxminan teng kichik davrlarga bo'linadi va ularning har biri bo'yicha parametrning o'rtacha kattaligi hisoblab chiqilib, uning doimiyligi oldinga surilgan trendning xili haqidagi g'oyani tasdiqlaydi: o'rtacha mutloq o'sish - to'g'ri chiziqli uchun, o'rtacha tezlashish - parabola uchun, o'rtacha sur'at - eksponenta uchun;

4) tekshirilayotgan parametrning ko'plab o'rtacha qiymatlarida dispersion tahlil usuli bilan yoki ikkita qiymatda t mezon bo'yicha boshlang'ich qatorning turli kichik davrlarida parametr o'rtacha qiymatlari farqining muhimligi tekshiriladi. Agar turli kichik davrlarida parametr o'rtacha qiymatlari farqlarining muhim emasligi to'g'risidagi g'oyani inkor etish mumkin bo'lmasa, u holda trendning tegishli xili to'g'risidagi g'oya qabul qilinadi. Agar o'rtacha qiymatlarning farqlari muhim deb e'tirof etilsa, trendning ushbu xili to'g'risidagi g'oya inkor etiladi va murakkablashish tartibida keyingi g'oya: to'g'ri chiziqli inkor etilganidan keyin - eksponenta to'g'risidagi g'oya; eksponenta inkor etilganidan keyin - parabola to'g'risidagi g'oya; parabola inkor etilganidan keyin - chiziqlarning boshqa xillari to'g'risidagi g'oya ilgari suriladi.

5.7. Mavsumiy tebranishlar va uning ko'rsatkichlarini aniqlash usullari

Mavsumiy tebranishlar (o'zgarib turishlar) - bu har bir vaqt davrida takrorlanib turuvchi yil vaqtining o'zgarishi bilan bog'liq o'zgarib turishlar.

Bunday o'zgarishlar bevosita boshqa omillarning ta'siri bilan bog'liq bo'lishi mumkin, masalan, yoz davrida saqlash sharoitlari iste'mol qilish havo haroratiga bog'liq. O'zaro bog'liq bo'lgan omillar bevosita

Siklik (davriy) o'zgarib turishlarni modellashtirish mavsumiy tarkibiy qismni modellashtirish metodikasiga o'xshash metodikaga muvofiq aniqlanadi.

Mavsumiy tebranish davrini aniqlash uchun I_t mavsumiylik indeksi hisoblanadi.

Mavsumiylik indeksi I_t – bu mavsumiy tebranish davri qismini hisoblab chiqish uchun foydalaniladigan nisbiy ko'rsatkich. Indeksni hisoblashda vaqt qatori umumiy tendensiyasining xususiyatiga qarab tanlanadigan turli usullar qo'llaniladi.

Mavsumiylik indekslarining hisobi faqat trend dinamik qatorlar chiqarib tashlangan yoki doimiy darajaga ega bo'lgan hollarda qo'llaniladi.

Mavsumiylik indeksini hisoblashda quyidagi usullar qo'llaniladi:

- 1-holat. Dinamika qatori yaqqol ifodalangan rivojlanish tendensiyasiga ega emas.
- 2-holat. Dinamika qatori trendga ega (nostatsionar dinamika qatori).
- 3-holat. Mavsumiy o'zgarib turishlarning barqaror tendensiyasiga ega bo'lish lozim.

Ushbu usullarning har biri quyidagi xususiyatlarga ega:

- 1-holat. Agar dinamika qatori yaqqol ifodalangan rivojlanish tendensiyasiga ega bo'lmasa, u holda mavsumiylik indeksni ular oldindan tenglashtirilmagan holda bevosita empirik ma'lumotlar bo'yicha hisoblab chiqiladi.

Mavsumiylik indekslari hisoblash uchun kamida uch yillik davrlar bo'yicha ma'lumotlarga ega bo'lish lozim. Mazkur usulning mohiyati bir nomli davrlar bo'yicha $\bar{y}_t$ o'rtacha qiymatlarni va tahlil qilinayotgan butun qator uchun $\bar{y}$ qatorning umumiy o'rtacha darajasini hisoblab chiqishdan iborat. Ushbu ma'lumotlar asosida mavsumiylik indeksi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$I_t = \frac{\bar{y}_t}{\bar{y}} \cdot 100$$

Qatorning o'rtacha darajasi sifatida ham o'rtacha arifmetik chamalangan moda yoki boshqa tarkibiy o'rtacha kattalikdan

foydalanish mumkin. Ular ancha uzoq davr vaqt qatorlari uchun yoki tasodifiy tebranish davrini yo'qotish uchun qo'llaniladi.

Misol

O'zbekiston milliy valyutasi so'mning evroga nisbati haqida quyidagi ma'lumotlar mavjud (5.6-jadval). Mavsumiylik indeksini aniqlash talab etiladi (qator yaqqol ifodalangan rivojlanish tendensiyasiga ega bo'lmagan taqdirda).

O'zbekiston milliy valyutasi so'mning evro kursiga nisbatan dinamikasi (so'm.)

5.6-jadval

Oy	Yil		
	2011	2012	2013
Yanvar			2668,71
Fevral	2213,36	2359,67	2693,07
Mart	2256,13	2425,50	2634,09
Aprel	2381,34	2439,55	2692,13
May	2442,02	2432,19	2686,84
Iyun	2404,38	2372,61	2787,43
Iyul	2451,01	2382,81	2783,57
Avgust	2447,42	2315,22	2824,45
Sentyabr	2449,49	2397,96	2838,11
Oktyabr	2379,84	2528,98	2950,08
Noyabr	2427,14	2548,21	2974,08
Dekabr	2390,05	2524,34	3031,90
O'rtacha	2143,97	2620,31	2797,04
	2365,51	2445,61	

Mavsumiylik tebranish davri qismini hisoblash uchun uch yillik o'rtacha qiymatlarni hisoblab chiqish kerak. Dastlab oylar bo'yicha:

- yanvar uchun $\bar{y}_o = \frac{2213,36 + 2359,67 + 2668,7}{3} = 2413,91$ (so'm.)
- fevral uchun $\bar{y}_o = \frac{2256,13 + 2425,5 + 2693,07}{3} = 2458,23$ (so'm.) va

hokazo.

So'ngra o'rtacha yillik qiymat hisoblab chiqiladi:

$$\bar{y} = \frac{2213,36 + 2256,13 + \dots + 3031,9}{36} = 2536,05 \text{ (so'm.)}$$

Olingan ma'lumotlar bo'yicha mavsumiylik indeksi aniqlanadi:

$$I_s = \frac{\bar{y}_i}{\bar{y}} \cdot 100 = \frac{2413,91}{2536,05} \cdot 100 = 95,18 (\%) \text{ va h.}$$

Olingan natijalar 5.7-jadvalda keltirilgan.

O'zbekiston milliy valyutasi so'mning evro kursiga nisbatan mavsumiylik indeksini hisoblash

5.7-jadval

Oy	Yil			O'rtacha oylik qiymat, so'm	Mavsumiylik indeksi, %
	2011	2012	2013		
Yanvar	2213,36	2359,67	2668,71	2413,91	95,18
Fevral	2256,13	2425,50	2693,07	2458,23	96,93
Mart	2381,34	2439,55	2634,09	2484,99	97,98
Aprel	2442,02	2432,19	2692,13	2522,11	99,45
May	2404,38	2372,61	2686,84	2487,94	98,10
Iyun	2451,01	2382,81	2787,43	2540,42	100,17
Iyul	2447,42	2315,22	2783,57	2515,40	99,18
Avgust	2449,49	2397,96	2824,45	2557,30	100,84
Sentyabr	2379,84	2528,98	2838,11	2582,31	101,82
Oktyabr	2427,14	2548,21	2950,08	2641,81	104,17
Noyabr	2390,05	2524,34	2974,08	2629,49	103,68
Dekabr	2143,97	2620,31	3031,90	2598,73	102,47
O'rtacha	2365,51	2445,61	2797,04	2536,05	-

Mavsumiylik indeksining o'rtacha qiymati 100 foizni emas, balki 100,07 ni tashkil qiladi. Agar farq katta bo'lsa, u holda keyingi hisob-kitoblarda indekslarni proporsional kattalikka to'g'rilash lozim.

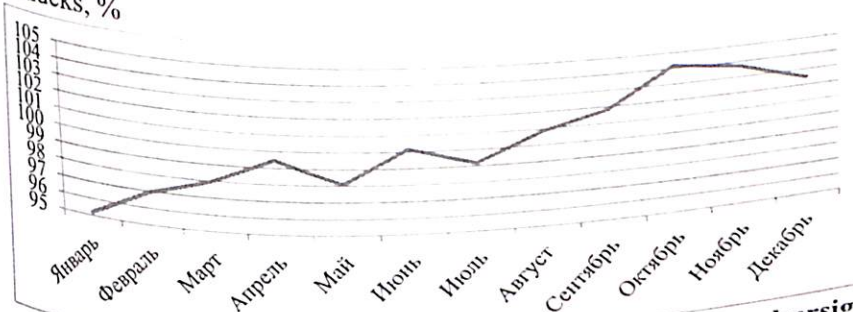
O'rtacha qiymatlarni mavsumiy tebranish to'liqligining grafik tasviri hisoblangan chiziqli diagrammada ko'rsatish mumkin (5.4-rasm). Mavsumiy tebranish to'liqligini - bu olingan mavsumiylik indekslarining grafik tasviridir.

Shunday qilib, evroga nisbatan eng yuqori talab iyunda va avgust-dekabrda, ya'ni daromadlar va iste'mol darajasi yuqori bo'ladigan oylarda qayd etildi. Valyutaga bo'lgan past talab yanvar-may va iyul oylarida kuzatildi.

2-holat. Agar dinamika qatori trendga ega bo'lsa (nostatsionar dinamika qatori), u holda hisoblash tartibi quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi:

1) qatorning ichki yillik (oylik, choraklik) darajalari bo'yicha sirg'anuvchi o'rtacha kattalik yoki tahliliy tenglashtirish (u_i) usullari bilan bir necha yillik hisoblab chiqilgan (tenglashtirilgan) darajalarni aniqlash;

Mavsumiy indeks, %



5.4-rasm. O'zbekiston milliy valyutasi so'mning evro kursiga nisbatan tebranish to'liqligini

2) qator darajalari haqiqiy qiymatlari (u_i) va tenglashtirilgan (hisoblab chiqilgan) qiymatlar ($\bar{y}_i$) nisbiy miqdorini aniqlash;

3) butun tadqiq etilayotgan davr uchun olingan mavsumiylik ko'rsatkichlarini o'rtacha holatga keltirish quyidagi formula bilan amalga oshiriladi:

$$I_s = \frac{\sum \frac{y_i}{\bar{y}}}{n}$$

Additiv va multiplikativ modellarda mavsumiy tebranish davri qismini yo'qotish uchun dinamika qatorining tenglashtirilgan va

tuzatishlar kiritilgan darajalari qatorning boshlang'ich qiymatlaridan chiqarib tashlanadi.

O'zbekistonda uzoq xorijiy mamlakatlarga paxta tolasi eksportining 2008-2011 yillar oralig'idagi dinamikasini 5.8-jadval orqali bilib olishimiz mumkin.

O'zbekistonda paxta tolasini eksport qilish dinamikasi
(Tovar xom-ashyo birjasi ma'lumotlari asosida)

5.8-jadval

Chorak	Eksport – jami, ming. t			
	2008 y.	2009 y.	2010 y.	2011 y.
I	7,8	9,7	12,0	14,0
II	10,2	10,8	14,0	17,0
III	11,5	11,8	16,2	16,8
IV	8,5	10,5	15,3	15,8

Mavsumiy tebranish davri qismini va uning intensivligini aniqlash. mavsumiy tebranish qismni hisobga olgan holda additiv modelni tuzish va uni tahliliy tenglashtirish yordamida yo'qotish mumkin. Mavsumiy tebranish qismini aniqlash uchun sirg'anuvchi o'rtacha kattalik usulidan foydalanamiz (5.9-jadval).

Mavsumiy tebranishlarini hisoblash ma'lumotlari (ming t.)

5.9-jadval

Yillar	Chorak	Paxta tolasi eksporti, ming. t	To'rt chorak uchun yakun, $\sum(1+IV)$	To'rt chorak uchun sirg'anuvchi o'rtacha kattalik $\sum(1+IV):4$	Markazga surilgan sirg'anuvchi o'rtacha kattalik $\sum(1+IV):2$	Mavsumiy tebranish qismining og'ishi (2-5)
2008	I	7,8	3	4	5	—
	II	10,2	—	—	—	—
	III	11,5	38,0	—	—	—
	IV	8,5	39,9	9,5	—	1,8
			40,5	10,0	9,7	—
				10,1	10,5	-2,0

2009	I	9,7	40,8	10,2	10,1	-0,4
	II	10,8	42,8	10,7	10,4	0,4
	III	11,8	45,1	11,3	11,0	0,8
	IV	10,5	48,3	12,1	11,7	-1,2
2010	I	12,0	52,7	13,1	12,6	-0,6
	II	14,0	57,5	14,3	13,7	0,3
	III	16,2	59,5	14,9	14,6	1,6
	IV	15,3	62,5	15,6	15,2	0,1
2011	I	14,0	63,1	15,8	15,7	-1,7
	II	17,0	63,6	15,9	15,8	1,2
	III	16,8	—	—	—	—
	IV	15,8	—	—	—	—

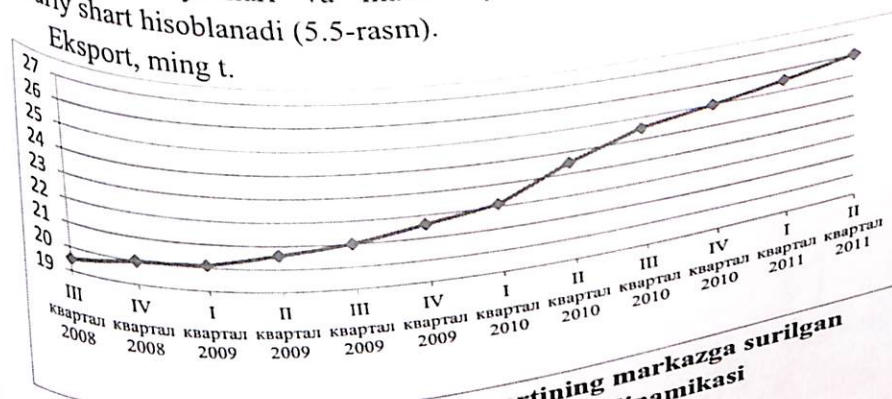
Olingan sirg'anuvchi o'rtacha kattalik qiymatlari juft qatorda turganligi bois metodikani qatorni markazga surish bilan to'ldirish kerak. Unda:

$$y_1 = \frac{9,5 + 10,0}{2} = 9,7 \text{ (ming.t)}$$

$$y_2 = \frac{10,0 + 10,1}{2} = 10,5 \text{ (ming.t) va h.}$$

Belgining taqqoslash bazasining boshi va yakuniga nisbatan mavsumiy pasayishlari va mavsumiy oshishlarining simmetrikligi zaruriy shart hisoblanadi (5.5-rasm).

Eksport, ming t.



5.5-rasm. Paxta tolasi eksportining markazga surilgan sirg'anuvchi o'rtacha kattaligi dinamikasi

Biroq, ushbu ko'rsatkichda simmetriklikka amal qilinmay, shuning uchun olingan modeldan ayrim cheklovlar bilan foydalanish mumkin (5.10-jadval).

I chorakdan III chorakkacha eksport hajmining oshishi, har bir davrning III choragida esa to IV chorakka qadar ushbu ko'rsatkichning pasayishi kuzatiladi. Ammo, markazga surilgan o'rtacha kattalik faqat oshish tendensiyasini ko'rsatmoqda.

Mavsumiy omilni hisobga olgan holda O'zbekistondan parta tolasi eksport qilish dinamikasi
(Tovar xom-ashyo birjasi ma'lumotlariga ko'ra) 5.10-jadval

Chorak	Eksport – jami, ming t			2011 y.
	2008 y.	2009 y.	2010 y.	
I			12,6	15,7
II	–	10,1	13,7	–
III	9,7	10,4	14,6	–
IV	10,5	11,0	15,2	–

Olingan ma'lumotlarga ko'ra mavsumiy tarkibiy qismning og'ishini aniqlash zarur (5.9-jadvalga qarang).

$$\Delta u_1 = 11,1 - 9,7 = 1,5 \text{ ming. t.}$$

$$\Delta u_2 = 8,5 - 10,5 = -2,0 \text{ ming. t. va h.k.}$$

Mavsumiy tebranish davriy qismining og'ishi ma'lumotlari bo'yicha mavsumiylik indekslarini aniqlaymiz (5.11-jadval).

Hisoblash ma'lumotlari 5.11-jadval

Chorak	Yil	Mavsumiy tebranish qismining og'ishi	Yillar bo'yicha i chorak uchun yakun	i chorak uchun mavsumiy tebranish qismining o'rtacha bahosi (Δ_i)	Tuzatishlar kiritilgan mavsumiy tebranish qismi (V_i)
I	2008	–	–2 700	–0 900	–0,875
	2009	–0,4			

III	2008	1,8	4,200	1,400	1,375
	2009	0,8			
	2010	1,6			
	2011	–			
IV	2008	–2,0	–3,100	–1,033	–1,108
	2009	–1,2			
	2010	0,1			
	2011	–			
	Jami	x	0,300	0,100	0

i tarkibiy qism uchun o'rtacha baho quyidagi formula bo'yicha hisoblab chiqiladi:

$$\bar{\Delta}_i = \frac{-2,700}{3} = -0,900 \text{ (ming t) va h.}$$

Mavsumiy tebranish davri qismiga tuzatishlar kiritish uchun tuzatishlar kirituvchi koeffitsientni hisoblab chiqamiz:

$$K = \frac{(-0,900 + 0,667 + 1,400 - 1,033)}{4} = \frac{0,1000}{4} = 0,025$$

Tuzatishlar kiritilgan mavsumiy tebranish davri qismiga uning i tarkibiy qismi uchun o'rtacha bahosi bilan hisoblab chiqilgan tuzatishlar kirituvchi koeffitsient o'rtasidagi ayirma tashkil qiladi:

$$\text{– I chorak uchun: } V_1 = -0,900 - 0,025 = -0,875;$$

$$\text{– II chorak uchun: } V_2 = 0,633 - 0,025 = 0,608 \text{ va h.k. (5.11 va 5.12-jadvallar).}$$

Mavsumiy tebranish davri qismi qiymatlarining yig'indisi nolga teng bo'lishi kerak:

$$-0,875 + 0,608 + 1,375 - 1,008 = 0.$$

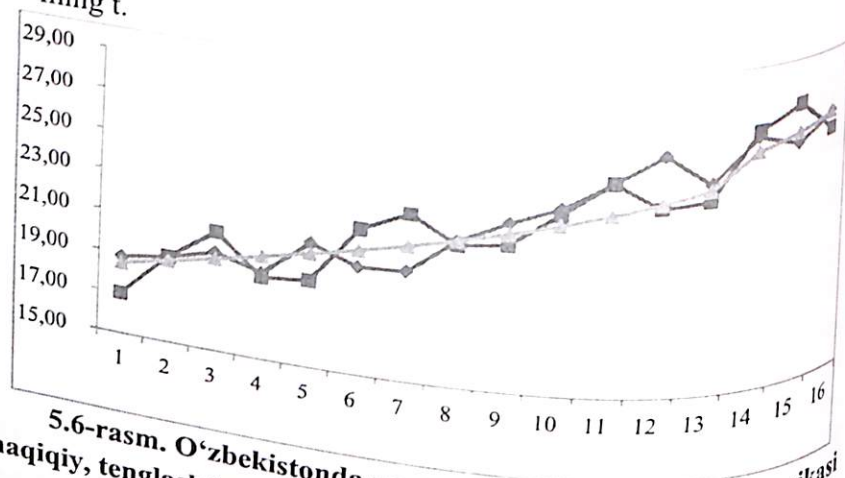
Mavsumiy tebranish davri qismining trendga ta'sirini yo'qotish uchun y_t va v_t , o'rtasidagi ayirmani, so'ngra U_t trendni hisoblab chiqamiz (5.12-jadval).

qo'shib qo'yish» buyrug'i). 5.6-rasmda olingan $y_t = 7,67 + 0,573t$ tenglamasi berilgan. R^2 approksimatsiyaning ishonchlilik koeffitsienti 0,919 ni tashkil qildi.

Olingan tenglamaga $t = 1, \dots, 16$ qiymatlarni (5.10-jadvalning 5-ustuni), so'ngra $U_t + V_t$ additiv model bo'yicha olingan qiymatlarni qo'yib, U_t trend darajasini topamiz (5.12-jadvalning 6-ustuni).

5.6-rasmda 1-qator $U_t - V_t$ tenglashtirilgan darajalarni ko'rsatib turibdi; 2-qator $U_t + V_t$ additiv ko'rsatkichlarni; chiziqli trend - O'zbekistonda paxta tolasini eksport qilishning nazariy qiymatlarni ko'rsatib turibdi.

Eksport,
ming t.



5.6-rasm. O'zbekistonda paxta tolasini eksportining dinamikasi (haqiqiy, tenglashtirilgan va additiv model orqali olingan qiymatlar)

$\varepsilon_t = u_t - (i_t + V_t)$ tasodifiy xatoni hisoblab chiqamiz (5.12-jadval 7-ustuni).

Modelning sifatini va o'zgarib turishlarning muhimlik darajasini baholash uchun ε_t^2 yig'indisini aniqlaymiz. $(201,9/16 = 12,6)$ qatorning o'rtacha darajasiga nisbatan uning miqdori $\left(\frac{1-0,0214}{75,75}\right) \cdot 100 = 1,292$ ni tashkil qiladi, ya'ni additiv model O'zbekistonda paxta tolasini eksport qilish vaqt qatori darajalari umumiy variatsiyasining 98,708 foizini izohlaydi.

O'rtacha kvadratik og'ish mavsumiy o'zgarib turishlar kuchini tavsiflovchi umumlashtiruvchi mutloq ko'rsatkich hisoblanadi:

$$\alpha_t = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n}} = \sqrt{\frac{75,75}{4}} = 4,35 \text{ (ming t. paxta tolasini)}$$

Paxta tolasini eksport qilish mavsumiyligining o'rtacha kvadratik og'ishi ancha katta. Variatsiya koeffitsientini quyidagi formula bo'yicha hisoblab chiqamiz:

$$V_t = \frac{\sigma}{x} \cdot 100 = \frac{4,35}{2,6} \cdot 100 = 34,52\%$$

Shunday qilib, O'zbekistonda paxta tola eksport qilish mavsumiyligining variatsiyasi nisbatan katta hisoblanadi.

Belgilangan trendning ishonchliligini va mavsumiyligini Student mezonini bo'yicha haqiqiy va jadvaldagi qiymatlarni (α ahamiyatliligi va erkinlik darajalarida) qiyosiy baholash orqali tekshirish mumkin. Haqiqiy qiymatlar tasodifiy o'zgarib turishlar o'rtacha kvadrati (dispersiyasi) bilan tasodifiy tarkibiy qism bo'yicha o'rtacha choraklik o'sishning o'rtacha xatosi o'rtasidagi nisbatni aniqlash orqali olinadi.

Shu tariqa, mavsumiy o'zgarib turishlar additiv modeli o'rganilayotgan davr mobaynida belgi mutloq kattaliklarining o'zgarib turishlari doimiy bo'lganida qo'llanilishi mumkin. Aksariyat holatlarda u trend mavjud bo'lmagan (zaif trend) va o'rganilayotgan davrlar qisqa bo'lgan hollarda qo'llaniladi.

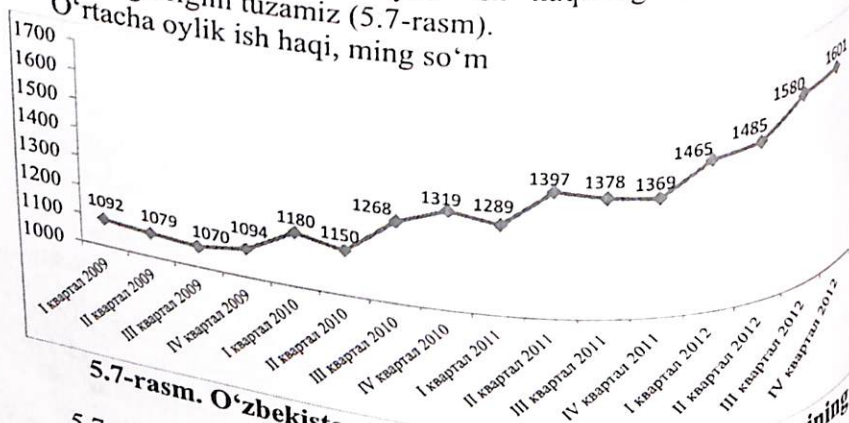
Misol. O'zbekiston Respublikasida choraklar bo'yicha oylik nominal haqi to'g'risida quyidagi ma'lumotlar mavjud (5.13-jadval).

O'zbekistonda o'rtacha oylik nominal ish haqi miqdorining dinamikasi

5.13-jadval

Yil	Chorak	O'rtacha hisoblangan oylik ish haqi, ming so'm.
2009	I	1092
	II	1079
	III	1070
	IV	1094
2010	I	1180
	II	1150
	III	1268
	IV	1319
2011	I	1289
	II	1397
	III	1378
	IV	1369
2012	I	1465
	II	1485
	III	1580
	IV	1601

Vaqt qatorining multiplikativ modelini tuzish lozim.
O'zbekistonda o'rtacha oylik ish haqining choraklar bo'yicha qiymatlari grafigini tuzamiz (5.7-rasm).
O'rtacha oylik ish haqi, ming so'm



5.7-rasm. O'zbekistonda o'rtacha oylik ish haqi miqdorining dinamikasi, ming so'm.

5.7-rasmda hisoblangan nominal oylik ish haqining ortish tendensiyasi va belgining mavsumiy o'zgarib turishlari mavjudligi ko'zga tashlanib turibdi. Yil oxiri davrlarida ish haqi minimumining

miqdori bir muncha ortadi. Ko'rsatkich taxminan bir xil oshishga ega bo'lib, mavsumiy o'zgarib turishlar amplitudasi choraklar bo'yicha bir maromda ortganligi bois, multiplikativ modelni tuzish maqsadga muvofiq hisoblanadi:

$$y_t = u_t \cdot v_t \cdot \varepsilon_t$$

Multiplikativ modelning tebranish davri qismlarini aniqlaymiz. Sirg'anuvchi o'rtacha kattalikning olingan qiymatlari juft qatorda turganligi bois, metodikani vaqt qatorini markazga surish orqali to'ldirish lozim, ya'ni:

$$y_t = \frac{1037,7 + 1105,7}{2} = 1094,7 \text{ (ming so'm);}$$

$$y_2 = \frac{1105,7 + 1123,5}{2} = 1114,5 \text{ (ming so'm) va h.}$$

Olingan hisoblash qiymatlari 5.14-jadvalda keltirilgan.

Hisoblash jadvali

5.14-jadval
ming so'm

Yil	Chorak	O'rtacha hisoblangan ish haqi miqdori	To'rt chorak uchun yakun	To'rt chorak uchun sirg'anuvchi o'rtacha kattalik	Markazga surilgan sirg'anuvchi o'rtacha kattalik	Mavsumiy tebranish davri qismi (2:5)	Mavsumiy tebranish qismining og'ishi (2-5)
A	I	2	3	4	5	6	7
2009	I	1092	—	—	—	—	—
	II	1079	4335	1081,7	1094,7	0,977	-24,75
	III	1070	4423	1105,7	1114,5	0,982	-20,50
	IV	1094	4494	1123,5	1147,0	1,028	33,00
2010	I	1180	4682	1170,5	1198,6	0,959	-48,60
	II	1150	4907	1226,7	1240,4	1,014	18,0
	III	1258	5016	1254,0	1284,8	1,028	34,20
	IV	1319	5263	1315,7	1330,7	0,969	-44,70
2011	I	1289	5383	1345,7	1352,0	1,033	45,00
	II	1397	5433	1358,3	1380,3	0,994	-2,30
	III	1378	5609	1402,3	1413,4	0,969	-44,40
	IV	1369	5697	1424,5	—	—	—

Ushbu hisoblashda chora-raqat uchun mavsumiy qiymatlarini (5.14-jadval) aniqlaymiz. Markazga surilgan sirg'anuvchi o'rtacha kattaliklarni (5.14-jadval) hisoblash 5.14-jadval 5-ustunida keltirilgan.

Hajmiy va markazga surilgan qiymatlar ayirmasi sifatida mavsumiy tarkibiy qismning mutloq og'ishini hisoblab chiqamiz (5.14-jadval 7-ustun).

O'rtacha hisoblangan ish haqi darajalarining markazga surilgan sirg'anuvchi o'rtacha kattaliklardan nisbiy og'ishini aniqlaymiz (5.14-jadval 6-ustun).

Olingan ma'lumotlar bo'yicha mavsumiy tebranish qismining og'ishini aniqlash lozim (5.15-jadval). Hisoblash metodikasi 5.11-jadval ma'lumotlari misolida batafsil keltirilgan (5.15-jadval).

Mavsumiylik indekslarini hisoblash

5.15-jadval

Chorak	Yil	Mavsumiylik indeksi	Yillar bo'yicha chorak uchun yakun	i tarkibiy qism uchun o'rtacha baho ($\bar{\Delta}_i$)	Tuzatishlar kiritilgan mavsumiy tarkibiy qism
I	2009	-	3,051	1,017	
	2010	1,028			
	2011	1,033			
	2012	0,990			
II	2009	0,977	2,989	1,017	
	2010	1,014			
	2011	0,998			
	2012	-			

2012	I	1465	5899	1474,7	1449,6	1,011	15,80
	II	1485	6103	1525,7	1500,1	0,990	-151
	III	1580	-	-	-	-	-
	IV	1601	-	-	-	-	-

Har bir yilda 4 chorak uchun yakuniy qiymatlarni (5.14-jadval 3-ustun) va sirg'anuvchi o'rtacha kattalikni (5.14-jadval 4-ustun) aniqlaymiz. Markazga surilgan sirg'anuvchi o'rtacha kattalikni hisoblash 5.14-jadval 5-ustunida keltirilgan.

Haqiqiy va markazga surilgan qiymatlar ayirmasi sifatida mavsumiy tarkibiy qismning mutloq og'ishini hisoblab chiqamiz (5.14-jadval 7-ustun).

O'rtacha hisoblangan ish haqi darajalarining markazga surilgan sirg'anuvchi o'rtacha kattaliklardan nisbiy og'ishini aniqlaymiz (5.14-jadval 6-ustun).

Olingan ma'lumotlar bo'yicha mavsumiy tebranish qismining og'ishini aniqlash lozim (5.15-jadval). Hisoblash metodikasi 5.11-jadval ma'lumotlari misolida batafsil keltirilgan (5.15-jadval).

Mavsumiylik indekslarini hisoblash

Chorak	Yil	Mavsumiylik indeksi	Yillar bo'yicha chorak uchun yakun	i tarkibiy qism uchun o'rtacha baho ($\bar{\Delta}_i$)	Tuzatishlar kiritilgan mavsumiy tarkibiy qism (V_i)
I	2009	-	3,051	1,017	1,019
	2010	-			
	2011	1,028			
	2012	1,033			
II	2009	0,990	2,989	0,996	0,998
	2010	0,977			
	2011	1,014			
	2012	0,998			

III	2009	0,982	2,979	0,993	0,995
	2010	1,028			
	2011	0,969			
	2012	-			
IV	2009	1,028	3,008	1,003	1,005
	2010	0,969			
	2011	1,011			
	2012	-			
Jami		x	12,027	4,009	4,017

Mavsumiylik indekslarini mavsumiy tebranish qism og'ishlari va mavsumiy tarkibiy qism tuzatishlar kiritilgan qiymatlari ma'lumotlari bo'yicha aniqlaymiz (5.15-jadval). Tuzatishlar kirituvchi koeffitsient quyidagiga teng:

$$K = \frac{(1,017 + 0,996 + 0,993 + 1,003)}{4} = \frac{4,009}{4} = 1,0023$$

Multiplikativ modelda tuzatishlar kiritilgan mavsumiy tebranish qismi uning i tarkibiy qism uchun o'rtacha bahosi va hisoblab chiqilgan tuzatishlar kirituvchi koeffitsient ko'paytmasini tashkil qiladi:

- I chorak uchun: $v_1 = 1,017 \cdot 1,0023 = 1,019$;
- II chorak uchun: $v_2 = 0,996 \cdot 1,0023 = 0,998$;
- III chorak uchun: $v_3 = 0,993 \cdot 1,0023 = 0,995$;
- IV chorak uchun: $v_4 = 1,003 \cdot 1,0023 = 1,003$ (5.15-jadval).

Tuzatishlar kiritilgan vaqt bo'yicha (mavsumiy) tebranishlar davri qism qiymatlarining yig'indisi 4 ga teng bo'lishi kerak:

$$1,019 + 0,998 + 0,995 + 1,005 = 4,017 = 4.$$

Mavsumiy tebranish davri qismining trendga ko'rsatayotgan ta'sirini bartaraf etish uchun u_t va v_t o'rtasidagi ayirmani, so'ngra U_t trendni aniqlash lozim. Quyidagi 5.16-jadvalda tegishli choraklar bo'yicha o'rtacha qiymatlarni hisoblab chiqamiz. V_t tuzatishlar kiritilgan mavsumiy tebranish davri qismini topamiz.

5.16-jadval 4-ustunida o'rtacha hisoblangan ish haqi haqiqiy (boshlang'ich) darajalarni V_t tuzatishlar kiritilgan mavsumiy tebranish

davri qismi qiymati bilan taqqoslashning nisbiy miqdorini aniqlash mumkin.

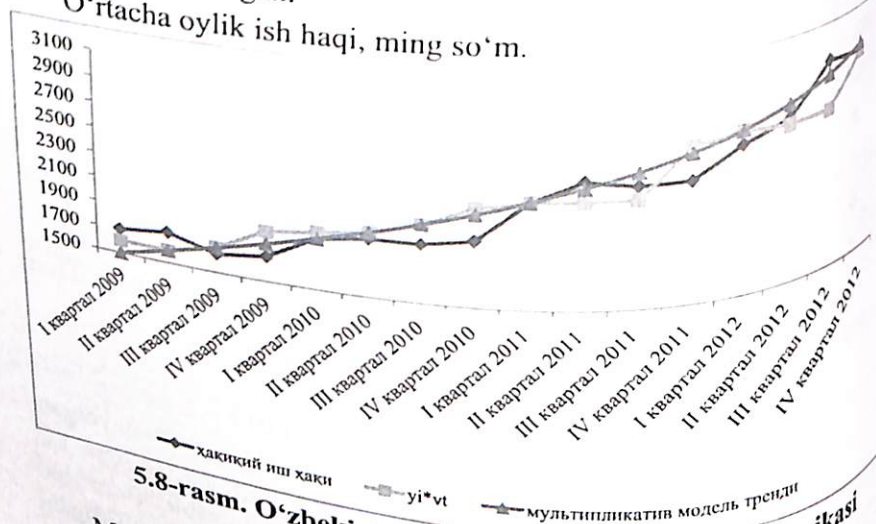
$$2009 \text{ yil I chorakda } v_{1,000}^1 = \frac{1092}{1,019} = 1066,41 \text{ ming so'm. va h.}$$

Multiplikativ modelning y_t tenglashtirilgan qiymatlarini hisoblab chiqamiz (5.16-jadval 5-ustun). Chiziqli trend parametrlarini EXCEL jadval tahrirchisi vositasi yordamida hisoblab chiqamiz («Qo'yish» → Trend chizig'ini qo'shib qo'yish → Diagramma → Trend chizig'ini qo'shib qo'yish → tenglamasi buyrug'i). Hosil bo'lgan 5.8-rasmda $y_t = 1062,1 + 86,51t$ tenglamasi taqdim etilgan. R^2 approksimatsiyaning ishonchlilik koeffitsienti 0,901 ni tashkil etdi.

Ushbu tenglamaga $t = 1...16$ qiymatlarni qo'ygan holda y_t ni aniqlaymiz (5.16-jadval 5-ustun).

Olingan y_t qiymatlar $y_t \cdot V_t$ qiymatlar va haqiqiy qiymatlar grafiki 5.8-rasmda keltirilgan.

O'rtacha oylik ish haqi, ming so'm.



5.8-rasm. O'zbekiston o'rtacha oylik ish haqi dinamikasi

Multiplikativ model bo'yicha qator darajalari y_t va V_t ni ko'paytirish orqali aniqlanadi (5.16-jadval 6-ustun).

ε_t multiplikativ modeldagi xato quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi $\varepsilon_t = \frac{y_t}{y_t \cdot v_t}$

Olingan qiymatlarni 5.16-jadvalning 7-ustuniga yozib qo'yish lozim.

ε_t^2 mutloq xatolar kvadratlarining yig'indisi 252,746 ni tashkil qiladi (5.16-jadval 9-ustun). O'rtacha oylik ish haqi haqiqiy darajalarining o'rtacha qiymatdan og'ishlari kvadratlarining umumiy yig'indisi 477289,76 ga teng (5.16-jadval 10-ustun).

Izohlangan dispersiya ulushi quyidagini tashkil qiladi:

$$1 - \frac{252,746}{477289,76} = 0,999$$

Shunday qilib, vaqt qatori darajalari izohlanmagan dispersiyasining ulushi 0,009 foizni tashkil qiladi. Multiplikativ model to'rt yil uchun o'rtacha hisoblangan ish haqi o'zgarishi umumiy variatsiyasining 99,0 foizini izohlaydi.

Multiplikativ model omilning o'zi hamda uning choraklar bo'yicha o'zgarib turishlarining mutloq miqdori bir maromda ortgan (kamaygan) holatlarda qo'llanilishi mumkin.

3-holat. Ularda muayyan davrlarda jarayonlar rivojlanishining o'ziga xos xususiyatlari aks etmaydigan mavsumiy o'zgarib turishlarning barqaror tendensiyasiga ega bo'lish uchun vaqt bo'yicha o'zgarish (mavsumiylik) indeksi quyidagi formula bo'yicha hisoblab chiqiladi

$$\bar{I}_t = \frac{\sum I_t}{t}$$

bu yerda I_s – vaqt bo'yicha o'zgarish (mavsumiylik) indeksi;
 t – yillar soni

Olingan vaqt bo'yicha o'zgarish indeksi asosida mavsumiylik koeffitsienti hisoblab chiqiladi. K_s mavsumiylik koeffitsienti.

$$K_s = \sqrt{\frac{\sum (I_s - 1)^2}{n}}$$

bu yerda n - davrlar soni. Koeffitsient K , 0 dan 1 gacha chegarab o'zgaradi.

Agar mavsumiy o'zgarib turishlarni o'lchash uchun funksiya sinusoida shaklga ega bo'lsa, u holda Fure qatorida o'zgartirish usulidan foydalaniladi.

Fure garmonikalarida bir necha yil uchun birlamchi qator emas, balki ularda trend va tasodifiy tarkibiy qism chiqarib tashlangan oylik darajalarning o'rtacha holatga keltirilgan qiymatlari boshlang'ich qator hisoblanadi.

Tasodifiy tarkibiy qismni bartaraf etish uchun bir necha yil (10 va undan ko'p yil) ma'lumotlari o'rtacha holatga keltiriladi.

Chiziqsiz modellar tasodifiy tarkibiy qism uchun aniqlanadi. Ular quyidagi shartlar bilan tavsiflanadi:

1. Tasodifiylik shartlari (tig'izliklar mezoni va ε kattalikning vaqtga bog'liq emasligi to'g'risidagi g'oyani baholash);
2. Qoldiq tarkibiy tebranish qismni taqsimlashning normalligi shartini (vaqt qatorining asimmetriyasi va eksessini tekshirish, ularning o'rtacha kvadratik og'ishlarini ehtimoliy baholash);
3. Qoldiq tarkibiy tebranish qismi qiymatlarining mustaqilligi nolga tengligi sharti (Styudentning t mezoni);
4. Qoldiq tarkibiy tebranish qismi qatori qiymatlarining mustaqilligi sharti (Darbin-Uotson mezoni bo'yicha ε avtokorrelatsiyasini baholash).

Qisqa xulosalar

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. 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. Ular 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.

Nazorat va muhokama uchun savollar

1. Vaqtli qator deb nimaga aytiladi?
2. Vaqtli qatorlar variatsion 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. Avtokorrelatsiya nima va u qanday tahlil qilinishi bog'lanish natijalariga qanday ta'sir etadi hamda qaysi yo'l bilan uni bartaraf qilish mumkin?
6. Multikolleniearlik nima va u korrelyatsion tahlil usullarini qo'llash shart-sharoitlarini tushuntirib bering?

8. Taklif va boshqa bozor iqtisodiyot qonunlari namoyon bo'lishi o'tganishda regression tahlil usullaridan foydalanish tartibini misol bilan tushuntirib bering.

9. Bozor narxiga nisbatan taklif elastikligini aniqlash maqsadida regression tahlil usulidan foydalanish tartibini aniq bir misol bilan tushuntirib bering.

10. Eng kichik kvadratlar usulining mohiyatini tushuntirib bering.

6-mavzu. TENGLAMALAR TIZIMI KO'RINISHIDAGI EKONOMETRIK MODEL.

Reja:

- 6.1. Bir-biriga bog'liq tenglamalar tizimi tushunchalari va turlari.
- 6.2. Ekonometrik tenglamalar tizimi parametrlarini hisoblash usuliyati.
- 6.3. Ekonometrik tenglamalar tizimini indentifikatsiyalash muammolari.

6.1. Bir-biriga bog'liq tenglamalar tizimi tushunchalari va turlari

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

- endogen, tizim ichida aniqlanuvchi, bog'liqli y o'zgaruvchilar;
- ekzogen, qiymati tashqaridan beriladigan, boshqariladigan, bashoratlanuvchi, ta'sir etuvchi x o'zgaruvchilar;
- oldindan belgilangan o'zgaruvchilar, xam joriy vaqtdagi ekzogen o'zgaruvchilarni, xam lag o'zgaruvchilar (o'tgan davrlar uchun ekzogen va endogen o'zgaruvchilar)ni o'z ichiga oladigan.

Ekonometrik tizimlarning quyidagi turlari ajratiladi.

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

$$y_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1m}x_m + \varepsilon_1$$

$$y_2 = a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2m}x_m + \varepsilon_2$$

$$\dots \dots \dots$$

$$y_n = a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nm}x_m + \varepsilon_n$$

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

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

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

$y_n = b_{n1}y_1 + b_{n2}y_2 + \dots + b_{nn-1}y_{n-1} + a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nm}x_m + \varepsilon_n$
Tizimning xar bir tenglamasi parametrlari, eng kichik kvadratlar usuli yordamida, birinchi tenglamadan boshlab, ketma ket aniqlanadi.

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

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

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

TMSh o'zgaruvchilarning ba'zi koeffitsientlari nolga teng bo'lishi mumkin, bu holat mazkur o'zgaruvchilarning tenglamada mavjud bo'lmagligini bildiradi. Masalan, narx va ish haqi dinamikasi modeli TMSh ko'rinishida yoritilishi mumkin:

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

bunda y_1 – ish haqi o'zgarishi tempi;
 y_2 – narxlar o'zgarishi tempi;
 x_1 – ishsizlar foizi;
 x_2 – doimiy kapital o'zgarishi tempi;

x_3 – xom-ashyo importi narxlarining o'zgarish tempi.
 Ikkiita tenglamadan tashkil topgan mazkur tizim ikkiita bog'liq, endogen (y_1, y_2) va uchta bog'liq bo'lmagan, ekzogen (x_1, x_2, x_3) o'zgaruvchilardan iborat. Birinchi tenglamada x_2 va x_3 o'zgaruvchilari mavjud emas. Bu koeffitsientlar $a_{12} = 0$ va $a_{13} = 0$ ekanligini bildiradi.

6.2. Ekonometrik tenglamalar tizimi parametrlarini hisoblash uslubiyati

Ekonometrik tenglamalar tizimi parametrlarini yukorida keltirilgan "Eng kichik kvadratlar" usuli yordamida hisoblash mumkin.

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

1. Berilgan ma'lumotlar asosida korrelyatsion tahlil o'tkaziladi:
 - a) xususiy korrelyatsiya koeffitsientlar matritsasi hisoblanadi;
 - b) juft korrelyatsiya koeffitsientlari matritsasi hisoblanadi.
2. Korrelyatsion tahlil natijasida tanlangan omillar asosida regressiya tenglamasi quriladi;
3. Qurilgan tenglamalar tizimi quyidagi mezonlar bo'yicha baholanadi:
 - a) Fisher mezoni;
 - b) Styudent mezoni;
 - v) Darbin-Uotson mezoni;
 - g) Ko'plik korrelyatsiya koeffitsienti;
 - d) Determinatsiya koeffitsienti;
 - e) approksimatsiya xatoligi.
4. Qurilgan tenglamalar tizimi mezonlarga mos kelsa, keyin asosiy ko'rsatkich tenglama asosida prognoz davri hisoblanadi.
5. Ishlab chiqarish funksiyasini asosiy xususiyatlari quyidagilar hisoblanadi:
 - a) o'rtacha unumdorlik omillari;
 - b) chegaraviy unumdorlik omillari;
 - ... bo'yicha elastiklik koeffitsientlari;
 - ... talab;

d) resurslarni almashtirish chegaralari.

Tarkibiy modelni koeffitsientlarini baholashda bir qator usullar qo'llaniladi.

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

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

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

Modelni tuzish uchun 6.1-jadvalda keltirilgan ma'lumotlar bilan foydalanamiz.

Haqiqiy ma'lumotlar

6.1-jadval

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

Tarkibiy modelni keltirilgan shakliga tubdan o'zgartiramiz:

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

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

u₁ va u₂ – tasodifiy hatolar.

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

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

Tubdan o'zgartirilgan 6.1-jadvaldagi ma'lumotlar 6.2-jadvalga tortilgan. Shu yerda d_{ik} koeffitsientlarni aniqlash uchun kerakli oraliq hisobotlar keltirilgan. Birinchi keltirilgan tenglamaning d_{ik} koeffitsientlarini aniqlash uchun quyidagi normal tenglamalar tizimini ishlatish mumkin:

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

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

6.2-jadvalda hisoblangan summa qiymatlarini o'rniga qo'yib chiqib, quyidagini olamiz:

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

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

Yuqoridagi tenglamalarning echilishi quyidagi qiymatlarni beradi

$$d_{11} = 2,822 \text{ i } d_{12} = 0,394.$$

Keltirilgan model shaklini tuzish uchun o'zgartirilgan ma'lumotlar

6.2-jadval

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

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

$$y_1 = 2,822 x_1 + 0,394 x_2 + u_2$$

Ikkinchi keltirilgan tenglamaning d_{2k} koeffitsientlarini aniqlash uchun quyidagi normal tenglamalar tizimini ishlatish mumkin:

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

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

6.2-jadvalda hisoblangan summa qiymatlarini o'rniga qo'yib chiqib, quyidagini olamiz:

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

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

Yuqoridagi tenglamalarning echilishi quyidagi qiymatlarni beradi

$$d_{21} = 1,668 \text{ i } d_{22} = 1,177.$$

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

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

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

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

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

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

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

Keltirilgan model shaklning birinchi tenglamasidan x_1 ni topamiz:

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

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

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

Shunday qilib $b_{21} = 0,591$; $a_{22} = 0,944$.

Tarkibli shaklning ozod hadlarini quyidagi tenglamalardan topamiz:

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

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

So'nggi tarkibli modelning ko'rinishi:

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

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

6.3. Ekonometrik tenglamalar tizimini indentifikatsiyalash muammolari

TMSHda modelning tarkibiy koeffitsientlari deb ataluvchi, b_{ij} va a_{ij} modelning parametrlarini aniqlashda eng kichik kvadratlar usuli qo'llana olinmaydi.

Odatda modelning tarkibiy koeffitsientlarini aniqlash uchun TMSH keltirilgan model shakliga (KMSH) tubdan o'zgartiriladi.

$$y_1 = \delta_{11} x_1 + \delta_{12} x_2 + \dots + \delta_{1m} x_m$$

$$y_2 = \delta_{21} x_1 + \delta_{22} x_2 + \dots + \delta_{2m} x_m$$

$$\dots \dots \dots$$

$$y_n = \delta_{n1} x_1 + \delta_{n2} x_2 + \dots + \delta_{nm} x_m$$

KMSHning δ_{ij} parametrlari eng kichik kvadratlar usulida baholanishi mumkin. Bu parametrlar orqali b_{ij} va a_{ij} modelning tarkibiy koeffitsientlarini hisoblab chiqish mumkin. Tarkibiy va keltirilgan shakllarning parametrlarini o'zaro mosligini ta'minlash uchun identifikatsiya sharti bajarilishi kerak.

Modelning tarkibli shakli quyidagicha bo'lishi mumkin:

identifikatsiyalanadigan;

identifikatsiyalanmaydigan;

o'taidentifikatsiyalanadigan.

TMSH identifikatsiyalanadigan bo'lishi uchun, tizimning xar bir tenglamasi identifikatsiyalanadigan bo'lishi kerak. Bu holatda TMSH parametrlari soni keltirilgan formaning parametrlariga teng bo'ladi.

Agar TMSHning birorta tenglamasi identifikatsiyalanmaydigan bo'lsa, bunda butun model identifikatsiyalanmaydigan bo'lib hisoblanadi. Bunday holatda keltirilgan shaklning koeffitsientlari soni TMSH koeffitsientlari soniga nisbatan kam.

Agar keltirilgan koeffitsientlar soni tarkibli koeffitsientlariga nisbatan ko'p bo'lsa, model o'taidentifikatsiyalanadigan deb hisoblanadi. Bunda keltirilgan model shaklining koeffitsientlari asosida biror tarkibiy koeffitsientning ikki va undan ko'p qiymatini topish mumkin. O'taidentifikatsiyalanadigan modelda bitta bo'lsa ham tenglama o'taidentifikatsiyalanadigan, boshqalari esa identifikatsiyalanadigan sonini N Agar, TMSHning i -tenglamasida endogen o'zgaruvchilar sonini N orqali va tizimda mavjud bo'lgan, lekin ushbu tenglamaga kirmaydigan oldindan belgilangan o'zgaruvchilarni D orqali belgilasak, modelning identifikatsiya sharti quyidagi hisob qoidasi ko'rinishida yozilishi mumkin:

$$\begin{aligned} \text{agar} \quad D+1 &< H \\ \text{agar} \quad D+1 &= H \\ \text{agar} \quad D+1 &> H \end{aligned}$$

tenglama identifikatsiyalanmaydi;
tenglama identifikatsiyalanadi;
tenglama o'taidentifikatsiyalanadi.

Identifikatsiya uchun mazkur qoida kerakli, ammo etarli shart emas. Keltirilgan qoidadan tashqari, tenglama identifikatsiyasini aniqlash uchun ko'shimcha shart bajarilishi lozim.

Ko'rib chiqilayotgan tenglamada mavjud bo'lmagan, lekin tizim kirgan endogen va ekzogen o'zgaruvchilarni tizimda ta'kidlab chiqamiz. Boshqa tenglamalarda o'zgaruvchilar koeffitsientlaridan matritsasini tuzamiz. Agar o'zgaruvchi tenglamaning chap tomonida joylashgan bo'lsa, bunda koeffitsientni teskari belgi bilan olish kerak. Agar olingan matritsasini determinanti nolga teng bo'lmasa va darajasi bir kam tizimda endogen o'zgaruvchilar sonidan kam bo'lmasa, bunda mazkur tenglama uchun identifikatsiyaning etarli sharti bajarilgan.

Buni quyidagi tarkibli model misolida tushuntirib beramiz:

$$y_1 = b_{12} y_2 + b_{13} y_3 + a_{11} x_1 + a_{12} x_2$$

$$y_2 = b_{21} y_1 + a_{22} x_2 + a_{23} x_3 + a_{24} x_4$$

$$y_3 = b_{31} y_1 + b_{32} y_2 + a_{31} x_1 + a_{32} x_2$$

Har bir tizimning tenglamasini kerakli va etarli identifikatsiya sharti bajarilishiga tekshirib chiqamiz. **Birinchi tenglamada** uchta endogen o'zgaruvchilar: y_1, y_2 va y_3 ($H=3$) mavjud. Unda ekzogen o'zgaruvchilar x_3 va x_4 ($D=2$) qatnashmayapti. Kerakli identifikatsiya sharti bajarilgan $D+1=H$.

Kerakli shartga tekshirish uchun x_3 va x_4 o'zgaruvchilar koeffitsientlaridan iborat bo'lgan matritsasini tuzamiz (3-jadval). Jadvalning birinchi ustunida ekzogen o'zgaruvchilar x_3 va x_4 koeffitsientlari tizimining 2 va 3 tenglamalaridan olingan deb ko'rsatilgan. Ikkinchi tenglamada mazkur o'zgaruvchilar mavjud bo'lib, ularning koeffitsientlari a_{23} va a_{24} larga mos ravishda teng. Uchinchi tenglamada yuqoridagi o'zgaruvchilar qatnashmaydi, ya'ni ularning koeffitsientlari nolga teng. Matritsasining ikkinchi satri noldan iborat bo'lgani uchun, matritsaning determinanti xam nolga teng. Demak, etarli sharti bajarilmagan va birinchi tenglamani identifikatsiyalanadigan deb hisoblash bo'lmaydi.

Qisqa xulosalar

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

- **endogen**, tizim ichida aniqlanuvchi, bog'liqli y o'zgaruvchilar;
 - **ekzogen**, qiymati tashqaridan beriladigan, boshqariladigan, bashoratlanuvchi, ta'sir etuvchi x o'zgaruvchilar;
 - **oldindan belgilangan** o'zgaruvchilar, xam joriy vaqtdagi ekzogen o'zgaruvchilarni, xam lag o'zgaruvchilar (o'tgan davrlar uchun ekzogen va endogen o'zgaruvchilar)ni o'z ichiga oladigan.
- Ekonometrik tizimlarning quyidagi turlari ajratiladi.

Nazorat va muhokama uchun savollar

1. Qaysi hollarda bir vaqtli ekonometrik modellar tuziladi va buning sababi nimada?
2. Bir vaqtli tenglamalar tizimini echishda qanday usullardan foydalaniladi?
3. Nima uchun ekonometrik modellar tenglamalar tizimi ko'rinishida ifodalanadi?
4. Tenglamalar tizimini identifikatsiyalashda qanday muammolar mavjud?
5. Tenglamalar tizimida endogen o'zgaruvchilar qanday tanlanadi?
6. Ekzogen o'zgaruvchilar nima va ular ekonometrik modelda qanday ahamiyatga ega?
7. Tenglamalar tizimida lagli o'zgaruvchilar qanday hisobga olinadi?
8. Bir vaqtli tenglamalar tizimining iqtisodiy ahamiyati nimadan iborat?

7-mavzu. AMALIY EKONOMETRIK MODELLAR

Reja:

- 7.1. Iqtisodiy o'sish jarayonini ishlab chiqarish funksiyalari yordamida tadqiq etish.
- 7.2. Ishlab chiqarish funksiyalarining xarakteristikalarini.
- 7.3. Talab va taklifning ekonometrik modellari.
- 7.4. Makroiqtisodiy ekonometrik modellarning turlari va ularni iqtisodiy tahlilda qo'llanilishi.

7.1. Iqtisodiy o'sish jarayonini ishlab chiqarish funksiyalari yordamida tadqiq etish

Ishlab chiqarish jarayoni kuzatilayotganda ko'rish mumkin bo'lgan mahsulot ishlab chiqarishda xom-ashyo, ish kuchi, texnika vositalari, elektr energiyasi, asosiy fondlar va boshqa resurslar bevosita qatnashadi va mahsulot hajmiga ta'sir etadi. 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.

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

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

Iqtisodiy jarayonlarni modellashtirishda asosiy bosqich - bu funksiya va omillar o'rtasidagi aloqa shakllarini tanlashdir. Bunga yo tekshirmay-netmay mantiqiy fikrlarga asoslanib yoki amaliy tajriba, eksperimentlar asosida erishiladi.

Bog'liqliklar to'plamidan iqtisodiy jarayoni xarakteriga muvofiq keladigan ishlab chiqarish funksiyasini tanlashga modellanayotgan ob'jektning texnologik, fizik-biologik va agrotexnik xarakteristikalarini o'rganish asosida erishiladi.

Funksiya va dalillar o'rtasidagi bog'liqlarni topish avval mazkur iqtisodiy jarayonga muvofiq keladigan empirik formulani topishdan iborat bo'ladi. Empirik formula aloqa xarakterining yaqinlashtirilgan ma'nosini (qimmatini) gina anglatadi, demak, tanlab olingan ishlab

chiqarish funksiyasi dalillar bilan o'rganilayotgan aloqa qonunini nisbatengina ifodalaydi, bu esa nazariy ishlab chiqarish funksiyasiga o'tish lozimligini ko'rsatadi.

Empirik bog'liqlikdan nazariy funksiyaga o'tish eng kichik kvadratlar usuli yordamida amalga oshiriladi. Uning mohiyati shunday parametrlarni topishdan iboratdirki, unda funksiyaning hisoblangan qiymatlari bilan uning haqiqiy qiymatlari o'rtasidagi farq kvadratlari yig'indisi eng minimal bo'lib, quyidagicha ifodalanadi:

$$F(x) = \sum (y_{tm} - f(x))^2 \rightarrow \min$$

Regressiya tenglamasi to'g'ri tanlangan bo'lsa, bog'liqlikning nazariy formasi o'rganilayotgan aloqa qonuniyatlarini juda aniq aks ettiradi.

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

1. Chiziqli funksiya:

$$y = k_0 + k_1 x_1.$$

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 keltiriladi.

2. Darajali funksiya:

$$y = ax^b,$$

bu yerda y - ishlab chiqarilgan mahsulot;

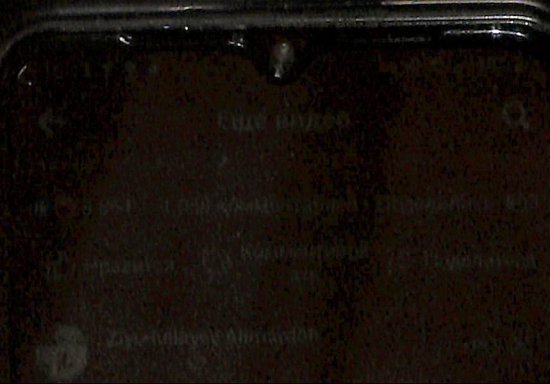
x - ishlab chiqarish resurslari sarfi;

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:

$$y' = bax^{b-1}.$$



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

$$y = a \prod_{i=1}^n x_i^{\alpha_i},$$

bu yerda y - 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 elstiklik koeffitsientlariga teng. Elastiklik koeffitsientlarining iqtisodiy mazmuni shundan iboratki, ular mustaqil o'zgaruvchilar (x) bir foizga o'zgarganda samarali (natijali) ko'rsatkich (y) qanday o'zgarishini ko'rsatadi. Darajali funksiyani xarajatlar o'rtacha bo'lganda resurslarning unumdorligi tadqiqotchini qiziqtirgan vaqtda qo'llanish nazarda tutiladi. Uning formasi mahsulot chiqarishda ma'lum resurslar - mehnat, ishlab chiqarish fondi va tabiiy resurslarning ishtirokini shart qilib qo'yuvchi xususiyatlarni aks ettiradi. Bu mazkur funksiyaning xilma-xil iqtisodiy jarayonlarni bayon qilishda universal qo'llanilishini belgilaydi.

7.2. Ishlab chiqarish funksiyalarining xarakteristikalar

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-Duglas tipdagi ikki omilli modeldan foydalanish mumkin).

$$y = \gamma K^{\alpha} L^{\beta},$$

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. Xususiylar hosila boshqa omilning miqdori

o'zgarmas bo'lsa, omil uchun qo'shimcha mahsulotni ifodalaydi. Binobarin, eng so'nggi samaradorlik ishlab chiqarish fondlari uchun

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

mehnat uchun esa quyidagicha bo'ladi:

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

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

$$y = \frac{\partial y}{\partial K} K + \frac{\partial y}{\partial L} L.$$

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

$$\alpha = \frac{\partial y}{\partial K} \cdot \frac{K}{y};$$

$$\beta = \frac{\partial y}{\partial L} \cdot \frac{L}{y}.$$

Ishlab chiqarish funksiyasini ko'rib chiqishda paydo bo'ladigan navbatdagi muhim muammo ishlab chiqarish omillari samaradorligining ishlab chiqarish ko'lamiga va uning konsentratsiyasiga bog'liq holda o'zgarishidir. Real voqelikda bunday holat quyidagicha bo'lishi mumkin: ishlab chiqarish ko'lamining kengayishi bilan samaradorlik o'sishi, o'zgarishsiz qolishi, pasayishi kuzatiladi.

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

Bir-birini o'rnini bosuvchi resursli ishlab chiqarish funksiyalari $y=f(x)$ ishlab chiqarish mahsulot chiqarishning ayni bir hajmini bosishi haqidagi taxmin

resurslarning turli kombinatsiyalarida ham olish mumkin degan ma'ni anglatadi.

Resurslardan foydalanish samaradorligi o'rtacha hamda eng so'nggi samaradorlikdan iborat ikki asosiy ko'rsatkich bilan xarakterlanadi.

Resursning o'rtacha samaradorligi quyidagi funksiyadir:

$$\mu_i = \frac{f(x)}{x_i}$$

Resursning eng so'nggi samaradorligi ishlab chiqarish funksiyasining xususiy tarzida aniqlanadi:

$$v_i = \frac{df(x)}{dx_i}$$

$v_i(x)$ miqdor i birlik resurs sarfining cheksiz kichik orttirmasidagi miqdordir.

Biror ikki resurs k va l resurslarning eng so'nggi samaradorligining nisbati tarzida aniqlanadi:

$$v_{ke} = \frac{dx_k}{dx_l} = - \frac{v_k(x^1)}{v_l(x^1)} \leq 0.$$

Bir xil resurslarning ikkinchi resurslar o'rmini ekvivalent ravishda bosishda izokvanta bo'ylab grafik harakat muvofiq keladi. Ekvivalent almashinuvning eng so'nggi normasi bir xil bo'lgan resurslar kombinatsiyasi fazoda izoklinallar deb ataluvchi egri chiziqlarni hosil qiladi.

Har bir resursning ishlab chiqarish o'sishiga ta'sirini ifodalash uchun xarajatlardan, mahsulot chiqarishning elastiklik koeffitsientidan ham foydalaniladi. Elastiklik koeffitsienti (E) tegishli argument bir foizga o'zgarganda, funksiya o'zgarishi miqdorini ko'rsatadi.

Iqtisodiy o'sishning nisbiy tezligi ishlab chiqarishning omillar sarflari bo'yicha elastikligi deyiladi va odatda E_i bilan belgilanadi. Demak har qanday iqtisodiy o'sish omili (resurs turi) uchun ishlab chiqarishning omillar sarflari bo'yicha elastikligi

$$E_i = \frac{\partial N}{\partial F_i} \cdot \frac{F_i}{N} = a_i$$

bo'ladi.

Shunday qilib, iqtisodiy o'sish ko'rsatkichi sifatida ishlab chiqarilgan mahsulot funksiyasidan foydalanilsa, sarflar bo'yicha elastiklik barcha o'sish omillari uchun o'zgarmas qiymatga ega bo'lib tegishli regressiya koeffitsientlarga teng bo'ladi. Boshqacha aytsek mahsulot hajmining qancha bo'lishidan qat'iy nazar i turidagi o'sish omilining (ishlab chiqarish resursining) sarfini 1% ga ko'paytirish ishlab chiqiladigan mahsulot hajmining a_i % ga ko'paytiradi.

Iqtisodiy o'sish tahlilida qo'llaniladigan ishlab chiqarish funksiyalarining xususiyatlarini aniqlashda umumiy elastiklik A ning miqdori bilan belgilanuvchi regressiya koeffitsientlari yig'indisi muhim ahamiyatga ega bo'ladi.

$$A = a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n$$

Agar iqtisodiy o'sishning barcha omillari K marta o'zgarsa ishlab chiqiladigan mahsulotning miqdori quyidagicha bo'ladi.

$$N' = a_0 (kF_1)^{a_1} \cdot (kF_2)^{a_2} \cdot (kF_3)^{a_3} \cdot \dots \cdot (kF_n)^{a_n} =$$

$$= k^{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n} \cdot F_1^{a_1} \cdot F_2^{a_2} \cdot F_3^{a_3} \cdot \dots \cdot F_n^{a_n} = k^A N$$

bunda $A=1$, $A>1$ va $A<1$ qiymatlarini qabul qilish mumkin.

Agar $A=1$ bo'lsa, ishlab chiqarish sarfini k marta ko'paytirish, ishlab chiqilgan mahsulotlar miqdorlarining ham k marta ko'payishiga sabab bo'ladi, demak, iqtisodiy o'sishning ham shuncha marta o'sishiga olib keladi.

Agar $A>1$ bo'lsa, ishlab chiqarish sarfining k marta ko'paytirish ishlab chiqilgan mahsulot miqdorining k marta ko'proq ko'payishiga olib sabab bo'ladi, iqtisodiy o'sishning k marta ko'proq ko'payishiga olib keladi.

Agar $A<1$ bo'lishi ishlab chiqarish sarfining k marta ko'paytirish ishlab chiqilgan mahsulotning k marta ko'payishini ta'minlaydi, demak iqtisodiy o'sishning k marta ko'proq miqdorga ko'payishiga olib sabab bo'ladi.

Iqtisodiy o'sish tahlilida ishlab chiqarishning sarflari bo'yicha elastikligidan tashqari biron-bir omilning sarfini bir-birlikka ko'paytirganimizda va boshqa omillar o'zgarishsiz qolganda ishlab chiqilgan mahsulot miqdorining o'zgarishini ko'rsatuvchi differensiallashgan o'sish ko'rsatkichi ham mavjuddir.

Tahlilning ishlab chiqarish omillarining umumiy usuli, barcha omillarning bir vaqtda 1% o'zgarishi mahsulot miqdorining qancha o'zgarishini ko'rsatuvchi usuldir.

O'zaro almashuvning elastikligi omillarning differensiallashga o'sishining 1%ga o'zgarishi bilan belgilanadi.

Texnik vositalari va ma'nolari bilan bir-biridan farq qiladigan yuqoridagi ishlab chiqarish funksiyalaridan uchtasini ko'rib chiqaylik.

1. Kobb-Duglas (KD) funksiyasi.

2. UeU (Crou-Cheneri, Minxasa va Solou) funksiyasi yoki boshqacha aytganda ishlab chiqarish omillarining o'zgarish elastikligi o'zaro almashuvi funksiyasi.

3. UDU (Bruno) funksiyasi ya'ni omillarning ishlab chiqarishga o'zgarish miqdorida (darajada) qatnashuvchi funksiyasi.

Ishlab chiqarish funksiyalarini amalda birinchi marta AQS va P.Duglas tadqiq qilishib quyidagi ishlab chiqarish funksiyasini taklif qiladilar.

$$N = a_0 L^{a_1} \cdot K^{a_2}$$

bunda N – ishlab chiqilgan mahsulot miqdori;

L – ishchi kuchi miqdori;

K – asosiy kapital.

Tenglama parametrlari boshlanishida $a_1 + a_2 = 1$ deb qabul qilinadi. Bu shart bo'yicha mahsulot ishlab chiqarishning ko'payishi iqtisodiy o'sish ish kuchining va kapitalning miqdoriy o'sishi bilan amalga oshadi degan xulosaga olib keladi. Umuman bu qandaydir ma'noda iqtisodiy to'g'ri, agar ishlab chiqarish korxonalar soni ortsa albatta mahsulotlar miqdori ham ortadi.

Ammo chuqur tahlil ishlab chiqarish hajmiga nisbatan omillar sarfi neytral munosabatda bo'lmashligini ta'kidlaydi. Ayrim tarmoqlarda (energetika, metallurgiya) korxonalar o'Ichamining kattalashuvi, mehnat va kapital sarfini ko'payish yaxshi samara bersa, boshqa ko'p ishlab chiqarish tarmoqlarida (qishloq xo'jaligi, savdo, yengil sanoat) mehnat va kapital sarfining kengayishi ma'lum chegaralardan so'ng

samaradorlikning pasayib ketishiga sabab bo'ladi. Agar ishlab chiqarish funksiyalari parametrlarini aniqlashda $a_1 + a_2 = 1$ sharti qo'yilsa natijasida tarmoq va tarmoqlar guruhlarida ishlab chiqarishlari kengayishining samaradorligini ko'rsatuvchi elastiklik koeffitsientiga ega bo'linadi, agar $a_1 + a_2 > 1$ bo'lsa, samaradorlik bor, o'suvchi, agar $a_1 + a_2 < 1$ bo'lsa, ishlab chiqarish korxonalari hajmining o'sishi samaradorlikning pasayishiga sabab bo'ladi.

Iqtisodiy o'sishda ishlab chiqarish resurslari hajmini ko'paytirish bilan bir qatorda texnika va texnologiyani takomillashtirish, ichshilar malakasini oshirish, ishlab chiqarishni to'g'ri tashkil qilish va boshqarish shu kabi omillarning ham ahamiyati katta bo'ladi.

Texnik progresslar ishlab chiqarish funksiyalarida vaqt davomida ishlab chiqarishning o'sishi tendensiyalari shakllarida beriladi. Shularni hisobga olgan Kobb-Duglas ishlab chiqarish funksiyasi quyidagi ko'rinishni oladi:

$$N = a_0 L^{a_1} \cdot K^{a_2} \cdot e^{\lambda t}$$

texnik progress bilan bog'liq ishlab chiqarishning vaqt davomida o'sish tendensiyasi.

Tahlilning yanada chuqurroq amalga oshirilishi texnik progressning moddiylashgan tarafini, mehnat va fondlari sifati yaxshilanganligi va ularning L, K larning miqdorlariga ta'sirini aniqlashga imkon beradi. Ishlab chiqarishning vaqt davomida o'sish tendensiyasi esa ishlab chiqarishni tashkil qilish va boshqarish samadorligi bilan belgilanadi.

Makrodarajadagi ishlab chiqarish funksiyalariga mehnat va kapital bilan bir qatorda tabiiy resurslardan foydalanish ham kiradi.

Ishlab chiqarish omillarining o'zgarish elastikligi o'zaro almashinish (UeU) funksiyasi

$$N = a_0 [\delta T^{-p} + (1 - \delta) K^{-p}]^{\frac{1}{p}}$$

bunda δ - ishlab chiqarish hajmini ko'paytirishda mehnat va kapital omillarining qatnashish nisbatining parametri;

R- o'rin almashish elastikligiga bog'liq bo'lgan o'zaro almashuvning parametri;

a_0 - proporsionallik koeffitsienti.

Boshqa funksiyalarga qaraganda UeU funksiyasida ilmiy-texnik taraqqiyotlari natijalari kengroq hisobga olinadi.

$$N = a_0 e^{\lambda t} \left[\delta h^{-p} + (1 - \delta) K^{-p} \right]^{\frac{h}{p}}$$

h - ishlab chiqarish omillaridan olinadigan umumiy foyda.

UDQ ishlab chiqarish funksiyasida omillarning ma'lum doiralarda funksiyasida parametrlari ma'nolari Kobb-Duglas funksiyasidagi parametrlar ma'nolariga to'g'ri keladi.

$$N = a_0 l^{a_1} K^{a_2} - mh$$

ko'rinishni oladi.

Iqtisodiy o'sishni baholash tahlil qilish uchun funksiyalarning quyidagi oltita b'ektiv xususiyatlari tanlab olinadi.

1. Har bir KD, UeU va UDQ funksiyalari ikkita o'zgaruvchi: mehnat va asosiy fondlarga bog'liqdir.

2. Uchala fuksiyalarning shunday variantlari borki omillarning ishlab chiqarishning ko'paytirishga qatnashishlarining umumiy ko'rsatkichlari va birga teng bo'ladi.

3. Uchala funksiyalarning shunday variantlari borki omillarning ishlab chiqarishni ko'paytirishga qatnashishlarining umumiy ko'rsatkichlari birga teng bo'lmaydi.

4. Uchala funksiyalar uchun omillarning o'zaro almashuvi biron-bir omil nolga aylanguncha davom etishi mumkin.

5. Omillar sarfiga nisbatan ishlab chiqarishning elastikli KD funksiya uchun o'zgarmasdir, UeU va UDQ funksiyalari uchun o'zgaruvchidir.

6. O'zaro almashuvning elastikligi KD funksiya uchun o'zgarmas va birga teng bo'ladi, UeU funksiya uchun o'zgarmas va birga teng bo'lmaydi, UDQ funksiya uchun o'zgaruvchandir.

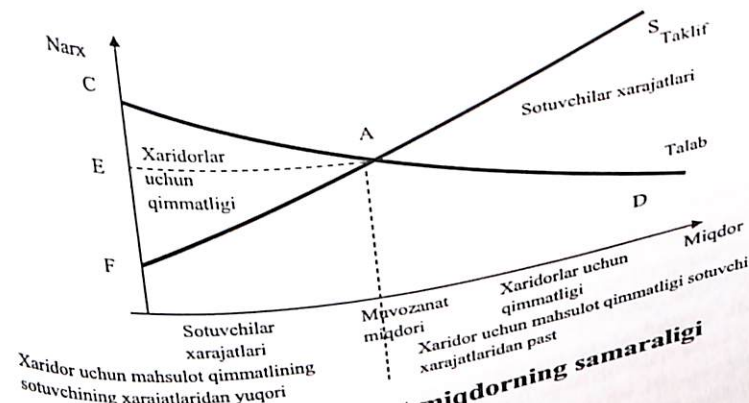
Ishlab chiqarish funksiyalari yuqoridagi oltita ob'yektiv xususiyatlaridan tashqari bitta sub'ektiv xususiyatiga ham e'tibor qilinishi lozim

7. KD va UeU larni amalda qullash mehnat va kapital bozorida muvozanat mavjud degan farazga asoslanadi. UDQning ayrim

variantlari mehnat bozorida ham kapital bozorida ham bunday muvozanat degan farazga asoslanadi.

7.3. Talab va taklifning ekonometrik modellari

Bozor muvozanati holatida resurslarning taqsimlanishi samaralimi yoki yo'qmi, bunda umumiy yutuq maksimal qiymatga erishadimi degan savolga javob axtarish uchun uni tahlil qilamiz. Bozor muvozanat holatida bo'lganida muvozanat narh bozorda ishtirok etishi mumkin bo'lgan sotuvchi va xaridorlarni aniqlab beradi. Bozorda mahsulotni shunday xaridorlar xarid qiladilar, agarda ular mahsulotni uning bozor narhidan yuqori baholaydilar (talab egri chizig'ida SA kesma bilan ifodalangan bo'lak); mahsulotni uning narhidan past baholagan individlar (AE kesma bilan ifodalangan bo'lak), uni xarid qilishdan bosh tortadilar. Xuddi shuningdek, xarajatlari mahsulot narhidan past bo'lgan ishlab chiqaruvchilar (DA kesma bilan ifodalangan) mahsulotni ishlab chiqaradilar va sotadilar; xarajatlari bozor narhidan yuqori bo'lgan firmalar (AG kesma bilan ifodalangan), uni ishlab chiqarish bilan shug'ullanishni to'xtatadilar.



7.1-rasm. Muvozanat miqdorning samaraligi

Sot raqobatga asoslangan bozorni kuzatishlarga asoslanib quyidagi xulosalarni qilish mumkin

1. Erkin raqobat bozorlari taklif qilinayotgan mahsulotlarni ularni narhdan qimmatroq baholaydigan xaridorlar o'rtasida taqsimlaydi (ularni pulini to'lashga tayyorliklari bilan aniqlanadi), qolgan potentsial xaridorlarga nisbatan.

2. Erkin bozorlar ishlab chiqarish xarajatlari past bo'lgan etkazib beruvchilarning mahsulotlariga talabni shakllantiradi.

3. Erkin bozorlar shunday miqdorda mahsulot ishlab chiqaradiki, ular iste'molchilar va ishlab chiqaruvchilarning umumiy yutuqlarini maksimallaydi.

Ushbu xulosalarning to'g'riligiga ishonch xosil qilish uchun yuqoridagi grafikka yana bir nazar tashlaymiz. Talab chizig'i xaridorlar uchun mahsulotning qimmatligini ifodalaydi, taklif chizig'i esa - ishlab chiqaruvchilarning xarajatlarini. Muvozanat darajasidan past bo'lgan ishlab chiqarish xajmda xaridor uchun mahsulotning qimmatligi ishlab chiqarish xarajatlaridan ortiq bo'ladi. Bu soxada ishlab chiqarishning o'sishi umumiy yutuqni ortishiga olib keladi va bu ortish ishlab chiqarilayotgan mahsulotning miqdori muvozanat darajasiga erishmaguncha davom etadi. Ishlab chiqarishning muvozanatdan yuqori bo'lgan xajmda mahsulotning qimmatligi xaridor uchun ishlab chiqaruvchining xarajatlaridan pastdir. Shunday qilib, muvozanat xajmdan ortiq mahsulotni ishlab chiqarish umumiy yutuqni qisqarishiga olib keladi.

Erkin bozor faoliyati natijalari haqida yuqorida qilingan hulosalar shuni ko'rsatadiki, talab va taklifning muvozanati iste'molchilar va ishlab chiqaruvchilarning yutuqlarini yig'indisini maksimallaydi. Boshqacha qilib aytganida, resurslarning samarali alokatsiyasi bozor muvozanatining natijasidir. Erkin bozor sharoitida shakllanadigan bozor muvozanatining o'zi xaridor va sotuvchilarning xarakatlarini iqtisodiy taqsimlanishiga yo'naltiradiki, buning natijasida har bir mahsulotga bo'lgan bozor talabini maksimal qilib individual

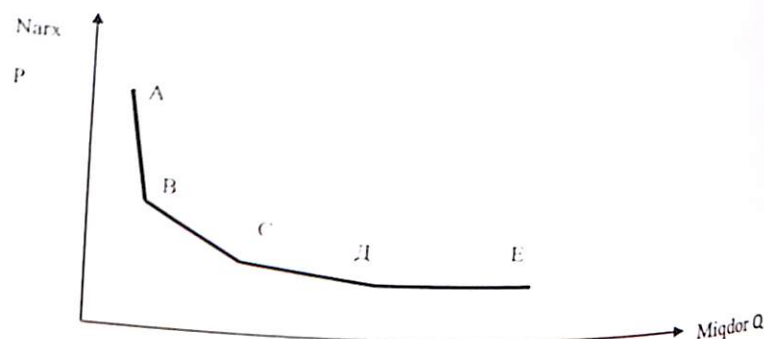
talablarining yig'indisidir. Bozor talabining asosida individual talab yaratiladi, va uni shakllanishiga xar bir aloxida iste'molchining talablari ta'sir o'tkazadi. Bozorda talab xajmi faqat mahsulotning narhdan bog'liq bo'lmaydi, shu bilan xaridorlarning daromadlaridan, ularning darajasi va afzallik bildirishlari, kutishlari va boshqa o'zaro bog'liq mahsulotlar narhlari, hamda xaridorlar sonidan ham bog'liq bo'ladi. Bozor talabi egri chizig'ini hosil qilish uchun individual talablar egri chiziqlarini gorizonttal qo'shib chiqish kerak bo'ladi. Ya'ni bozorda bo'lishi mumkin bo'lgan xar bir narh bo'yicha mahsulotning talab qilinayotgan umumiy miqdori aniqlanadi. Buning uchun gorizonttal o'qi bo'yicha individual talab miqdorlarni qo'shib chiqiladi. Xosil bo'lgan bozor talabi egri chizig'ini bozor mexanizimini faoliyatini o'rganishda, korxonalarni joylashtirish va rivojlantirishda foydalanish mumkin. Bozor talabi egri chizig'ining ko'rinishi quyida keltirilgan.

Bozor talabi egri chizig'i sinik chiziqlardan tashkil topgan bo'lib, bu sinik chiziqlar xar bir individual xaridorning talab chizig'idan iboratdir. Bozorda xaridorlar ko'p bo'lsa sinik chiziq tekis egri chiziq ko'rinishiga keladi.

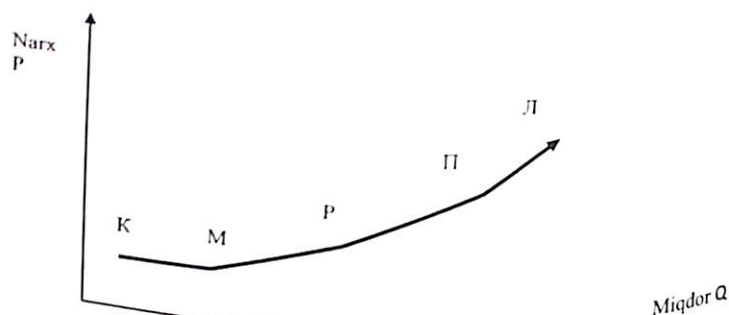
Bozor faoliyatining ikkinchi ishtirokchilari - ishlab chiqaruvchilarning individual takliflarining umumiy yig'indisi - **bozor taklifi egri chizig'ini** hosil qiladi.

Bozor taklifi xajmi aloxida sotuvchilarning taklifini aniqlovchi omillardan bog'liq bo'ladi: mahsulot narhi, ishlab chiqarish resurslarining narhi, texnika darajasi va kutishlardan hamda etkazib beruvchilarning sonidan. Bozor taklifi egri chizig'i ham sinik chiziq ko'rinishida bo'lib quyida keltiriladi.

Bozor taklifi egri chizig'i sinik chiziqlardan tashkil topgan bo'lib xar bir sinik chiziq bir ishlab chiqaruvchining taklif egri chizig'idir. Bozor taklifi egri chizig'ini xosil qilish uchun individual taklif egri chiziqlari gorizonttal bo'yicha qo'shiladi. Ya'ni, xar bir narhda umumiy taklif xajmini aniqlash uchun individual taklifni gorizonttal o'qi bo'yicha qo'shiladi.



7.2-rasm. Bozor talabi egri chizig'i.



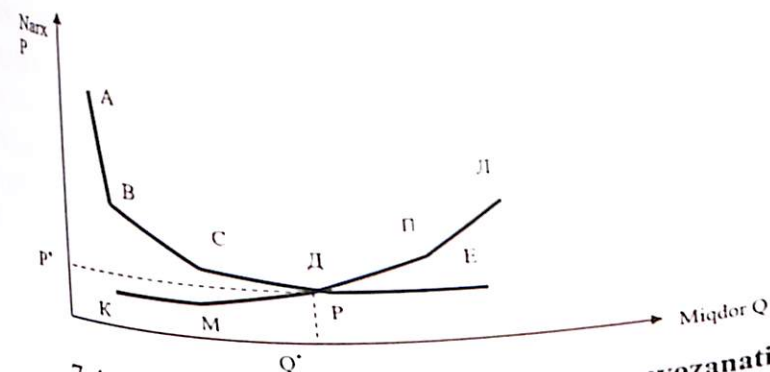
7.3-rasm. Bozor taklifi egri chizig'i.

Bozorda umumiy talab va umumiy taklif birgalikda namoyon bo'lgani uchun ularning grafiklarini bir koordinata o'qida ifodalaymiz. Pastki rasmda bozor talabi va bozor taklifi bir nuqtada kesishadi.

Ushbu rasmdagi bozor talabi egri chizig'idagi AV, VS, SD, DE kesmalarning xar biri aloxida iste'molchining individual talab funksiyalaridir. Xuddi shuningdek, bozor taklifi egri chizig'idagi KM, MR, RP va PL kesmalar aloxida ishlab chiqaruvchilarning individual taklif funksiyalaridir.

Shunday qilib, aytish mumkinki, xar bir iste'molchi va ishlab chiqaruvchi bozorga o'zlarining barcha xususiyatlarini aks ettiruvchi talab va taklif funksiyalari bilan chiqadilar. Keltirilgan modelda bu xususiyatlar faqat mahsulot narhida o'z aksini topgan.

Bozorda umumiy talab va umumiy taklif muvozanatga kelishgan nuqtada muvozanat narh - R^* va muvozanat ishlab chiqarish miqdori - Q^* aniqlanadi. Bozor ishtirokchilarining xar biri o'z talab va taklif funksiyasiga ega bo'lganliklari uchun bu narhda kim qancha mahsulot ishlab chiqaradi va kim undan qancha miqdorda xarid qilishi ehtimolliklarini tezda aniqlab oladilar.



7.4-rasm. Bozor talabi va bozor taklifi muvozanati.

Yuqoridagi grafikda keltirilgan bozor talabi va bozor taklifi funksiyalari yordamida korxonani joylashtirish va rivojlantirish modelini tuzish uchun quyidagi shartlar berilgan deb faraz qilamiz: bozorda ishtirok etuvchi n - iste'molchining xar birining talab funksiyasi $q^1_D(P), q^2_D(P), \dots, q^n_D(P)$, berilgan bo'lsin. Xuddi shuningdek, bozorda ishtirok etuvchi m - ta ishlab chiqaruvchilarning ham taklif funksiyalari ma'lum bo'lsin: $q^1_S(P), q^2_S(P), \dots, q^m_S(P)$. Ular yordamida bozor talabi va bozor taklifi funksiyalarini aniqlaymiz.

$$Q_D = q^1_D(P) + q^2_D(P) + \dots + q^n_D(P)$$

$$Q_S = q^1_S(P) + q^2_S(P) + \dots + q^m_S(P)$$

Bozor talabi va bozor taklifi funksiyalarining egri chiziqlari kesishgan nuqtada bozorni muvozanatga olib keluvchi talab va taklif miqdori aniqlanadi. Bozorda mahsulotning bozor narhi aniqlanganidan so'ng uning har bir ishtirokchisi o'zlarining iste'mol qilish va ishlab chiqarish imkoniyatlarini o'zlarining talab va taklif funksiyalari

yordamida aniqlaydilar. Natijada xar bir ishlab chiqaruvchi mahsulot ishlab chiqarishni rejalashtirgan korxonasida qancha miqdorda mahsulot ishlab chiqarsa qanday miqdorda yutuq-foyda olishini aniqlaydi. Bu ma'lumotlar asosida u qilgan xarajatlari va olinadigan natijalarni solishtirib bu soxada biznes bilan shug'illanish mumkinmi, yoki bu soxani tark etish kerakligi xaqida muammoni hal qiladi.

Bu model korxonalarni joriy davrda joylashtirish masalasini modellashtiradi. Agarda kelgusi davr uchun korxonalarni rivojlantirish masalasi ko'tarilsa ushbu bozorda mahsulot narhini o'zgarish tutilayotgan davrlar bo'ladi. Bunday masalani echish uchun

joylashtirish va rivojlantirish modellarida maqsad mezon sifatida foydalanishda bozorning faoliyati bilan bog'liq bir nechta taxminlar qilingan edi. Agarda bu taxminlar o'z kuchini yo'qotsa, yuqorida qilingan xulosalar shubxa o'yg'otishi mumkin. Bularga quyidagilar kiradi:

1. Yuqoridagi xulosalar takomillashgan raqobat sharoitida faoliyat olib boruvchi bozorlarga ta'luqlidir. Xaqiqatda esa bozorlardagi raqobat sharoiti sof raqobatdan juda ham uzoqda. Ba'zi bir bozorlar bir yoki bir necha sotuvchilar yoki xaridorlar iborat bo'lib, ular bozor narhini nazorat, yoki bozor ustidan xukumronlik qilish imkoniyatiga ega bo'ladilar. Bozor ustidan xukumronlik qilish imkoniyatlari samaradorlikni o'rnatish uchun olib kelishi mumkin. negaki xukumronlik

Ishchsizlik - bu mamlakat miqyosida faol, mehnatga yaroqli aholining ish bilan band bo'lmashligi tushuniladi.

Inflyatsiya - mamlakat miqyosida umumiy baholarning o'sishini ko'rsatadi.

Iqtisodiy o'sish - mamlakat aholisiga yalpi ichki mahsulotning yildan-yilga ko'proq ishlab chiqarilishi tushuniladi.

Ushbu uchta ko'rsatkich makroiqtisodiy muammolar hisoblanadi. Iqtisodiyotning beqaror rivojlanishi tufayli yuqoridagi muammolar vujudga keladi. Ushbu muammolarni hal qilishning bir necha usullari mavjud.

Ushbu muammolar turli xil sharoitlar, davlat olib borayotgan iqtisodiy siyosati, fiskal va monetar siyosat orqali vujudga kelishi mumkin.

Milliy iqtisod darajasida shakllantiriladigan kengaytirilgan takror ishlab chiqarish modeli o'sish sur'ati va proporsiyalarni aniqlash uchun xizmat qiladi. Iqtisodiy o'sishning bir sektorli va ikki sektorli modellarini ko'rib chiqish mumkin. Bunday modellarni yaratish uchun quyidagi belgilar qabul qilinadi.

$X(t)$ - bir yilda ishlab chiqarilgan milliy daromad;

$Y(t)$ - noishlab chiqarish sohasidagi asosiy fondlarning o'sishiga ketgan harajatlar hamda qo'shiladigan milliy daromadning iste'mol qilinadigan qismi;

$J(t)$ - asosiy ishlab chiqarish fondlarining o'sishiga kapital qo'yilmalar;

$S(t)$ - sof ishlab chiqarishga kapital qo'yilmalar me'yori (hissasi). Bunday iqtisodiy mazmunga binoan quyidagi ifodani yozish mumkin:

Jamg'arma me'yori esa

$$X(t) = Y(t) + J(t)$$

formula bo'yicha aniqlanadi.

Jamg'arma me'yorini miqdori bilan iqtisodiy o'sish sur'ati o'rtasida uzviy aloqa mavjud. Bu bog'liqlikni ifodalash uchun $V(t)$ parametri

belgilanadi. U milliy daromadning joriy o'sishi bilan asosiy ishlab chiqarish fondlariga (ya'ni, sarflangan kapital samarasining darajasi) sof kapital qo'yilmalar yig'indisi o'rtasidagi nisbati xarakterlaydi:

$$U(t) = \frac{X(t+1) - X(t)}{Y(t)} = \frac{\Delta X(t)}{Y(t)}$$

$$Y(t) = S(t) \cdot X(t)$$

bo'lganligi uchun

$$U(t) = \frac{\Delta X(t)}{S(t) \cdot X(t)}$$

$$\frac{\Delta X(t)}{X(t)} = S(t) \cdot U(t)$$

ega bo'lamiz.

Binobarin, milliy daromadning o'sish sur'ati sarflangan kapital samarasining jamg'arma iqtisodiy o'sish shaklini ifodalaydi. Agar jamg'arma me'yori va kapital qo'yilma bilan ta'minlanganlik iqtisodiy o'sish va oshish (kamayish) ning mustaqil parametrlari bo'lsa, jamg'arish me'yori boshqa teng sharoitlarda milliy daromad o'sish sur'atlarining proporsional ortishi (kamayishi) bilan birga kechadi. Sarflangan kapital samaradorligini doimiylik darajasini qabul qilib, Xarrod-Domarning iqtisodiy o'sish modeliga ega bo'lamiz.

$$X(t) = Y(t) + J(t)$$

$$\Delta K(t) = J(t)$$

$$J(t) = S \cdot X(t)$$

$$X(t) = q \cdot K(t)$$

Bunda $K(t)$ iqtisodiyotdagi asosiy ishlab chiqarish fondlarining hajmini belgilaydi. q fondlarning samaradorlik koeffitsientidir $q = X/K$. Bu modelda «kechiqish» yo'q bo'lganda, iqtisodiy o'sishning uzoq muddatli sur'ati tenglamasini chiqarish mumkin:

$$\lambda = \frac{\Delta X(t)}{X(t)} = q \cdot S$$

Iqtisodiy o'sishning nazariy modelida yangi ishlab chiqarish quvvatlarini ko'rish va o'zlashtirish ma'lum vaqtni (lagni), ya'ni L va K o'rtasidagi vaqt lag mavjud) olishi fakti abstraklashtiradi.

Pirovard xilma-xil nisbatdan differensial tenglama orqali uzluksiz yozish shakliga o'tamiz.

Bunda mehnat unumdorligining o'sish sur'ati

$$q(t) = \frac{X(t)}{L(t)}$$

va uning fond bilan ta'minlanganligini

$$q(t) = \frac{K(t)}{L(t)}$$

bog'lovchi o'zaro nisbatga asoslanamiz; bu yerda $L(t)$ ijtimoiy ishlab chiqarishda band bo'lgan ishchilar sonini ifodalaydi. Demak,

$$\frac{q'(t)}{q(t)} = F \left(\frac{U'(t)}{U(t)} \right).$$

Rejali iqtisodiyot sharoitida ish bilan band bo'lganlar o'sish sur'atining $L/L-n$ qandaydir barqaror ekzogen shakllantiruvchi mavjud deb taxmin qilish mumkin.

Iqtisodiy o'sishning bir sektorli makroiqtisodiy modeli («Solow modeli») quyidagicha yoziladi:

$$\begin{aligned} X(t) &= Y(t) + U(t) \cdot K(t) - I(t) \\ \frac{q'(t)}{q(t)} &= F \left(\frac{U'(t)}{U(t)} \right) \quad \frac{L'(t)}{L(t)} = \text{const} = n. \end{aligned}$$

Rasman yuqorida keltirilgan model iqtisodiy rivojlanishning statsionar traektoriyasini beradi. Bunda daromadning o'sishi jamg'arish me'yoriga bog'liq bo'lmaydi. Jumladan, (F chiziqli funksiyasi uchun) biz quyidagini olamiz:

$$\frac{X}{Y} = n \cdot \frac{v}{1-\alpha}.$$

Shunga ko'ra, statsionar traektoriyadagi o'sish sur'ati jamg'arish me'yoringa darajasidan qat'iy nazar ish bilan bandlikni o'sishi hamda α va v parametrlari (texnik taraqqiyot sur'ati) bilan aniqlanadi.

Qisqa xulosalar

Iqtisodiy o'sish xalq farovonligini asosini tashkil qiladi. Iqtisodiy o'sish va unga ta'sir qiladigan omillararo o'zaro bog'liqliklarni tahlil qilish va bu jarayonda matematik modellardan va usullardan foydalanish yaxshi natijalarni beradi.

Biz mazkur masalani yechishda matematikaning chiziqli dasturlash kursining ishlab chiqarish funksiyalari Kobb-Duglas, errou-CHeneri va boshqalarning ishlab chiqarish omillarining o'zgarmas elastikli o'zaro almashuvi va Brunoning ishlab chiqarishga o'zgarmas miqdorda

(darajada) qatnashuvchi funksiyalardan foydalanish usullarini ko'rib chiqdik.

Iqtisodiyotning absolyut va nisbiy o'sish tezliklari va elastiklik koeffitsientlarini aniqlash berilgan.

Shunday qilib, bob iqtisodiy o'sish, ularga ta'sir qiluvchi omillarning o'zaro bog'liqliklari, iqtisodiyotning absolyut va nisbiy o'sishi, elastiklik koeffitsientlarini matematik usullar yordamida aniqlash va tahlil qilishga bag'ishlangan.

Nazorat va muhokama uchun savollar

1. Ishlab chiqarish funksiyasini boshqa modellardan farqi?
2. Ishlab chiqarish funksiyalarining turlari?
3. Ishlab chiqarish funksiyalarning parametrlarini xususiyatlari.
4. Ishlab chiqarish funksiyalarda ilmiy-texnik taraqqiyotning ahamiyati.
5. O'sish turlari.
6. Chegaraviy ko'rsatkichlarning xususiyatlari nimadan iborat?
7. Ekstensiv va intensiv o'sishni ta'minlovchi omillar?
8. Kobb-Duglas funksiyasini asosiy xususiyatlari.
9. O'rni bosish elastikligi qanday tahlil qilinadi?
10. Iqtisodiy tahlil kursatkichlaridan amalda qanday foydalanish mumkin?

8-mavzu. DINAMIK EKONOMETRIK MODELLAR

Reja:

- 8.1. Dinamik ekonometrik modellar tushunchasi.
- 8.2. Taqsimlangan lagli modellar parametrlarini aniqlash.
- 8.3. Almon modellari.
- 8.4. Koyk modellari.
- 8.5. Adaptiv kutishlar modellari.

8.1. Dinamik ekonometrik modellar tushunchasi

Dinamik ekonometrik modellar – bu ayni paytda modelga kiruvchi, joriy va oldingi vaqti lahzalariga taalluqli o'zgaruvchilar qiymatlarini hisobga oluvchi modellar.

Barcha dinamik ekonometrik modellar shartli ravishda ikkita turga bo'linadi. Ularda o'zgaruvchilarning lag qiymatlari bevosita modelga kiritilgan modellar

Natijali belgining kutilayotgan yoki istalgan darajasini yoxud t vaqt lahzasida omillardan birini tavsiflovchi o'zgaruvchilarni o'z ichiga olgan modellar.

Ularda o'zgaruvchilarning lag qiymatlari bevosita modelga kiritilgan modellar. Ushbu modellar ham ikki turga bo'linadi.

Ularda o'zgaruvchilarning lag qiymatlari bevosita modelga kiritilgan modellar.

Taqsimlangan lagli modellar

Bunday modellarda omilli o'zgaruvchilarning joriy qiymatlari bilan bir qatorda ularning lagli qiymatlari ham mavjud

Avtoregression modellar

$$y_t = a_0 + a_1 x_t + a_2 x_{t-1} + \dots + a_n x_{t-n} + \varepsilon_t$$

$$y_t = a_0 + a_1 x_t + \beta_1 x_{t-1} + \varepsilon_t$$

Bunday modellarda natijaning (endogen o'zgaruvchilarning) lag qiymatlari modelga omilli o'zgaruvchilar sifatida kiradi

bu erda $x_t, x_{t-1}, x_{t-2}, \dots, x_{t-l}$ natijali belgining $t, t-1, t-2, \dots, t-l$ vaqt lahzalaridagi qiymatlari. l kattalik vaqt lagini tavsiflaydi

Oniy vaqt o'zgaruvchii o'tgan vaqt lahzalarida natijali belgining o'zgarishini shakllantiruvchi ko'plab omillarning ta'siri ostida (siyosiy, iqtisodiy, texnologik, iqtisodiy va h.k. sabablar) yuzaga keladi

Natijali belgining kutilayotgan yoki istalgan darajasini yoxud t vaqt lahzasida omillardan birini tavsiflovchi o'zgaruvchilarni o'z ichiga olgan modellar. Ushbu daraja noma'lum hisoblanadiv o'tgan vaqt lahzasida ($t-1$) qo'lga kiritilgan axborotni hisobga olgan holda aniqlanadi.

Ular quyidagi tarzda bo'linadi.

Natijali belgining kutilayotgan yoki istalgan darajasini yoxud t vaqt lahzasida omillardan birini tavsiflovchi o'zgaruvchilarni o'z ichiga olgan modellar.

Adaptiv kutishlar modellari. Bunday modellarda x_{t+1}^* omilli belgining kutilayotgan qiymati hisobga olinadi. Masalan, $(t-1)$ davrida kutilayotgan ish haqining qiymati t joriy davrdagi ishsizlik darajasiga ta'sir ko'rsatadi.

Bunday modellarda u_{t+1}^* natijali belgining kutilayotgan qiymati hisobga olinadi. Masalan, x_t foydaning haqiqiy hajmi u_t^* dividendlarning istalgan darajasiga ta'sir ko'rsatadi.

Dinamik ekonometrik modellarni tuzishning o'ziga xos xususiyatlarini hisobga olish lozim. Dinamik ekonometrik modellarni tuzishning o'ziga xos xususiyatlari quyidagilardan iborat

Vaqt lagining tarkibini tanlash va aniqlash. Eku asoslarining buzilishi oqibatida maxsus parametrlash usullaridan foydalanish. Ikkita dinamik model o'rtasida o'zaro bog'liqlikning mavjudligi

8.2. Taqsimlangan lagli modellar parametrlarini aniqlash

Taqsimlangan lagli modellar – bu $y_t = a_0 + a_1 x_t + a_2 x_{t-1} + \varepsilon_t$ regressiya

Taqsimlangan lagli modelda x_t o'zgaruvchi oldidagi a_0 regressiya koeffitsienti x lag qiymatlarining ta'sirini hisobga olmagan holda ayrim qat'iy belgilangan t vaqt lahzasida x_t omil 1 birlikka o'zgarganda u endogen (izohlanuvchi) belgining o'rtacha mutloq o'zgarishini tavsiflaydi.

$(t+1)$ lahzada x_t o'zgaruvchining u_t samarali ko'rsatkichga umumiy ta'siri $a_0 + a_1$ ni, $(t+2)$ vaqt lahzasida esa, tegishli, $a_0 + a_1 + a_2$ va hokazoni tashkil qiladi.

$\sum_{i=0}^h a_i (h-1)$ barcha qiymatlarining yig'indisi oraliq multiplikatori deb nomlanadi.

$a_i (i=0, 1, 2, \dots, h)$ barcha qiymatlarining yig'indisi uzoq muddatli multiplikator deb nomlanadi. U u ning x ning har bir $i=0, 1, 2, \dots, h$ davrda ayrim o'zgarishi ta'siri ostida o'zgarishini tavsiflaydi.

Taqsimlangan lagli modelda a_i koeffitsientlari

$$A_i = a_i / a_0;$$

$$y = 0/1;$$

$$a = a_0 + a_1 + \dots + a_h$$

A_i kattaligini bilgan holda quyidagilarni aniqlash mumkin
O'rtacha arifmetik o'Ichangan kattalik formulasi bo'yicha o'rtacha lag:

$$\bar{l} = \sum_{i=1}^h i \cdot A_i$$

Median lag:

$$\sum_{i=1}^h A_i = 0.5$$

qancha yuqori bo'lsa, ekzogen omilning endogen omilning ta'siriga moslashishi uchun shuncha uzoq davr zarur

Lagning median qiymati t vaqt lazasidan ekzogen o'zgaruvchining endogen o'zgaruvchiga umumiy ta'sirining yarmi amalga oshiriladigan omil hisoblab chiqishni nazarda tutadi.

Ekzogen (izohlanuvchi) belgi lag va joriy qiymatlarining ta'sir etish kuchi turlicha. Regressiya koeffitsientlari yordamida turli vaqt lahzalariga taalluqli bo'lgan endogen (u) va ekzogen ($x_1, x_2, \dots$) o'zgaruvchilar o'rtasidagi bog'liqlikning kuchi miqdoriy jihatdan o'Ichanaadi.

Olingan koeffitsientlarning lag kattaligigava uning tarkibiga bog'liqligini grafik shaklida namoyon etish mumkin.

Lag tarkibining grafik tasviri				
Chiziqli	Geometrik	V shaklda ag'darilgan	2-darajali polinomial	3-darajali polinomial
(a)	(b)	(v)	(g)	(d)

Chiziqli model (a) lag polinomial tarkibining alohida holati hisoblanadi. Lagning ag'darilgan V shaklidagi tarkibi (v) II darajali polinom bilan approssimatsiyalanadi. (g) grafikda ham II darajali polinomlar ko'rsatilgan. III darajali polinom (d) grafikda tasvirlangan.

8.3. Almon modellari

Almon laglari polinomlar yordamida ta'riflanadigan tarkibga ega. a_i koeffitsientlarning bog'liqligi modeli (bu erda $i=0, 1, 2, \dots, l$) polinom shaklidagi lag kattaligidan quyidagi ko'rinishga ega.

Polinomlar turlari:
ular uchun: $a_i = a_0 + a_1 i$

$$a_i = a_0 + a_1 i + a_2 i^2$$

III darajali polinomlar uchun

$$a = a_0 + a_1 i + a_2 i^2 + a_3 i^3 \text{ va h.k.}$$

Polynomial modelning umumiy ko'rinishi

n derajat polinom model bu $a_i = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + \dots + a_n t^n$

Modelning har bir a_i koeffitsientini quyidagicha:

$$(L_1) \quad (L_1)_1$$

$$a_1 = a_0 + a_1 + \dots + a_p;$$

$$a_2 = a_0 + 2a_1 + 4a_2 + \dots + 2^p a_p \text{ va h.k.}$$

Umumiy ko'rishda

$$\alpha_1 = \alpha_0 + 1 \alpha_1 + l^2 \alpha_2 + \dots + l^p \alpha_p;$$

$$y_i = a_0 + \sum_{j=0}^n (a_{0j} + a_{1j} + a_{2j} \cdot i^2) \cdot x_{i-1} + \Delta_i = a_0 + a_{00} \cdot \sum_{i=0}^n x_{i-1} + a_{10} \cdot \sum_{i=0}^n i \cdot x_{i-1} + a_{20} \cdot \sum_{i=0}^n i^2 \cdot x_{i-1} + \Delta_i$$

Qo'shiluvchilarni quyidagi tarzda belgilaymiz:

$$E_0 = \sum_{i=0}^n x_{i-1} ;$$

$$z_1 = \sum_{i=0}^n i \cdot x_{i-1};$$

$$z_1 = \sum_{i=0}^n i^2 \cdot x_{i-1}.$$

U holda model quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_0 z_0 + \alpha_1 z_1 + \alpha_2 z_2 + \Delta_t$$

Almon usulini modelni parametrlash uchun qo'llashni sxema

Almon usulini modelni parametrlash uchun qo'llash bosqichlari

Chiziqli shakldagi regressiya tenglamasini o'zgartirish parametrlarini aniqlash

Boshlang'ich model
parametrlarini hisoblab chiqish

Lag tarkibini ta'riflovchi n
polinomning darajasini aniqlash

Z_1 o'zgaruvchilar qiymatlarini hisoblab
chiqish

Lagning eng yuqori kattaligini aniqlash

8.1-rasm. Almon usulini parametrlashning o'ziga xos xususiyatlari.

1. Lagning kichik kattaligini tanlash natijaga katta ta'sir ko'rsatishi mumkin bo'lgan omillarning etarlicha hisobga olinmasligiga olib keladi. Ushbu omilning ta'siri qoldiqlarda ifodalanadi, bu **EKU** asoslarini buzadi. Lagning juda katta kattaligi statistik jihatdan ahamiyatli bo'lmagan omillar ta'sirining oshirilishiga olib keladi, **chto** bu modelni baholashdagi samaradorlikning pasayishini keltirib chiqaradi.

2. Polinom darajasini aniqlash uchun quyidagi qoida qo'llaniladi: n darajali polinom lag tarkibidagi ekstremumlar sonidan bittaga ko'p bo'lishi kerak. Agar lagning tarkibi haqidagi empirik ma'lumotlar mavjud bo'lmasa, u holda n polinom darajasi n ning turli qiymatlari uchun tuzilgan tenglamalarni qiyosiy baholashning eng yaxshi modeli bo'yicha aniqlanadi.

3. Agar z_i o'zgaruvchilar o'zaro korrelyatsiyalansa yoki o'zgaruvchilar o'rtasida uzviy bog'liqlik mavjud bo'lsa, parametrlar baholashning eng yaxshi modeli omillarning multikollinearligini hisobga olgan holda o'tkaziladi.

Almon usuli yordamida har qanday uzunlikdagi taqsimlangan lagli modellar tuziladi.

Misol. O'zbekistonda eksport va importning hajmi to'g'risidagi ma'lumotlar mavjud (to'lov balansi metodologiyasi bo'yicha) (ming. AQSH doll.)

8.1-jadval

Oy	Eksport			Import		
	2016 y.	2017 y.	2018 y.	2016 y.	2017 y.	2018 y.
O'tgan yil dekabri						13 901
Yanvar	11 037	19 247	24 829	6 505	11 185	8 392
Fevral	11 254	14 175	20 936	5 560	7 039	10 159
Mart	12 079	16 221	21 959	6 569	8 477	12 446
Aprel	13 956	19 809	24 459	7 789	10 194	11 377
May	13 956	19 809	24 459	7 789	9 699	12 890
Iyun	14 712	19 899	24 048	7 720	9 628	14 559
Iyul	13 615	20 278	27 111	7 360	10 103	13 716
Avgust	14 862	19 382	25 386	7 895	10 853	14 491
Sentyabr	15 439	21 554	25 900	8 355	10 774	14 576
Oktyabr	16 759	21 628	28 217	8 320	10 831	15 984
Noyabr	16 271	21 706	25 778	8 287	11 560	16 308
Dekabr	17 208	22 084	24 943	8 908	12 374	19 793

Hisoblash ma'lumotlari

8.2-jadval

Oy	Eksport	Import	Z ₀	Z ₁	Z ₂
O'tgan yil dekabri	11 037	6 505			
Yanvar	11 254	5 560			
Fevral	12 079	6 569			84 105
Mart	13 956	7 789	26 423	43 167	97 097
Aprel	14 712	7 720	27 638	49 574	108 341
May	13 615	7 360	29 438	53 956	106 815
Iyun	14 862	7 895	30 764	53 495	106 175
Iyul	15 439	8 355	31 330	53 585	112 795
Avgust	16 759	8 320	31 930	56 610	116 762
Sentyabr	16 271	8 287	32 857	58 347	116 936
Oktyabr	17 208	8 908	33 870	58 762	119 649
Noyabr	17 807	9 434	34 949	60 398	129 093
Dekabr	19 247	11 185	37 814	65 685	136 685
Yanvar	14 175	7 039	36 566	67 145	137 298
Fevral	16 221	8 477	36 135	67 295	107 453
Mart	19 809	10 194	36 895	55 304	126 768
Aprel	19 899	9 699	35 409	63 995	140 170
May	20 278	9 628	37 998	69 802	135 906
Iyun	19 382	10 103	39 624	68 155	137 917
Iyul	21 554	10 853	40 283	69 571	145 113
Avgust	21 628	10 774	41 358	72 892	151 604
Sentyabr	21 706	10 831	42 561	75 791	151 850
Oktyabr	22 084	11 560	44 018	76 318	156 093
Noyabr	22 235	12 374	45 539	78 818	167 437
Dekabr	24 829	13 901	48 666	84 889	175 362
Yanvar	20 936	10 159	46 227	85 690	168 836
Fevral	21 959	12 446	44 826	82 547	128 610
Mart			44 898	66 332	152 592
			42 374	76 905	170 412
			42 872	85 428	168 512
			42 872	85 428	168 512

EXCEL jadval tahrirchisi vositasi yordamida «Ma'lumotlarni tahlil qilish → Regressiya» buyrug'i) eksport modelning o'zgaruvchilarini va importning lag o'zgaruvchilarini aniqlaymiz. Natijalar 8.3-jadvalda keltirilgan.

Yakunlarni chiqarish

8.3-jadval

Regression statistika	
Ko'plik R	0,927891
R -kvadrat	0,860982
Normalashtirilgan R -kvadrat	0,84708
Standart xato	1750,814
Kuzatishlar	34

Dispersion tahlil					F ning ahamiyatligi
Ko'rsatkich	df	SS	MS	F	
Regressiya	3	5,7E+ 08	1,9E + 08	61,9332	5,85E - 13
Qoldiq	30	91 960 509	3 065 350		
Jami	33	6,62E+08			

Ko'rsatkich	Koeffitsient	Standart xato	t -statistika	R -qiymat	Quyi 95%	Yuqori 95%
Y -kesishuv	4 038,181	1 330,245	3,035667	0,004926	1 321,458	6 754,903
X_1 o'zgaruvchi	0,210798	0,242254	0,870153	0,391126	-0,28395	0,705545
X_2 o'zgaruvchi	1,069681	0,61858	1,729252	0,094043	-0,19363	2,33299
X_3 o'zgaruvchi	0,48253	0,256057	-1,88837	0,06868	-1,00647	0,039407

Determinatsiya koeffitsienti shuni ko'rsatib turibdiki, eksportning 86,1 foizga variatsiyasi import bilan, 13,9 foizga variatsiyasi esa modelga kirmagan boshqa omillar bilan shartlangan.

Laglarning cheksiz soniga ega bo'lgan modellarni baholash uchun quyidagi usullar ishlab chiqilgan.

Laglarning cheksiz soniga ega bo'lgan modellarni baholash usullari

- Laglar sonini izchil oshirish usuli
- Koykni o'zgartirish usuli (geometrik professiya usuli)
- Bosh tarkibiy qismlar usuli

8.4. Koyk modellari

Koyk oddiy eng kichik kvadratlar usuli bilan parametrlashning imkonini yo'qligi tufayli laglarning cheksiz soniga ega bo'lgan modellarni baholash metodikasini taklif qildi, chunki omillar soni cheksiz.

Laglarning geometrik tarkibida shu narsa nazarda tutiladiki, α koeffitsientlari omilli belgining lag qiymatlarida geometrik progressiyada kamayib boradi:

$$\alpha_i = \alpha_0 \lambda^i; i = 0, 1, \dots; 0 < \lambda < 1.$$

Lagning geometrik tarkibini grafik ko'rinishda quyidagi tarzda namoyon etish mumkin:



$$\lambda y_{t-1} = \lambda a + \alpha_0 \lambda x_{t-1} + \alpha_0 \lambda^2 x_{t-2} + \alpha_0 \lambda^3 x_{t-3} + \dots + \lambda z_{t-1}$$

Topilgan (2) nisbatni (1) nisbatdan chiqarib tashlab Koyk modeliga ega bo'lamiz.

Koyk modeli
$$y_t = a(1 - \lambda) + \alpha_0 x_t + (1 - \lambda)y_{t-1} + u_t,$$
 bu erda $u_t = \varepsilon_t - \lambda \cdot \varepsilon_{t-1}.$

Olingan model chiziqli regressiyaning (aniqrog'i, avtoregressiyaning) ikki omilli modeli. Uning parametrlarini aniqlab, λ ni topish va boshlang'ich modelning a va b_0 parametrlarni baholash mumkin. Model parametrlarini baholashga nisbatan oddiy eng kichik kvadratlari usulining qo'llanishi uning parametrlarining aralash baholariga ega bo'lishga olib keladi, chunki ushbu modelda lagli natijali o'zgaruvchi sifatida u_{t-1} ishtirok etadi.

Lagning geometrik tarkibi Koyk modelida o'rtacha va median laglar kattaligini aniqlash imkonini beradi.

Koyk modelida laglarning o'rtacha kattaligi.

O'rtacha lag

$$\bar{l} = \frac{\sum_{i=0}^{\infty} i \cdot \alpha_i}{\sum_{i=0}^{\infty} \alpha_i} = \frac{\alpha_0 \cdot \lambda \cdot (1 + 2 \cdot \lambda^2 + 3 \cdot \lambda^3 + \dots)}{\alpha_0 \cdot \frac{1}{1-\lambda}} = \frac{\alpha_0 \cdot \lambda \cdot \frac{1}{(1-\lambda)^2}}{\alpha_0 \cdot \frac{1}{1-\lambda}} = \frac{\lambda}{1-\lambda}$$

Median lag

$$\bar{l} = \frac{\ln 0.5}{\ln \lambda}$$

Avtoregressiya modellari.

Avtoregressiya modellari parametrlarining talqini belgining lag qiymatlarini o'zida mujassam etgan. Avtoregressiya modeliga misol tariqasida quyidagi tenglamani keltiramiz

$$y_t = c + b_1 y_{t-1} + a_0 x_t + \varepsilon_t$$

bu erda, $b_1 = 1$ vaqtda u ning o'z o'zgarishi ta'siri ostida bundan oldingi vaqt lahzasiga ($t-1$) o'zgarishini anglatadi;
 $a_0 = u$ ning u ning o'z o'zgarish birligiga o'zgarishi ta'siri ostida qisqa muddatli o'zgarishini anglatadi;
 ε_t - tasodifiy kattalik (qoldiq kattaligi).

Ushbu avtoregressiya modelida oraliq multiplikatori nomini olgan b_1 ko'paytmasi alohida rol o'ynaydi.

$a_0 b_1$ oraliq multiplikatori u natijaning ($t+1$) vaqt lahzasida umumiy mutloq o'zgarishini aniqlaydi.

Oraliq multiplikatori ko'rsatkichi bilan bir qatorda uzoq muddatli multiplikator ko'rsatkichi ham qo'llaniladi

Uzoq muddatli multiplikator

$$a = a_0 (1 + b_1 + b_1^2 + b_1^3 + b_1^4 + \dots)$$

u natijaning uzoq muddatli davrda umumiy mutloq o'zgarishini aniqlaydi

Agar avtoregressiya modelida barqarorlik shartiga rioya etilsa - [b1] -1 , u holda cheksiz lag mavjud hollarda uzoq muddatli multiplikator

$$a = \frac{a_0}{1 - b_1}$$

Nima uchun eng kichik kvadratlar usulini avtoregressiya modelining parametrlarini baholash uchun qo'llab bo'lmaydi?
 u_{t+1} lagli o'zgaruvchi oldidagi parametrning bahosi aralash bo'ladi, chunki u_{t+1} o'zgaruvchining o'zi qisman ε_t kattalik bilan korrelyatsiyalanadi.

Instrumental o'zgaruvchilar usuli. Avtoregressiya modellarining parametrlarini baholash uchun turli usullar qo'llaniladi. Omil bilan tasodifiy kattalik o'rtasida bog'liqlik mavjud emasligi to'g'risidagi kvadratlar usuli asoslarining buzilishini bartaraf etish uchun instrumental o'zgaruvchilar usulini ko'rib chiqamiz.

Instrumental o'zgaruvchilar usulining mohiyati u_{t+1} lagli o'zgaruvchi, bir tomondan, ε_t tasodifiy kattalik bilan korrelyatsiyalanmaydigan, ikkinchi tomondan, u_{t+1} o'zgaruvchi bilan uzviy bog'liq bo'lgan yangi o'zgaruvchiga almashtiriladi.

Regressiyaning o'zgartirilgan boshlang'ich modeli parametrlari (yangi instrumental o'zgaruvchi paydo bo'ldi) eng kichik kvadratlar usuli yordamida baholanadi.

Misol. $y_t = c + b_1 y_{t-1} + a_0 x_t + \varepsilon_t$ avtoregressiya modelida y_t natija x_t omilga bog'liq. Demak, u_{t+1} omil x_{t+1} omilga bog'liq bo'ladi.

Boshqacha aytganda quyidagi regressiya o'rin tutadi

$$y_{t+1} = c_1 + a_1 x_{t+1} + \eta_t, \text{ yoki } y_{t+1} = y_t^* + \eta_t,$$

bu erda η_t - tasodifiy tarkibiy qism.

u_t^* instrumental o'zgaruvchi hisoblanadi. Avtoregressiyaning o'zgartirilgan boshlang'ich modeli quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$y_t = c + b_1 (y_t^* + \eta_t) + a_0 x_t + \varepsilon_t,$$

yoki

$$y_t = c + b_1 y_t^* + b_1 \eta_t + a_0 x_t + \varepsilon_t = c + b_1 y_t^* + a_0 x_t + (b_1 \eta_t + \varepsilon_t).$$

Avtoregressiya o'zgartirilgan modeli b_1 va a_0 parametrlarining baholarini eng kichik kvadratlar usuli yordamida topamiz. Ushbu baholar avtoregressiyaning boshlang'ich modeli uchun qidirilayotgan baholar bo'ladi.

Instrumental o'zgaruvchilar usuli ko'pincha modelda omillar multikollinearligining paydo bo'lishiga olib keladi. Ushbu muammo muayyan vaziyatlarda instrumental o'zgaruvchili modelga vaqt omilini kiritish orqali hal etiladi.

8.5. Adaptiv kutishlar modellari

Adaptiv kutishlar modellari omillining ($t+1$) davrdagi istalgan qiymatini hisobga oladi. Masalan, quyidagi tenglama adaptiv kutishlar modeli hisoblanadi

$$y_t = c + a_0 \cdot x_{t+1}^* + \varepsilon_t$$

bu erda x^*_{t+1} omilning ushbu omilning joriy davrdagi o'rtacha arifmetik o'Ichangan real va kutilayotgan qiymatlari ko'rinishida shakllanadigan keyingi davrda kutilayotgan qiymati, ya'ni $x^*_{t+1} = \lambda x_t + (1-\lambda)x^*_t$. Mazkur tenglama kutishlarni shakllantirish mexanizmini belgilab beradi

Kutishlarni shakllantirish mexanizmi

$$x^*_{t+1} = \lambda x_t + (1-\lambda)x^*_t$$

bu erda $0 < \lambda < 1$.

λ 1 ga qanchalik yaqin bo'lsa, x^*_{t+1} ning kutilayotgan qiymati oldingi real qiymatlarga shunchalik tez moslashadi. λ 0 ga qanchalik yaqin bo'lsa, x^*_{t+1} ning kutilayotgan qiymati x^*_t oldingi davrning kutilayotgan qiymatidan shunchalik kam farq qiladi.

Nima uchun eng kichik kvadratlar usulini adaptiv kutishlar modelning parametrlarini baholash uchun qo'llab bo'lmaydi?

Omilning modelga kiritilgan kutilayotgan qiymatlariga empirik usul bilan ega bo'lishning iloji yo'q.

Adaptiv kutishlar modelini qanday o'zgartirish mumkinligini ko'rsatamiz

$$y_t = c + a_0 x_{t-1} + \varepsilon_t$$

parametrlarni baholash mumkin bo'lishi uchun.

$$y_t = c + a_0 (\lambda x_t + (1-\lambda)x^*_t) + \varepsilon_t$$

$$y_t = c + a_0 \lambda x_t + a_0 (1-\lambda)x^*_t + \varepsilon_t$$

(1) boshlang'ich model $(t+1)$ davri uchun ham mos keladi:

$$y_{t+1} = c + a_0 x^*_t + \varepsilon_{t+1}$$

(3) tenglamani $1 - \lambda$ kattaligiga ko'paytirib, quyidagi tenglamaga ega bo'lamiz:

$$(1-\lambda)y_{t+1} = (1-\lambda)c + (1-\lambda)a_0 x^*_t + (1-\lambda)\varepsilon_{t+1}$$

(2) tenglamadan (4) tenglamani a'zolar bo'yicha chiqarib tashlaymiz va avtoregressiya modeliga ega bo'lamiz, uning parametrlarini bizga ma'lum usullar bilan hisoblab chiqamiz.

$$y_t - (1-\lambda)y_{t-1} = \lambda c + \lambda a_0 x_t + [\varepsilon_t - (1-\lambda)\varepsilon_{t-1}]$$

yoki

$$y_t = \lambda c + \lambda a_0 x_t + (1-\lambda)y_{t-1} + [\varepsilon_t - (1-\lambda)\varepsilon_{t-1}]$$

Adaptiv kutishlar boshlang'ich modeli - bu adaptiv kutishlar modelining uzoq muddatli funksiyasi: natijali belgi omilli belgining kutilayotgan qiymatlariga bog'liq.

O'zgartirilgan adaptiv kutishlar modeli - bu adaptiv kutishlar modelining qisqa muddatli funksiyasi: natijaviy omilning haqiqiy qiymatlariga bog'liq.

Qisman tuzatishlar kiritish modellari. Qisman tuzatishlar kiritish modellari $(t+1)$ davrda natijaviy omilning belgining istalgan (kutilayotgan) qiymatini hisobga oladi.

Masalan, quyidagi tenglama qisman tuzatishlar kiritish modeli hisoblanadi.

$$y^*_t = c + a_0 x_t + \varepsilon_t$$

Bunday modelda $u_t = u_{t-1}$ natijaviy omilning amaldagi orttirmasi quyidagi ayirmaga proporsional

$$u^*_t - u_{t-1}$$

bu erda u^*_t - natijaning kutilayotgan qiymati;

u_{t-1} - natijaning o'tgan davrdagi haqiqiy qiymati.

Boshqacha aytganda,

$$\frac{y_t - y_{t-1}}{y^*_t - y_{t-1}} = \lambda, 0 \leq \lambda \leq 1$$

Yakunda quyidagi o'zgartirilgan modelga ega bo'lamiz:

$$y_t = \lambda y^*_t + (1-\lambda)y_{t-1} + \eta_t$$

Bunday modelda u_t - bu u^*_t istalgan qiymat va u_{t-1} o'tgan davrdagi haqiqiy qiymatning o'rtacha arifmetik o'Ichangan qiymati.

Qisman tuzatishlar kiritish modelida kutishlarni shakllantirish mexanizimi

$$y_t = \lambda y_t^* + (1 - \lambda)y_{t-1} + \eta_t$$

bu erda $0 < \lambda < 1$

$\lambda = 1$ ga qanchalik yaqin bo'lsa, tuzatishlar kiritish jarayoni shunchalik tez.

Agar $\lambda = 0$ bo'lsa, u holda tuzatishlar kiritish yuz bermaydi;

Agar $\lambda = 1$ bo'lsa, u holda tuzatishlar kiritish bir davr uchun kechadi.

Qisman tuzatishlar kiritish modelini uning parametrlarini eng kichik kvadratlar usuli yordamida baholash mumkin bo'lmagunga qadar o'zgartirishda davom etamiz:

$$y_t = \lambda y_t^* + (1 - \lambda)y_{t-1} + \eta_t;$$

$$y_t = \lambda(c + a_0 x_t + \varepsilon_t) + (1 - \lambda)y_{t-1} + \eta_t;$$

$$y_t = \lambda c + \lambda a_0 x_t + (1 - \lambda)y_{t-1} + (\eta_t + \lambda \varepsilon_t).$$

Qisqa xulosalar

Dinamik ekonometrik modellar – bu ayni paytda modelga kiruvchi, joriy va oldingi vaqti lahzalariga taalluqli o'zgaruvchilar qiymatlarini hisobga oluvchi modellar.

Barcha dinamik ekonometrik modellar shartli ravishda ikkita turga bo'linadi. Ularda o'zgaruvchilarning lag qiymatlari bevosita modelga kiritilgan modellar

Natijali belgining kutilayotgan yoki istalgan darajasini yoxud e'lon qilishda omillardan birini tavsiflovchi o'zgaruvchilarni o'z ichiga olgan modellar.

Ularda o'zgaruvchilarning lag qiymatlari bevosita modelga kiritilgan modellar. Ushbu modellar ham ikki turga bo'linadi.

Ularda o'zgaruvchilarning lag qiymatlari bevosita modelga kiritilgan modellar.

Nazorat va muhokama uchun savollar

9-mavzu. IQTISODIY KO'RSATKICHLARNI PROGNOZLASHDA EKONOMETRIK MODELLARDAN FOYDALANISH

Reja:

- 9.1. Ijtimoiy-iqtisodiy bashoratlashning umumiy tushunchalari va ob'ektlari.
- 9.2. Bashoratlash usullari va ularning turlari.
- 9.3. Ekonometrik tenglamalar tizimi yordamida bashoratlash uslubi.

9.1. Ijtimoiy-iqtisodiy bashoratlashning umumiy tushunchalari va ob'ektlari

Bashorat - bu ehtimol yo'nalishlar, ob'ektlar va hodisalarning rivojlanishi natijalari. Prognozlash - bu ob'ektni rivojlantirish istiqbolini belgilab beradigan maxsus ilmiy tadqiqotlardir.

Prognozlash nima bo'lishi mumkinligini ko'rsatib beradi: rejalashtirish - bo'lishi shart degan ma'noni bildiradi.

Bashoratlash sohalari juda keng: geografik, geologik, ekologik, iqtisodiy, sotsial, tashqi-siyosiy, yuridik va h.k.

Iqtisodiy bashoratlash - bu iqtisodiy qonunlarga ilmiy yondoshgan holda iqtisodiy tizimlarni prognozlarini tuzish jarayonidir.

Avvalo iqtisodiy tizimni rivojlanishini maqsadi aniqlanadi. Quyidagi maqsadga kelajakda bo'lishi mumkin holatlari o'rganilib prognoz qilinadi. Eng samarali tanlangan rivojlanish variantlari, kompleks dasturlarni tuzilishiga informatsion baza sifatida qo'llanib, prognoz qilingan holatga tizim erishish uchun, qanday tadbirlar amalga oshirilishi kerakligini dastur ko'rinishida tuzib olinadi.

Bashoratlash avvalo, rejalarining ilmiy asoslanganligini oshirish uchun taraqqiyot maqsadlaridan biriga erishishga qaratilgan konkret reja yoki kompleks dasturni tekshirish asosi tarzida qaraladi. Ishning bu bosqichi reja echimlarining, shuningdek iqtisodiy tadbirlar tizimini ishlab chiqarish funksiyalar bo'yicha prognozlash uchun ketma-ket bir nechta bosqichlardan o'tish lozim:

Bashoratlash jarayoni ob'ektni tahlildan boshlanadi. Bu tahlil ob'ektni tanlash, prognozlash maqsadida, ob'ektga ta'sir etuvchi omillarni o'rganish, uning tarkibi, boshqarish usullarni o'rganishdan iborat. Iqtisodiy tizim juda katta va murakkab bo'lgani uchun uni o'rganishda tizimli tahlil usuli qo'llanadi.

Bu usulni asosiy prinsiplari quyidagicha:

1. Murakkab tizim juda ko'p elementlardan iborat. Bu elementlar bir-biri bilan bog'langan bo'lib, murakkab strukturani tashkil etadi.
2. Murakkab tizim yaxlitlik xususiyatiga ega. Bunday tizimlar har doim maqsadga intilgan bo'ladi, samarali holatga erishishga harakat qiladi.
3. Tizim kirish va chiqish yo'llari orqali tashqi muhit bilan bog'langan.



Faraz qilaylik tizim holatini aniqlaydigan 3 vektor ma'lum bo'lsin.

$$X_t = (X_1, X_2, \dots, X_m)_t \quad S_t = (S_1, S_2, \dots, S_k)_t$$

$$Y_t = (Y_1, Y_2, \dots, Y_n)_t$$

Tizimni chiqish holati kirish parametrlari va tizimni ichki holati bilan quyidagicha bog'langan:

$$Y_t = f(X_t, S_t)$$

Bu yondoshuv ekonometrik modellashtirishda qo'llaniladi.

4. Har bir murakkab tizimni elementlarga bo'lish mumkin. Masalan: Xalq xo'jalikni elementlari bu tarmoqlar, korxonalar elementlari - bo'limlar va h.k. Tizimni elementlari ierarxiya prinsiplariga bo'ysunadi.
5. Murakkab va katta tizimlarni to'liq tasvirlash, izohlash juda qiyin, shuning uchun ularni boshqarishda, prognozlashda ma'lum bir ehtimollik nazarda tutiladi.

Ishlab chiqarish funksiyalar bo'yicha prognozlash uchun ketma-ket bir nechta bosqichlardan o'tish lozim:

1. Berilgan ma'lumotlar asosida korrelyatsion tahlil o'tkaziladi:
 - a) xususiy korrelyatsiya koeffitsientlar matritsasi hisoblanadi;
 - b) juft korrelyatsiya koeffitsientlari matritsasi hisoblanadi.

2. Korrelatsion tahlil natijasida tanlangan omillar asosida regressiya tenglamasi quriladi;

3. Qurilgan tenglama quyidagi mezonlar bo'yicha baholanadi:

- a) Fisher mezon;
- b) Student mezon;
- c) Durbin-Uotson mezon;
- d) Ko'plik korrelyatsiya koeffitsienti;
- e) Determinatsiya koeffitsienti;
- f) Approksimatsiya xatoligi.

4. Qurilgan tenglama mezonlarga mos kelsa, keyin asosiy ko'rsatkich tenglama asosida prognoz davri hisoblanadi.

5. Ishlab chiqarish funksiyasini asosiy xususiyatlari quyidagilar hisoblanadi

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

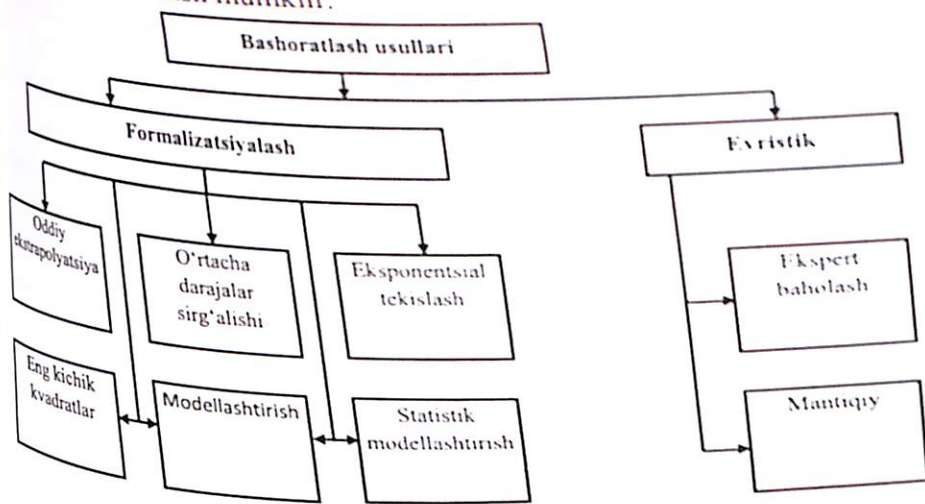
9.2. Bashoratlash usullari va ularning turlari

Bashoratlashtirish masshtabiga ko'ra makroiqtisodiy va mikroiqtisodiy bashoratlarga ajratiladi.

Tuzilish intervali bo'yicha operativ, qisqa muddatli va uzoq muddatli bo'lishi mumkin. Qisqa muddatli bashoratda faqat miqdoriy o'zgarishlar e'tiborga olinadi. Uzoq muddatli bashorat ham miqdoriy ham sifat o'zgarishlarga asoslangan bo'lib, o'z o'rnida o'rta muddatli va uzoq muddatli bo'lishi mumkin.

Bashoratlash yo'nalishlariga ko'ra izlanishli va normativ bo'lishi e'tiborga olinadi. Izlanishli bashorat – agar hozirgi tendensiyalar saqlanib qolsa bashoratlash yo'nalishlariga ko'ra izlanishli va normativ bo'lishi e'tiborga olinadi? degan savolga javob beradi. Boshqa savol: bashoratlash yo'nalishlariga ko'ra izlanishli va normativ bo'lishi e'tiborga olinadi? degan savolga javob beradi. Boshqa savol: bashoratlash yo'nalishlariga ko'ra izlanishli va normativ bo'lishi e'tiborga olinadi? degan savolga javob beradi.

Normativ prognoz bo'lajak maqsadlarga erishish uchun tizimni tashkil etish yo'nalishlarini va muddatlarini aniqlaydi (belgilaydi). Maqsad qilingan holatga tizim erishish uchun, ta'sir etuvchi omillarga qanday o'zgarishlar kiritish zarur? Boshqa so'z bilan aytganda qanday qilib maqsadga erishish mumkin?



9.1-rasm. Bashoratlash usullari.

Iqtisodiy jarayonlar yoki boshqa kuzatuvlar natijasida miqdoriy ma'lumotlarga ega bo'lmagan hollarda, ya'ni hodisa yoki jarayon bo'yicha miqdoriy ma'lumotlar bo'lmasa u holda ekspertlardan foydalaniladi. Ekspertlar ma'lum bir soha bo'yicha etakchi mutaxassislar bo'lib, ular o'zlarining kompetensiyasi doirasida u yoki bu hodisa va jarayonlar bo'yicha xulosalar ishlab chiqadilar.

Ekspert (lotincha «tajribali») amalga oshiradigan ekspertiza jarayoni uch bosqichdan iborat:

- 1) ekspertizaga tayyorlanish;
- 2) ekspertlar bilan so'rov o'tkazish;
- 3) so'rov natijalarini qayta ishlash.

Ekspertlarning o'zlari ikkinchi bosqichda qatnashadilar. Tayyorgarlik ishi uch qismdan iborat:

- 1) savol shakli va mazmunini belgilash;
- 2) savollarni tuzish;
- 3) ekspertlarni shaxsan tanlash va jalb etish.

So'rov shakllari intervyu olish, muloqot, yig'ilish, g'oyalarni tanlash, o'vinlar o'tkazish, anketa tuzish va Delfi usuli.

So'roqlar individual yoki guruhlarda, yuzma-yuz va sirdan o'tkazish mumkin.

Anketa va intervyularda savolni tanlash qiyin. Savollar ochiq yoki yopiq yoki bir necha shaklda bo'lishi mumkin. Ochiq javoblar sifatli yoki erkin holda sonli ifodalar bo'ladi.

Yopiq savolga javoblari: «ha», «yo'q», «bilmayman» singari bo'ladi. Ko'p savollar bo'lganda zarur javob chiziladi.

Ekspertlar guruhini tuzish. Avvalambor ekspertlarni tanlash, ularning malakalariga e'tibor berish va keyinchalik guruhlar tuzish zarur.

Kerakli belgilardan ekspertning ishchanligi, mahorati, o'tganilayotgan sohaning mutaxassisi bo'lishi zarur. Buning uchun ko'p mutaxassislarga savol berilib, u yoki bu sohada kim ekspert ekanligini so'rash mumkin. Keyinchalik eng ko'p ovoz olgan ekspertni guruhga kiritish lozim:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$$

Ishbilarmonlik bilan ishtirokchilarning boshqa sifatleri ilmiy yondashishi, fikrlash doirasi va saviyasi ham hisobga olinadi.

Guruhlardagi ekspertlar soni so'rov usuliga bog'liq. YUzma-yuz uchrashuv uchun 10-15 kishi kifoya. Agar vaqt, mehnat va mablag' sarfi cheklanmagan bo'lsa, sirdan so'roq o'tkazganda ekspertlar soni cheklanmagan.

G'oyalarni jamoa generatsiyalash usuli. Bu usul «g'oyalar jangi» deb nom olgan. U yuzma-yuz so'rov usuli bo'lib, XX asrning 50-yillarida kashf etilgan. Dastlab 10-15 kishidan iborat guruh tuziladi. Tayyorgarlik jarayonida ekspertlarga eslatma tayyorlanadi va unda baholalar, markaziy masalalar, muhokama savollari va g'oyalar bayon qilinib savollar beriladi. Birinchi tur javoblarini o'tgandan keyin ikkinchi tur o'tkaziladi. Ekspertlarga birinchi tur natijalari bayon qilinib savollar beriladi. Birinchi tur javoblarini inobatga olib ekspertlardan savollarga javob berishi so'raladi. Javoblar yana umumlashtirilib zarur bo'lsa yana qo'shimcha turlar o'tkaziladi. Agar uchinchi turdan so'ng javoblardagi farqlar katta bo'lmasa so'rov o'tkazish tuxtatiladi. Oxirgi tur natijalari umumlashtiriladi va tugallangan hisoblanadi.

Muhokama stenogramma qilinadi. Muhokamaga 20-45 minut ajratiladi.

Keyingi bosqichda seans natijalari boshqa mutaxassislar guruhi tomonidan qayta ishlanadi. Bu bosqichda jami g'oyalar tanqid etiladi va g'oyalar, takliflarning so'nggi ro'yxati tuziladi. Bu ro'yxatga samarali va amaliy g'oyalar kiritiladi.

Delfi usuli. Delfi usuli AQSH da XX asrning 60-yillarda yaratilgan. U sirdan so'rov o'tkazishga asoslangan. Uning xususiyatlari: sirtqi, anonim, so'rovlar bir necha bosqichlarda o'tkaziladi hamda teskari aloqa mavjud, birinchi turdan tashqari har gal ekspertlar oldingi turdagi natijalar haqida ahborot olishadi.

Dastlab ekspertlarga anketalar tarqatiladi, unda muammo izohlanadi, savollar ro'yxati va unga javob berish tavsifi keltiriladi.

Ekspert javoblarni imzo qo'ymasdan pochta orqali jo'natiladi. Tashkilotchilar ekspertlar javoblarini qayta ishlaydi, baho chiqaradi. Mazmun jihatdan o'rtachalar, farqlar va dispersiya hisoblanadi. Bir oy o'tgandan keyin ikkinchi tur o'tkaziladi. Ekspertlarga birinchi tur natijalari bayon qilinib savollar beriladi. Birinchi tur javoblarini inobatga olib ekspertlardan savollarga javob berishi so'raladi. Javoblar yana umumlashtirilib zarur bo'lsa yana qo'shimcha turlar o'tkaziladi. Agar uchinchi turdan so'ng javoblardagi farqlar katta bo'lmasa so'rov o'tkazish tuxtatiladi. Oxirgi tur natijalari umumlashtiriladi va tugallangan hisoblanadi.

Ekspertlarning javoblarini qayta ishlash. Agar javob sonli miqdorlarda bo'lsa, jami ekspertlar guruhining javobini baholash uchun arifmetik o'rtacha, mediana va moda topiladi. Fikrlar farqi uchun variatsiya, kvadratik farq, dispersiya va kvartillar hisoblanadi.

Ekspert baholashning ayrim usullarida, jumladan Delfi usulida mediana, birinchi va uchinchi kvartillar hisoblanadi.

Arifmetik o'rtachaga nisbatan mediana afzalligi:

- birinchi, mediana ayrim ekspert fikriga to'g'ri kelishi;
- medianaga ayrim ekspertlarning javobi o'rtachadan farq qilishi ta'sir qilmaydi.

egri chiziq bo'lib, trend deb ataluvchi vaqt funksiyasi bilan ifodalanadi. Trend – tasodifiy ta'sirlardan holi holda vaqt bo'yicha harakat qonuniyatidir. Trend vaqt bo'yicha regressiya bo'lib, doimiy omillar ta'sirida yuzaga keladigan rivojlanishning determinik tarkibiy qismidir. Trendlardagi chetlanishlar tasodifiy omillar sababli yuzaga keladi. YUqoridagilarga asoslanib vaqt qatori funksiyasini quyidagicha beramiz:

$$y_t = f(t) + \varepsilon_t$$

f_t – jarayonlarning vaqt bo'yicha yo'nalishining doimiy tarkibiy qismi;

ε_t – tasodifiy tarkibiy qismi;

Vaqtli qatorlar rivojlanishida uchta yo'nalish: o'rta darajalar yo'nalishi; dispersiya yo'nalishi; avtokorrelyatsiya yo'nalishi mavjuddir. O'rta daraja yo'nalishi f_t ko'rinishda funksiya bo'ladi. Dispersiya yo'nalishi ε_t ko'rinishda qiymatlarining trend chetlanish.

a_i vazn qabul qiladigan qiymatlarga qarab (9.1) formula bo'yicha tekislash o'zgaruvchi o'rta qiymat yoki eksponensial o'rta qiymat yordamida amalga oshiriladi.

Tekislash jarayoni ikki bosqichda amalga oshiriladi: egri chiziq ko'rinishi tanlash, uning parametrlarini baholash.

Egri chiziqning ko'rinishini tanlashning har xil yo'llari mavjud bo'lib, uning grafigi bo'yicha tenglamalari tanlab olinadi.

1) polinomlar: $\bar{y}_t = a_0 + a_1 t$ - birinchi darajali

$\bar{y}_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2$ - ikkinchi darajali

$\bar{y}_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3$ - uchinchi darajali

$\bar{y}_t = a_0 + a_1 t + \dots + a_k t^k$ - k-chi darajali

2) har xil eksponentlar :

$\bar{y}_t = a_0 a_1^t$

$\bar{y}_t = a_0 a_1^{b_1 t + b_2 t^2}$

$\bar{y}_t = b + a_0 a_1^t$ modifitsilashgan eksponent.

3) mantiqiy egri chiziqlar:

$$\bar{y}_t = \frac{K}{1 + a_0 e^{-a_1 t}}$$

$$\bar{y}_t = \frac{K}{1 + 10^{a_0 + a_1 t}}$$

Bu yerda e - natural logarifm asosi

4) Gompers egri chizigi:

$$\bar{y}_t = k a_0^{a_1^t}$$

Egri chizikli aniqlashning boshqa yo'li birinchi, ikkinchi va x.k. darajalar ayirmasini topishdan iboratdir ya'ni:

$$\Delta_1 = \Delta_1 - \Delta_{1-1}, \quad \Delta_2 = \Delta_2 - \Delta_{2-1}$$

va davom etadi.

Dinamik qatorlarning ekstrapolyasiyasi asosida prognoz qilish har qanday statistik prognozlashlar singari erishilishi lozim bo'lgan aniq maqsadga yo'naltirilgan yoki intervalli bo'lishi mumkin.

Ekstrapolyasiyani umumiy holda quyidagi funktsiya qiymatini aniqlash deb qarash mumkin.

$$y_{t+l} = f(y_t, l, a_j)$$

bu yerda y_{t+l} - dinamik qatorning prognoz qilinadigan qiymati;

l - oldindan aytilishi lozim bo'lgan davr;

y_t - ekstrapolyasiyaga asos qilib olingan qatorlar darajasi;

a_j - trend tenglamalari parametrlari.

Bir o'lchamli dinamik qatorlar ekstrapolyasiyalashning eng oddiy usuli shu qatorlarning o'rta xarakteristikasini qo'llash hisoblanadi:

- o'rta darajalar, o'rta absolyut o'sish va o'sishning o'rta tezligi.

Qatorlarning o'rta darajasi asosida ijtimoiy-iqtisodiy holatlarni ekstrapolyasiyalashda prognoz qilinuvchi daraja qatorlar darajasining o'rta qiymatiga teng bo'ladi:

$$y'_{t+l} = \bar{y}$$

Bu holda ekstrapolyasiya prognostik aniq bahoni beradi. Shunga qaramasdan berilgan baholarning amaldagi ma'lumotlar qiymatlari bilan aniq to'g'ri kelishi kamdan-kam hollarda bo'ladi. Shuning uchun prognoz natijalari ma'lum intervalda berilishi kerak va bu interval

$$y_{t+l} \pm t_{\alpha} S_{\bar{y}}$$

bo'yicha aniqlanadi.

Bunda t_{α} - Styudentning t mezon qiymati

$$S_{\bar{y}} - \text{o'rta kvadrat xatolik va } S_{\bar{y}} = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

yordamida aniqlanadi.

O'rta absolyut o'sish bo'yicha ekstrapolyasiya. Agar rivojlanish

batida, ishchilar soni aholi soni bilan va asosiy fondlar miqdori kapital qo'yilmalar bilan bog'langan.

Buning natijasida ekonometrik tenglamalar tizimi quyidagi shaklda yozilishi mumkin:

$$Y = f(OPF, PPP)$$

$$PPP = f(L)$$

$$OPF = f(KK),$$

bu yerda Y - asosiy ko'rsatkich, PPP - ishchilar soni, OPF - asosiy fondlar hajmi, L - aholi soni, KK - kapital qo'yilmalar.

v) tizimga dinamik xususiyatga ega bo'lgan tenglamalar kiradi. Bu tizimga kiradigan tenglamalar faqatgina har biri vaqt davrida bog'lanishi borligini aniqlamasdan, ilgari bo'lgan omillararo bog'lanishini borligini ham tahlil qilish mumkin ($t-1$).

Masalan, bir jarayonni tahlil etish uchun va uni asosiy ko'rsatkichlarini prognoz davriga hisoblash uchun berilgan ma'lumotlar asosida, ya'ni yalpi mahsulot (VAL), ishchilar soni (RRR), asosiy fondlar (OPF), ish haqi fondi (ZAR), kapital qo'yilmalar (KV), har yili ishga kirgiziladigan asosiy fondlar (OWF) kabi ko'rsatkichlarni tenglamalar tizimi orqali yechib chiqamiz:

$$VAL = f(OPF, PPP)$$

$$PPP = f(VAL, ZAR)$$

$$ZAR = f(VAL, KV)$$

$$OWF = f(KV, OPF)$$

$$OPF = f(OPF(-1), KV)$$

$$KV = f(FN)$$

$$FN = f(ND)$$

Yuqorida keltirilgan tenglamalar tizimi bir biri bilan bog'lanib, ketma-ket hisoblanadi, ya'ni oxirgi tenglama yechilib, uning natijalari omil sifatida oldingi tenglamaga kapital qo'yilmalar hisoblash uchun qo'yiladi. har bir tenglama natijalari o'zidan oldingi

Nazorat va muhokama uchun savollar

1. Ekonometrik tenglamalar tizimi va ularning turlari.
2. Ekonometrik modellarni tekshirish mezonlari nimalar?
3. Bir omilli va ko'p omilli ekonometrik modellarning farqlari qanday?
4. Ekonometrik modellardan prognozlashda qanday foydalanish

bulo.
modellari
nta qiy-
...ning rivojlanishini ko'rsatuvchi modellar.
...nologiyani
...ing ishlab chiqarish
...gaytiradi.

Iqtisodiy-matematik usullar – bu kompleks iqtisodiy va matematik ilmiy fanlarning umumiy nomi bo'lib, ular yordamida iqtisodiy jarayonlarni o'rganish vositalari ishlab chiqiladi.

Ishlab chiqarish funksiyasi – ishlab chiqarilgan mahsulot miqdori bilan shu mahsulotni ishlab chiqarishdagi sarflangan ishlab chiqarish omillari miqdori o'rtasidagi bog'liqlikni ifodalovchi matematik funksiya.

Kvadratik o'rtacha tafovut – bu kvadrat ildiz ostidan chiqarilgan dispersiyadir.

Kvantil – to'plamni ma'lum qadamda teng (4, 5, 10, 100 va h.k.) qismga bo'luvchi belgi qiymatidir.

Kobba-Duglas ishlab chiqarish funksiyasi – iqtisodiyot rivojlanishini tahlil qilishda foydalaniladigan darajali ko'rinishdagi funksiya.

Korrelyatsion bog'lanish – bu shunday to'liqsiz bog'lanishki, unda omillarning har bir qiymatiga turli zamon va makon sharoitlarida natijaning har xil qiymatlari mos keladi.

Korrelyatsion-regression model – bu o'rganilayotgan hodisalar orasidagi bog'lanishni natijaviy belgi bilan muhim omillar o'rtasidagi ishonchli miqdoriy nisbatlar orqali ifodalashdir.

Korrrelyatsion tahlil – hodisalar orasidagi bog'lanish zichlik darajasini baholash usulidir.

Mavsumiy tebranish – ayrim fasl va oylarda ko'p yillik qatorlarda muntazam ravishda kuzatiladigan barqaror tebranishlardir.

Masshtab – bu ishlab chiqarish masshtabining kengayishi surati bilan mahsulot ishlab chiqarishni o'sish surati bog'liqlikni ifodalaydi. Ishlab chiqarishda ishlab chiqarish

Moda Model – to'plamda eng ko'p uchraydigan belgi qiymatidir.

Modelning adekvatligi – lotincha **modulus** so'zidan olingan bo'lib, o'lehev, me'yor degan ma'nolarni anglatadi.

Multikollinearlik – modelning modellashirilayotgan ob'ekt yoki jarayonga mos kelishi.

Nol-gipoteza – umumiy natijaga birgalikda ta'sir etuvchi omillar o'rtasidagi zich korrelyatsion bog'liqlik.

Regression tahlil – ikkita to'plam taqqoslanadigan belgilariga qarab bir biridan farq qilmaydi deb aytilgan taxmindir: $H_0: \bar{x}_1 = \bar{x}_2$.

Sirg'aluvchi o'rtacha Statistik gipoteza – natijaviy belgiga ta'sir etuvchi omillarning samaradorligini aniqlab beruvchi usul.

Statistik masalalar – bu qator darajalarini birin-ketin ma'lum tartibda surish yo'li bilan hisoblangan o'rtacha darajadir.

Stoxastik statistik qonunlar – tanlanma ma'lumotlari asosida tekshirish mumkin bo'lgan bosh to'plam xossasi haqida oldindan aytilgan ilmiy taxmindir.

Taklif funksiyasi – barcha parametrlari vaqtincha bog'liq ravishda o'zgarmaydigan masalalar.

Talab – bu bir turli hodisalarni ommaviy takrorlanishida namoyon bo'ladigan qonunlar.

Talab funksiyasi – bu ishlab chiqaruvchilar va sotuvchilar tomonidan berilgan narxlarda sotilishi mumkin bo'lgan tovarlar miqdori.

Talab funksiyasi – taklifga ta'sir qiluvchi omillar miqdori bilan taklif miqdori o'rtasidagi bog'liqlikni ifodalovchi matematik bog'liqlik.

Talab funksiyasi – berilgan narxlarda xaridorlar tomonidan sotib olinishi mumkin bo'lgan tovarlar miqdori.

Talab funksiyasi – talabga ta'sir diluvchi omillar miqdori bilan talab miqdori o'rtasidagi bog'liqlikni ifodalovchi matematik bog'liqlik.



**Tasodifiy
miqdor**

birliklar majmuasidir. ularning har biri ushbu to'plamning tarkibiy elementi.
– sinov natijasida, avvaldan e'tiborga olib bo'lmaydigan tasodifga bog'liq holda, o'zining mumkin bo'lgan qiymatlaridan birini qabul qiladigan (aynan qaysisi ekani avvaldan ma'lum bo'lmagan) o'zgaruvchi tushuniladi.

**Tasodifiy
miqdorning
taqsimot
qonuni**

– tasodifiy miqdor qabul qilishi mumkin bo'lgan qiymatlari bilan ularning mos ehtimollarini bog'laydigan biror munosabat.

**Tasodifiy
hodisa**

– sinov natijasida ro'y berishi yoki ro'y bermasligi mumkin bo'lgan har qanday fakt.

**Taqsimot
qatorlari**

– to'plam birliklarini ma'lum belgilar asosida guruhlariga (qismlarga) bo'linishi.

To'plam

– bu statistik to'plamni tashkil etuvchi elementlardir.

birliklari

To'plam birligi

– to'plamda kuzatish talab etiladigan element.
– qabul qiladigan cheksiz ko'p qiymatlari sonlar o'qidagi biror chekli yoki cheksiz oralikni tashkil qiluvchi miqdor.

**Uzluksiz
tasodifiy
miqdor**

– barcha bozorlarning o'zaro bir-biriga ta'siri natijasida o'rnatiladigan muvozanatlik. Barcha bozorlarni muvozanat holatda bo'lishi. Bunda biror bozorda muvozanatlik buzulsa boshqa bozorlarda ham muvozanatlik buziladi.

**Umumiy
muvozanatlik**

– bu shunday to'liq bog'lanishki, unda bir belgi yoki belgilar o'zgarish qiymatiga har doim natijaning ma'lum me'yorda o'zgarishi mos keladi.
– muayyan omilning natijaviy belgi variatsiyasiga ta'sirini omillar o'zaro bog'lanishidan «tozalangan» holda o'lchaydi.

**Funksional
bog'lanish**

– taqsimot bo'yicha cho'ziluvchanlik yoki yassilik bo'lib, uning me'yori to'rtinchi momentning

Elastiklik

to'rtinchi darajali kvadratik o'rtacha tafovutga nisbatidan iborat.

**Elastiklik
koeffitsiyenti**

– talab va taklifga ta'sir qiluvchi omillarning o'zgarishi natijasida ularni qanchaga o'zgarishi tushuniladi (narxni, daromadi, iste'molchilar soni va hokazo).
– omil belgining 1% ga o'zgarganda natija qancha foizga o'zgarishini aniqlaydi.

**Eng kichik
kvadratlar
usuli**

– dinamik qatorlarni tekislash hamda tasodifiy miqdorlar o'rtasida bog'lanishning korrelyasion shaklini aniqlash usulidir.

**Erkinlik
darajalar soni**

– to'plam ko'rsatkichlarini topishda qatnashadigan hech qanday bog'lovchi shartlarga ega bo'lmagan erkin miqdorlar sonidir.

V. O'quv qo'llanmalar.

- 5.1. Ходиев Б.Ю., Шодиев Т.Ш., Беркинов Б.Б. Эконометрика: ўқув қўлланма. – Т.: IQTISODIYOT, 2018. – 178 с.
- 5.2. Борковская И. М., Бочило Н. В., Якименко А. А., Яроцкая Л. Д. Эконометрика и экономико-математические методы и модели : учеб.-метод. пособие для студентов экономических специальностей заочной формы обучения. – Минск : БГТУ, 2018. – 129 с.
- 5.3. Кувайскова Ю.Е. Эконометрика. Учебное пособие. – Ульяновск : УлГТУ, 2017. – 166 с.
- 5.4. Большой Энциклопедический Словарь – М., БРЭ, 1977 г.
- 5.5. Валентинов В.А. Эконометрика: Учебник. – М.: ИТК "Дашков и К", 2009. – 367 с.
- 5.6. Бабешко Л.О. Основы эконометрического моделирования: Учебное пособие. – М.: КомКнига, 2010. – 520 с.
- 5.7. Фандеева Л.Н., Лебедев А.В. Теория вероятностей. Учебное пособие. – М.: Эксмо, 2010. – 382 с.
- 5.8. Федосеев В.В. Экономико-математические методы и прикладные модели. Учебное пособие. – М.: ЮНИТИ, 2007. – 520 с.
- 5.9. Ильченко А.Н. Экономико-математические методы. Учебное пособие. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 210 с.
- 5.10. Кундышева Е.С. Математическое моделирование в экономике: Учебное пособие. /под науч. ред. проф. Б.А. Сулакова. – М.: изд. «Дашков и К», 2006. – 410 с.
- 5.11. Гладилин А.В. Эконометрика: Учебное пособие. – М.: КНОРУС, 2006. – 250 с.
- 5.12. Новиков А.И. Эконометрика: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 328 с.
- 5.13. Усманова Д.Қ. ва бошқалар. Финансовый анализ предприятий. Учебное пособие. – Т.: FAN VA TECHNOLOGIYALAR, 2019. – 358 с.
- 5.14. Safarov B., Rahmanov T. Buxgalteriya hisobi: o'quv qo'llanma. – Т.: FAN VA TECHNOLOGIYALAR, 2019. – 380 б.

VI. Ilmiy monografiyalar, maqolalar.

- 6.1. Усманова Д.Қ. Самарканд шаҳридаги меҳмонхоналарда нархларни белгилашнинг ўзига хос хусусиятлари. //Иқтисодий ва таълим журнали. 3-сон// - Т.: - 2018 йил, 107-113-бетлар.
- 6.2. Усманова Д.Қ. Стратегии повышения конкурентоспособности предприятий индустрии гостеприимства. //Сервис илмий-амалий журнали. 4-сон// - Т.: - 2018 йил, 82-бет.
- 6.3. Usmanova D.K. Forms of Innovative Tourism Products. The principle of tourism product innovation. Tourism product innovation strategies in our ancient cities. //European Journal of Management and Business Economics//. 219 у.
- 6.4. Эрназаров О.Э. Инновациялар – саноат корхоналари самарадорлигини ошириш механизмлари. // Ўзбекистон иқтисодий ахборотномаси журнали журнали. 4-сон// - Т.: - 2017 йил, 36-38-бетлар.
- 6.5. Эрназаров О.Э. Научные парки (Science Parks) как одно из условий реализации инновационной стратегии Узбекистана. // Журнал Экономика и предпринимательство. №11// - М.: - 2017 г.
- 6.6. Каржавова Х.А. Инновацион ривожланиш шароитида меҳнат бозорида ҳудудий ахборот хизмати тақомиллаштириш. //Сервис илмий-амалий журнали. 3-сон// - Т.: - 2016 йил, 29-33-бетлар.

VII. Statistik to'plamlar ma'lumotlari.

- 7.1. O'zbekiston raqamlarda. Statistik to'plam. – Т.: O'zbekiston Respublikasi Statistika Qo'mitasi, 2019 yil, 260 b.
- 7.2. Инвестиции республики Узбекистан 2017. Статистический сборник. – Т.: Госкомитет РУз по статистике, 2018. – 148 с.
- 7.3. Промышленность республики Узбекистан 2017. Статистический сборник. – Т.: Госкомитет РУз по статистике, 2018. – 156 с.

4. Сельское хозяйство Узбекистана 2017. Статистический сборник. Т. 1. Госкомитет РУз по статистике, 2018. – 160 с.

VIII. Internet saytlari.

- 8.1 www.mf.uz
- 8.2 www.lex.uz
- 8.3 www.ifmr.uz
- 8.4 www.mineconomy.uz
- 8.5 <http://www.stat.uz>

F - Fisher testining ahamiyatlilik darajasidagi qiymatlari jadvali

$\alpha = 0,05$

$k_1 \backslash k_2$	1	2	3	4	5	6	8	12	24	∞
1	161,45	199,50	215,72	224,57	230,17	233,97	238,89	243,91	249,04	254,32
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,37	19,41	19,45	19,50
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,84	8,74	8,64	8,53
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,04	5,91	5,77	5,63
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,82	4,68	4,53	4,36
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,15	4,00	3,84	3,67
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,73	3,57	3,41	3,23
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,44	3,28	3,12	2,93
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,23	3,07	2,90	2,71
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,07	2,91	2,74	2,54
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	2,95	2,79	2,61	2,40
12	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3,00	2,85	2,69	2,50	2,29
13	4,67	3,80	3,41	3,18	3,02	2,92	2,77	2,60	2,41	2,20
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,70	2,53	2,35	2,13
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,64	2,48	2,29	2,07
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,59	2,42	2,24	2,01
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,55	2,38	2,19	1,96
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,51	2,34	2,15	1,92
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,48	2,31	2,11	1,88
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,45	2,28	2,08	1,85
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,42	2,25	2,05	1,82
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,40	2,23	2,03	1,80
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,38	2,20	2,00	1,77
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,36	2,18	1,98	1,75
25	4,24	3,38	2,99	2,76	2,60	2,49	2,34	2,16	1,96	1,73
26	4,22	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,32	2,15	1,95	1,72
27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,30	2,13	1,93	1,70
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,44	2,29	2,12	1,91	1,68
29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,54	2,43	2,28	2,10	1,90	1,67
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,27	2,09	1,89	1,66
35	4,12	3,26	2,87	2,64	2,48	2,37	2,22	2,04	1,83	1,60
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,18	2,00	1,79	1,56
45	4,06	3,21	2,81	2,58	2,42	2,31	2,15	1,97	1,76	1,53
50	4,03	3,18	2,79	2,56	2,40	2,29	2,13	1,95	1,74	1,51
60	4,00	3,15	2,76	2,52	2,37	2,25	2,10	1,92	1,70	1,47
70	3,98	3,13	2,74	2,50	2,35	2,23	2,07	1,89	1,67	1,44
80	3,96	3,11	2,72	2,49	2,33	2,21	2,06	1,88	1,65	1,42
90	3,95	3,10	2,71	2,47	2,32	2,20	2,04	1,86	1,63	1,40
100	3,94	3,09	2,70	2,46	2,30	2,19	2,03	1,85	1,62	1,39
200	3,89	3,04	2,65	2,42	2,26	2,14	1,98	1,80	1,57	1,34
300	3,87	3,03	2,64	2,41	2,25	2,13	1,97	1,79	1,56	1,33
400	3,86	3,02	2,63	2,40	2,24	2,12	1,96	1,78	1,55	1,32
500	3,86	3,01	2,62	2,39	2,23	2,11	1,95	1,77	1,54	1,31
1000	3,85	3,00	2,61	2,38	2,22	2,10	1,94	1,76	1,53	1,30

t - student ahamiyatlik darajasidagi kritik qiymatlar
0,10, 0,05, 0,01 (ikki tomonlama)

Erkinlik darajasi	Ahamiyatlik darajasi $\alpha=0,10$	Ahamiyatlik darajasi $\alpha=0,05$	Ahamiyatlik darajasi $\alpha=0,01$
1	6,3138	12,706	63,657
2	2,9200	4,3027	9,9248
3	2,3534	3,1825	5,8409
4	2,1318	2,7764	4,6041
5	2,0150	2,5706	4,0321
6	1,9432	2,4469	3,7074
7	1,8946	2,3646	3,4995
8	1,8595	2,3060	3,3554
9	1,8331	2,2622	3,2498
10	1,8125	2,2281	3,1693
11	1,7959	2,2010	3,1058
12	1,7823	2,1788	3,0545
13	1,7709	2,1604	3,0123
14	1,7613	2,1448	2,9768
15	1,7530	2,1315	2,9467
16	1,7459	2,1199	2,9208
17	1,7396	2,1098	2,8982
18	1,7341	2,1009	2,8784
19	1,7291	2,0930	2,8609
20	1,7247	2,0860	2,8453
21	1,7207	2,0796	2,8314
22	1,7171	2,0739	2,8188
23	1,7139	2,0687	2,8073
24	1,7109	2,0639	2,7969
25	1,7081	2,0595	2,7874
26	1,7056	2,0555	2,7787
27	1,7033	2,0518	2,7707
28	1,7011	2,0484	2,7633

Erkinlik darajasi	Ahamiyatlik darajasi $\alpha=0,10$	Ahamiyatlik darajasi $\alpha=0,05$	Ahamiyatlik darajasi $\alpha=0,01$
29	1,6991	2,0452	2,7564
30	1,6973	2,0423	2,7500
40	1,6839	2,0211	2,7045
60	1,6707	2,0003	2,6603
120	1,6577	1,9799	2,6174
∞	1,6449	1,9600	2,5758

O. E. ERNAZAROV, Sh. Q. YULDOSHEV

EKONOMETRIKA ASOSLARI

O'QUV QO'LLANMA

Muharrir
Musahhih
Texnik muharrir

B.Egamberdiyev
L. Xoshimov
N.Isroilov

ISBN-978-9943-6298-4-4

2019 yil 25 dekabrda tahririy-nashriyot bo'limiga qabul qilindi.
2019 yil 26 dekabrda original-maketdan bosishga ruxsat etildi.
Qog'oz bichimi 60x84_{1/16}. "Times new roman" garnituras.
Offset qog'ozi. Shartli bosma tabog'i – 13.5.
Adadi 50 nusxa. Buyurtma № 01/8.

SamDU tahririy-nashriyot bo'limida chop etildi.
140104, Samarqand sh., Universitet xiyoboni, 15.



