

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

TOSHKENT DAVLAT IQTISODIYOT UNIVERSITETI

E K O N O M E T R I K A

O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus, kasb-hunar ta‘limi o‘quv-metodik birlashmalar faoliyatini Muvofiqlashtiruvchi Kengash tomonidan “Iqtisodiyot (Iqtisodiyotda axborot texnologiyalari)”, “Informatika va informatsion texnologiyalar” ta‘lim yo‘nalishlari talabalari uchun o‘quv qo‘llanma sifatida tavsiya etilgan

TOSHKENT - 2007

**THE MINISTRY OF HIGHER AND SECONDARY
SPECIAL EDUCATION OF THE REPUBLIC OF
UZBEKISTAN**

TASHKENT STATE UNIVERSITY OF ECONOMICS

ECONOMETRICS

This manual is recommended by the group of “controlling scientific organizations activities of higher education” of the Ministry of higher and secondary special education, for the students of higher education establishments majoring in economy

Shodiev T.Sh., Xakimov T.X., Boltaeva L.R., Ishnazarov A.I., Nurullaeva Sh., Muminova M.A. “Ekonometrika” (o‘quv qo‘llanma). –T.: TDIU, 2007. –178 b

Ushbu o‘quv qo‘llanmada oliy ta‘limning bakalavr bosqichidagi iqtisodiyot yo‘nalishidagi barcha mutaxassisliklar uchun “Ekonometrika” fanining tasdiqlangan namunaviy o‘quv dasturiga binoan tayyorlangan.

Qo‘llanmada rivojlangan mamlakatlarda va respublikamizda yaratilgan darslik va o‘quv qo‘llanmalardan farqli o‘laroq, o‘zbek tilida lotin alifbosida yaratilgan va ilk bor nashr etilgan o‘quv adabiyotidir.

Qo‘llanmaning afzalligi ekonometrika tushunchalari, iboralari sodda va talabalar tushunadigan tilda yozilganligida, matematik tushunchalar va ifodalar soddalashtirilganligi hamda O‘zbekiston Respublikasi milliy iqtisodiyotiga tegishli axborotlar keng qo‘llanilganligida, u ayrim ekonometrik modellar tahlil qilinganligi bilan ajralib ham turadi.

Qo‘llanmada boshqa ekonometrik adabiyotlarda kam uchraydigan kovariatsiya, variatsiya va korrelyatsiya tushunchalarining mohiyati, iqtisodiy tahlilda amalda qo‘llanilishi, O‘zbekiston Respublikasi milliy iqtisodiyoti uchun yaratilgan ekonometrik modellar, korrelyatsion va regression tenglamalar, ishlab chiqarish funksiyalari va ulardan yaqin kelajakka bashorat qilish uchun foydalanish uslublari? shuningdek mavsumiy tebranish modellari ravon va oson tilda tahlil etilgan, ayrim misol va masalalar echimlari keltirilgan.

Mazkur qo‘llanma bakalavriat bosqichida ta‘lim olayotgan iqtisodiyot yo‘nalishidagi talabalar uchun mo‘ljallangan. Shuningdek, o‘ qo‘llanmadan iqtisodiyot universitetlarida ilmiy tadqiqot olib borayotgan tadqiqotchilar, magistrlar va aspirantlar ham foydalanishi mumkin

Ma’sul muharrir:

Begalov B. – iqtisod fanlari doktori, TDIU «Axborot texnologiyalari va menejment» fakulteti dekani.

Taqrizchilar:

Nabiyev X.– TDIU “Statistika” kafedrası professori, iqtisod fanlari doktori.

Qochqorov A.X. – Toshkent Davlat Aviatsiya Instituti, “Aviatarmoqda marketing” kafedrası mudiri, iqtisod fanlari doktori., professor

Ekspertlar:

Maxmudov N.M. – TDIU “Iqtisodiy informatika” kafedrası mudiri, iqtisod fanlari doktori, professor.

Salimov B.T.- TDIU “Agrobiznes” kafedrası mudiri, iqtisod fanlari doktori, professor

Шодиев Т.Ш., Хакимов Т.Х., Болтаева Л.Р., Ишназаров А.И., Нуруллаева Ш.Г., Муминова М.А. Эконометрика. Учебное пособие. -Т.: ТГЭУ, 2007. –178 с.

Учебное пособие подготовлено в соответствии с типовой программой студентов бакалавриатуры, изучающих «Эконометрику».

Следует подчеркнуть, что в пособии подробно изложены правила вариации и ковариации, сущность корреляционного и регрессионного уравнения, производственных функций и их использования в прогнозировании экономических тенденций. Также, в пособии глубоко проанализированы модели сезонных колебаний и их применение в принятии решений.

Учебное пособие рассчитано студентов обучающихся на экономических специальностях бакалавриатуры. Оно может быть использовано также магистрантами, аспирантами, преподавателями и специалистами, занимающимися вопросами эконометрического моделирования.

Ответственный редактор:

Бегалов Б.А. д.э.н, проф. кафедры “Экономическая информатика” ТГЭУ.

Рецензенты:

Набиев Х. – д.э.н, проф. Кафедры “Статистика” ТГЭУ.

Кучкаргов А.Х. – д.э.н., проф. зав. кафедры “Маркетинг в авиаотраслях” ТГАИ.

Эксперты:

Махмудов Н.М. – д.э.н., проф. зав. кафедры “Экономическая информатика” ТГЭУ

Салимов Б.Т. – д.э.н., проф. зав. кафедры “Агробизнес” ТГЭУ.

Shodiev T.Sh., Xakimov T.X., Boltaeva L.R., Ishnazarov A.I., Nurullaeva Sh., Muminova M.A. “Econometrics” –T.: TDIU, 2006. –178 p.

This textbook has been designed according to the typical syllabus for undergraduate level students studying Econometrics. The major features of textbook are:

Firstly, it's first published in the Uzbek language textbook using Latin alphabet; secondly, comparison to other textbooks published in the developed countries or even in Uzbekistan, it requires only basic mathematical knowledge and easy to understand for students econometric terms and tools; thirdly, there are many examples and econometric models constructed for Uzbek national economy.

Especially, it should be noted that in the textbook more precisely covariance and variance rules, the meaning of correlation and regression equation, production functions and their usage in the forecasting deeply investigated and explained. Also the seasonal fluctuations models, examples and tasks for their solutions are presented in the textbook.

The textbook is targeted to the students seeking to hold bachelor degree on economic specializations. But it can be used also by researchers, students of master levels and aspirants of economical establishments.

Executive Editor:

Information technology and management faculty Dean, TSUE, Doctor of economic sciences professor, **Begalov B. A**

Reviewers:

Professor of Statistics department , TSUE; Doctor of economic sciences, **Nabiev Kh.**

Marketing of Aviation department chair, TSAI; Doctor of economic sciences, professor **Kuchkarov A.Kh.**

Experts:

Economic information department chair, TSUE, Doctor of economic sciences, professor **Makhmudov N.M.**

Agrobiznes department chair, TSUE; Doctor of economic sciences, professor **Salimov B.T.**

KIRISH

Fanni o'rganishning dolzarbligi. Respublikamizning barcha jabhalarida olib borilayotgan tub iqtisodiy islohotlar mamlakatimizning jahon miqyosida obro'sining oshishiga, barcha mamlakatlar bilan teng o'zaro foydali sheriklik tamoyillari asosida munosabatlar olib borishga qaratilgan.

Mamlakatimizning dunyo miqyosida iqtisodiy, siyosiy va boshqa sohalarda rivojlanishini ta'minlovchi asosiy omillardan biri - bu uning kadrlaridir.

Mamlakatimizda qabul qilingan «Ta'lim to'g'risida»gi, «Kadrlar tayyorlash Milliy dasturi» Qonunlariga asosan ta'lim olayotgan barcha talabalarni raqobatbardoshligini oshirish maqsadida bugungi kunda ta'lim jarayonlari tubdan o'zgartirilmoqda. Ta'lim sohasida o'qitishning yangi shakllari: yangi pedagogik texnologiyalar, zamonaviy axborot texnologiyalari asosida ta'lim berish usullari keng qo'llanilmoqda. Bu esa ta'lim oluvchilarning har tomonlama yetuk, bilimdon va raqobatbardoshligini ta'minlashga imkon beradi.

Jumladan, TDIUda 5521900 – «Informatika va informatsion texnologiyalar» nomli yangi ta'lim yo'nalishi va mutaxassislik faoliyat olib bormoqda. Ushbu mutaxassislik talabalariga jahon andozalariga muvofiq ta'lim dasturi yaratilgan bo'lib, unda eng zamonaviy fanlardan mashg'ulotlar olib, borilmoqda.

Ushbu 5521900 – «Informatika va informatsion texnologiyalar» nomli ta'lim yo'nalishi talabalariga «Ekonometrika» fani 3 kursning 1 va 2-semestrlarida o'tiladi.

«Ekonometrika» fanning asosiy maqsadi milliy iqtisodiyot va uning tarmoqlari, korxonalar va firmalar kabi murakkab iqtisodiy tizimlarning modellashtirish asoslarini o'rgatishdan, aniq iqtisodiy ob'ektlar misolida modellashtirishning qo'yilishi, ularning iqtisodiy mazmuni, masalalarni kompyuter dasturlarida yechish va olingan natijalarni iqtisodiy talqin qilish kabi bosqichlarni o'rgatishdan iboratdir.

Qo'llanmani tayyorlash milliy iqtisodiyotning hozirgi tizimiga asoslangan va bu tizimga taalluqli bo'lgan modellar uni to'liq ifodalaydi, degan tushunchadan kelib chiqib amalga oshirilgan.

Hozirgi paytda iqtisodiy fan va amaliyot murakkab iqtisodiy, xo'jalik va nazariy masalalarni hal qilishda amaliy matematika yutuqlaridan keng foydalanilmoqda.

Qarorlar qabul qilish tizimi iqtisodiy tizimning ayrim bo'g'inlaridagi ishlab chiqarish resurslari bilan mahsulot ishlab chiqarish, uni saqlash va iste'mol qilishning eng maqbul variantlarini topishdan iboratdir.

«Ekonometrika» fanini 5340100 - «Iqtisodiyot» ta'lim yo'nalishi («Iqtisodiyotda axborot tizimlari») bakalavriat talabalari ham o'rganadi.

O'qitish turlari - ma'ruza, amaliy va laboratoriya mashg'ulotlaridan iborat. Laboratoriya darslarida har bir mavzu bo'yicha masalalar tuzilib, ular kompyuterlar yordamida maxsus dasturlardan foydalanilgan holda echiladi.

Nazorat turi - reyting va quyidagilarga bo'linadi: joriy baholash; oraliq baholash; yakuniy baholash. Yakuniy baholashda yozma ish o'tkaziladi. Mazkur qo'llanma fan bo'yicha namunaviy dastur asosida tuzilgan bo'lib, uning barcha bo'limlarini va masalalarini qamrab olgan.

Fan bo'yicha o'quv adabiyotlarning qiyosiy tahlili. Darhaqiqat, "Ekonometrika" fani bo'yicha ko'plab zamonaviy darslik va o'quv qo'llanmalari mavjud. Ular saliga quyidagilarni kiritish mumkin: Дугерти К. Введение в эконометрику. -М.: ЮНИТИ. 2001, Кремер Н.Ш. Эконометрика: Учебник. -М.: ЮНИТИ-ДАНА. 2002, Магнус Я.Р. Эконометрика: Начальный курс. -М.: Дело, 2001, Гельман В.Я. Решение математических задач средствами Excel. Практикум. -С.Нб.: Питер, 2003, Горбунов В.К. Математическая модель потребительского спроса. Теория и прикладной потенциал. М.: Экономика, 2004, Каплан А.В. Решение экономических задач на компьютере. -СПб.: Питер, 2004, Количественные методы в экономических исследованиях: Учебник для вузов /Под ред. Ш.В.Грачевой, М.Н.Фадеевой, Ю.Н.Черемных. -М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004, Росленский В.З. Количественный анализ в моделях экономики. Лекции для студентов. -М.: Экономический факультет МГУ, ТЕИС, 2002, Эконометрика. Учебник. /Под ред И.И.Елисейевой. -М.: Финансы и статистика, 2004.

Ammo, mazkur qo'llanmaning afzallik jihati uning respublikamiz ijtimoiy-iqtisodiy xususiyatlaridan kelib chiqqan holda modellar tuzish va ularni tahlil qilish, iqtisodiy qarorlar qabul qilishni mantiqiy ketma-ketlikda bayon etish, zamonaviy standart dasturlar, internet saytlaridan hamda eng muhimi axborot va pedagogik texnologiyalaridan foydalanishni nazarda tutadi. Mazkur qo'llanma ushbu fan bo'yicha ilk bor lotin alfavitida yaratilgan adabiyotdir. Bu qo'llanma yaratilishida ilg'or mamlakatlar tajribasi ham o'rganilgan.

1-Bob. Ekonometrika fanining asosiy maqsadi, mohiyati va ekonometrik modellashtirishning zarurligi

1.1. Iqtisodiyotda ekonometrik modellashtirishning zarurligi.

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

Ekonometrik modellarning ahamiyatini quyidagilarda ko'rish mumkin:

1. Ekonometrik usullar va modellar iqtisodiy va tabiiy fanlarni rivojlantirishda yatakchi vosita bo'lib xizmat qiladi.

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

3. Ekonometrik usullar va modellar yordamida tuzilgan bashoratlarni 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.

5. Ekonometrik usullar va modellar hisoblash ishlarini avtomatlashtirish, aqliy mehnatni yengillashtirish, iqtisodiy soha xodimlarining mehnatini ilmiy asosda tashkil etish va boshqaruv qarorlarini sifatliroq tayyorlash imkonini beradi.

Bu kompleksning bitta tahlil ob'ekti bor - ya'ni, iqtisodiyot, iqtisodiy tizimlar, asosiy o'rganish predmeti esa, ulardagi miqdoriy bog'lanishlardir. Boshqa iqtisodiy fanlarga qaraganda, ushbu kompleks iqtisodiyotni har xil ekonometrik usullar va modellar asosida tahlil qiladi.

1.2. Ekonometrik modellashtirish usullari tasnifi

Asosiy ekonometrik usullarga quyidagi usullar kiradi:

1. Matematik statistika usullari. U o'z navbatida quyidagi usullarga bo'linadi:

- a) dispersion tahlil;
- b) korrelyatsion tahlil;
- v) regression tahlil;
- g) omilli (omiliy) tahlil;
- d) indekslar nazariyasi.

2. Makroekonometrik usullar:

- a) iqtisodiy o'lish nazariyasi;
- b) tarmoqlararo balanslar;
- v) ishlab chiqarish funktsiyalari nazariyasi;
- g) talab va taklif tahlili;

3. Optimal dasturlash:

- a) chiziqli dasturlash;
- b) kasr-chiziqli dasturlash;
- v) butun sonli dasturlash;
- g) dinamik dasturlash;
- d) stoxastik dasturlash;
- e) o'yinlar nazariyasi va boshqalar.

4. Bozor iqtisodiyotiga taalluqli usullar:

- a) erkin raqobat modellari;
- b) firmalarga taalluqli modellar.

Jamiyatdagi va iqtisodiyotdagi ob'ektlarni matematik modellar yordamida kuzatish va o'rganish mumkin. Bu tushuncha modellashtirish deyiladi.

Model so'zi lotincha **modulus** so'zidan olingan bo'lib, o'lchov, me'yor degan ma'noni anglatadi.

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

Demak, modelning haqiqiyliigi to'plangan ma'lumotlar hajmiga, aniqlik darajasiga, tadqiqotchining malakasiga va modellashtirish jarayoniga, aniqlanadigan masalaning xarakteriga bog'liqdir. Shuni ham unutmaslik kerakki, juda soddalashtirilgan model qo'yilgan talablarga to'la javob bermaydi va aksincha, murakkab model esa uni echish jarayoniga qiyinchiliklar tug'diradi.

1.3. Ekonometrik modellashtirish bosqichlari.

Ekonometrik modellarni tuzish bir qancha bosqichlardan tashkil topadi. Ularni alohida ko'rib chiqaylik:

Birinchi bosqich. 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.

Ikkinchi bosqich. Bu bosqichda izlanayotgan noma'lum o'zgaruvchilar qaysi, qanday maqsadni ko'zda tutadi, natija nimalarga olib keladi kabi savollar aniqlangan bo'lishi kerak.

Uchinchi bosqich. Modellashtirilayotgan jarayonning iqtisodiy-matematik modeli tenglamalari va tengsizliklar tizimi shaklida ifodalanadi.

To'rtinchi bosqich. Tuzilgan iqtisodiy-matematik modelning miqdoriy yechimini aniqlaydigan usul tanlanadi.

Beshinchi bosqich. Masalani yechish uchun kerakli bo'lgan barcha iqtisodiy ma'lumotlar to'planadi.

Oltinchi bosqich. Olingan ma'lumotlar statistik tahlil qilinib, EHMda tanlangan usul va dasturdan foydalanib, qo'yilgan masala yechiladi.

Yettinchi bosqich. Olingan natijalar iqtisodiy tahlil qilinadi va optimal variant tanlanadi.

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.

1.4. Ekonometrikada optimal dasturlash usulini qo'llash

Har bitta ishlab chiqarish jarayonini matematik formulalar bilan ifodalash mumkin. Masalan, bir nechta tarmoqlarda ($j = 1, 2, \dots, n$) faoliyat ko'rsatadigan korxonalar bor. ($i = 1, 2, \dots, m$). Ularning har biri turli xildagi mahsulotlar ishlab chiqaradi (X_j). Mahsulotdan olinadigan daromadni C_j bilan belgilaymiz. Yalpi daromad esa, $C_j \times X_j$ ga teng bo'ladi. Bu daromadni albatta iloji boricha ko'p olish kerak. Ya'ni $C_{ij} X_{ij} \rightarrow \max$ ga intilishi lozim.

Bunga mos maqsad funktsiyasi:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \max \quad (1)$$

Bu maqsadga erishishda bir nechta shartlar ham bajarilish kerak. Ya'ni:

1) ishlatiladigan resurslar korxonada resurslarni bor zahirasidan ko'p bo'lishi kerak emas.

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} x_{ij} \leq b_i, \quad (2)$$

Bu yerda a_{ij} - har bitta mahsulotga i -korxonadan j -tarmoqda ketadigan harajat normativlari.

2) O'zgaruvchilarning nomanfiylik sharti:

$$x_{ij} \geq 0$$

Bularni hisobga olib, ushbu chiziqli dasturlash usulining umumiy masalasini yozib chiqamiz:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min(\max) \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} x_{ij} \leq b_i, \quad (4)$$

$$x_{ij} \geq 0$$

Qisqa xulosalar

«Ekonometrika» fanning asosiy maqsadi milliy iqtisodiyot va uning tarmoqlari kabi murakkab iqtisodiy tizimlarning modellashtirish asoslarini, aniq iqtisodiy ob'ektlar misolida modellashtirishning qo'yilishi, ularning iqtisodiy mazmuni, masalalarni kompyuter dasturlarida yechish va olingan natijalarni iqtisodiy talqin qilish kabi bosqichlarni o'rgatishdan iboratdir. Ekonometrik usullar oddiy an'anaviy usullarni inkor etmasdan, balki ularni yanada rivojlantirishga va ob'ektiv o'zgaruvchan natija ko'rsatkichlarini boshqa ko'rsatkichlar orqali muayyan tahlil qilishga yordam beradi.

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

Nazorat va muhokama uchun savollar

1. Ekonometrika fanining maqsadi nimalardan iborat.
2. Ekonometrik modellashtirishning zarurligi.
3. Ekonometrikaning qo'llanish sohalari tushuntirib bering.
4. Ekonometrik modellashtirish usullari tasnifi qanday?
5. Ekonometrik modellarni tuzish bosqichlarini aytib bering.
6. Iqtisodiy model so'zini tushintirib bering.
7. Ekonometrik tenglamalar tizimini tuzish qoidalari
8. Iqtisodiy-matematik modellarga ta'rif bering
9. Optimal dasturlash usullarini sanab bering.
10. «Model» tushunchasiga ta'rif bering.

Asosiy adabiyotlar

1. Дюгерти К. Введение в эконометрику. – М.: ЮНИТИ, 2003.
2. Кремер Н.Ш. Эконометрика: Учебник. – М.: ЮНИТИ – ДАНА, 2003.
3. Маклакова С.В. Моделирование бизнес-процессов с All fusion Process Modeler. -М.: Диалог-МИФИ, 2004.
4. Замков О.О. и др. Математические методы в экономике. -М.: Дело и Сервис, 2004.

Internet saytlari

1. www.nber.com – AQShning “Iqtisodiy tadqiqotlar milliy byurosi” serveri. Butun dunyodan olingan iqtisodiy tadqiqotlar bo'yicha ilmiy maqolalarni olishni ta'minlaydi.
2. www.msu.ru –MDU serveri. Fanlar bo'yicha namunaviy, ishchi dasturlari, elektron adabiyotlarni olishni ta'minlaydi.
3. www.mesi.ru – Moskva iqtisod-statistika instituti serveri. Fanlar bo'yicha namunaviy, ishchi dasturlari, elektron adabiyotlarni olishni ta'minlaydi.

2-Bob.Statistik tushunchalar.

2.1.Asosiy iqtisodiy-statistik tushunchalar

Tasodifiy miqdor X deb, avvaldan no'malum bo'lgan va oldindan inobatga olib bo'lmaydigan tasodifiy sabablarga bog'liq bo'lgan hamda sinash natijasida bitta mumkin bo'lgan qiymat qabul qiluvchi miqdorga aytiladi.

Diskret (uzlukli) tasodifiy miqdor deb, ayrim, ajralgan qiymatlarni ma'lum ehtimollar bilan qabul qiluvchi miqdorga aytiladi. Diskret tasodifiy miqdorning mumkin bo'lgan qiymatlari soni chekli yoki cheksiz bo'lishi mumkin.

Uzluksiz tasodifiy miqdor deb chekli yoki cheksiz oraliqdagi barcha qiymatlarini qabul qilishi mumkin bo'lgan miqdorga aytiladi.

Diskret tasodifiy miqdorning matematik kutilishi deb, uning barcha mumkin bo'lgan qiymatlarini mos ehtimollarga ko'paytmalari yig'indisiga aytiladi:

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

Matematik kutilishning xossalari.

1-xossa. O'zgarmas miqdorning matematik kutilishi shu o'zgarmasning o'ziga teng:

$$M(C) = C \quad (2)$$

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

$$M(CX) = CM(X) \quad (3)$$

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

$$M(XY) = M(X)M(Y) \quad (4)$$

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

$$M(X+Y) = M(X) + M(Y) \quad (5)$$

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

$$\nu_k = M(X^k) \quad (6)$$

X tasodifiy miqdorning k - tartibli markaziy momenti deb, $(X - M(X))^k$ miqdorning matematik kutilishiga aytiladi:

$$\mu_k = M[(X - M(X))^k] \quad (7)$$

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

To'plamning quyidagi turlari mavjud:

- asosiy;
- tanlama;
- cheklangan;
- cheksiz.

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

Bosh to'plam deb tanlanma ajratilgan ob'ektlar 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'ektlardan iborat deb faraz qilinadi. Bunday yo'l qo'yish shu bilan oqlanadagi 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:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (8)$$

Variatsiya - belgining o'zgarishidir.

Variant - o'zgaruvchi belgining konkret ifodasi. Variantlar lotin harflarida belgilanadi.

Masalan:

$$\begin{array}{l} X_1, X_2, \dots, X_k \\ Y_1, Y_2, \dots, Y_k \end{array} \quad (9)$$

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

Agar variantlarni ko'payish yoki kamayish bo'yicha joylashtirsak, *tartibli variatsion qatorni* tuzamiz.

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

Masalan, to'plamda 60200 so'm ish haqi oladigan 3 kishi bo'lsa $m=3$ - chastota 3 ga teng.

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

$$w_i = \frac{m_i}{\sum_{i=1}^n m_i}, \quad \sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (10)$$

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

Tanlanmaning statistik taqsimoti deb variantalar va ularga mos chastotalar yoki nisbiy chastotalar tuzatiga aytiladi.

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

$$R = X_{\max} - X_{\min} \quad (11)$$

O'rtacha chiziqli farq (ρ):

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

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

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

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

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

O'rtacha kvadratik farq (σ) - belning o'zgarishini ifodalaydi va quyidagicha hisoblanadi:

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

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

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

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

ossilyatsiya koeffitsiyent.

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

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

Moda M_0 deb eng kata chastotaga ega bo'lgan variantaga aytiladi. Masalan, ushbu

variant	1	4	7	9
chastota	5	1	20	6

qator uchun moda 7 ga teng.

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

$$M_i = \frac{X_k + X_{k+1}}{2} \quad (12)$$

Normal taqsimotdan farq qiladigan taqsimotlarni o'rganishda bu farqni miqdor jihatdan baholash zarurati yuzaga keladi.

Normal taqsimot deb

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} \quad (13)$$

differensial funksiya bilan tavsiflanadigan uzluksiz tasodifiy miqdor taqsimotiga aytiladi (a - normal taqsimotning matematik kutilishi, σ - o'rtacha kvadratik chetlanishi).

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

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

$$A_3 = \frac{\mu_3}{\sigma^3} \quad (14)$$

Agar taqsimot egri chizig'ining «uzun qismi» matematik kutilishdan o'ngda joylashgan bo'lsa, assimetriya musbat, agar egri chizig'ining «uzun qismi» matematik kutilishidan chapda yotsa, assimetriya manfiy. Assimetriya ishorasi amalda taqsimot egri chizig'ining modaga (differensial funksiyaning maksimum nuqtasiga) nisbatan joylashish bo'yicha aniqlanadi: agar egri chiziqning uzun qismi modadan o'ngda joylashgan bo'lsa, u holda assimetriya musbat, agar chapda joylashgan bo'lsa, u holda assimetriya manfiy.

«Tiklikni», ya'ni nazariy taqsimotning normal egri chiziqqa qaraganda ko'p yoki kam ko'tarilishini baholash uchun eksnessdan foydalaniladi.

Nazariy taqsimot eksnessi deb

$$E_k = \frac{\mu_4}{\sigma^4} - 3 \quad (15)$$

tenglik bilan aniqladigan xarakteristikaga aytiladi.

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

AvtoKorrelyatsiya - bu dinamik qatordagi ketma-ket qiymatlar orasidagi bog'liqlikdir.

Avto regressiya - dinamik qatorning oldingi qiymatlarining keyingi qiymatlariga ta'sirining regressiyasi.

Avto regressiya xatosi qoldiq dispersiyani oddiy dispersiyaga nisbati orqali topiladi.

$$\varphi = \frac{\sum (y - \bar{y}_t)^2}{\sum (y - \bar{y})^2} \quad (16)$$

Ikkita omil orasidagi chiziqli bog'lanishda $|r| > 0.85$ bo'lsa, *kollinearlik* mavjud bo'ladi, bir necha omillar bog'lanishida *multikollinearlik* deb ataladi.

2.2. Bog'lanishni shaklini topish

Bog'lanishni shaklini topish ikki bosqichda bajariladi:

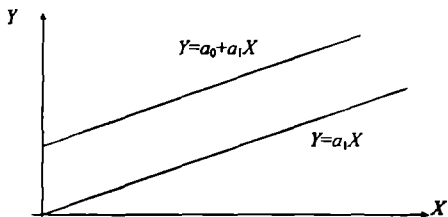
- 1) Bog'lanish turi aniqlanadi (eng maqbul bo'lgan funksiyani tanlaymiz).
- 2) Tanlangan funksiyaning parametrlarini hisoblaymiz.

Funksiya turi:

1) Chiziqli

$$Y = a_1 X$$

$$Y = a_0 + a_1 X$$



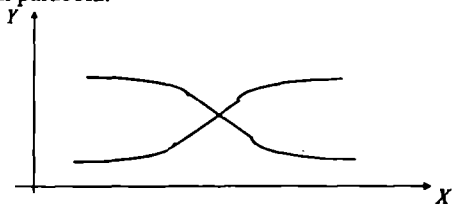
2) Ikkinchi va uchinchi darajali parabola:

$$Y = a_1 X^2$$

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

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

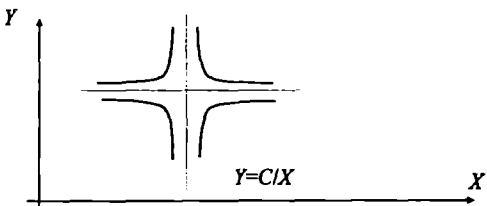
$$Y = a_0 + a_1 X + a_2 X^2 + a_3 X^3$$



3) Giperbola

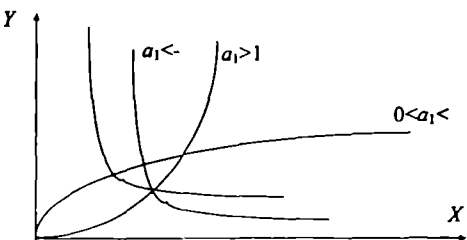
$$Y = \frac{C}{X}$$

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



4) Darajali funksiya

$$Y = a_0 X^{a_1}$$



2.3. Eng kichik kvadratlar usuli

Regressiya tenglamasining koeffitsiyentlarini eng kichik kvadratlar usuli asosida hisoblash mumkin. Mezon: haqiqiy miqdorlarning tekislangan miqdorlardan farqining kvadratlari yig'indisi eng kam bo'lishi zarur:

$$S = \sum (y - \bar{y}_i)^2 \rightarrow \min \quad (17)$$

Misol: $Y_i = a_0 + a_1 t$

Qiyamat $\sum (y - \bar{y}_i)^2$ eng kam bo'lishi uchun birinchi darajali hosilalar nolga teng bo'lishi kerak.

$$S = \sum (Y - \bar{Y}_i)^2 = \sum (Y - a_0 - a_1 t)^2 \rightarrow \min \quad (18)$$

$$\frac{\partial S}{\partial a_0} = 0;$$

$$\frac{\partial S}{\partial a_1} = 0;$$

$$\begin{cases} n \cdot a_0 + a_1 \sum t = \sum y \\ a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 = \sum y \cdot t \end{cases} \quad (19)$$

Normal tenglamalar tizimi.

$$S = \sum (Y - \bar{Y}_i)^2 \rightarrow \min \quad (20)$$

Demak,

$$\bar{Y} = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \dots + a_n x^n \quad (21)$$

$$\frac{\partial S}{\partial a_0} = \sum [2(Y - a_0 - a_1 X - a_2 X^2 - \dots - a_n X^n)] \cdot (-1) = 0 \quad (22)$$

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

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

Chiziqli funksiya bo'yicha tekislanganda

$$\bar{Y} = a_0 + a_1 X \quad (23)$$

$$S = \sum (Y - a_0 - a_1 X)^2 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} \frac{\partial S}{\partial a_0} = \sum 2(Y - a_0 - a_1 X) \cdot (-1) = 0 \\ \frac{\partial S}{\partial a_1} = \sum 2(Y - a_0 - a_1 X) \cdot (-X) = 0 \end{cases} \quad (24)$$

Bundan,

$$\begin{cases} \sum y - n \cdot a_0 - a_1 \cdot \sum X = 0 \\ \sum y \cdot X - a_0 \cdot \sum X - a_1 \cdot \sum X^2 = 0 \end{cases} \quad (25)$$

$$\begin{cases} n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum X = \sum y \\ a_0 \cdot \sum X + a_1 \cdot \sum X^2 = \sum y \cdot X \end{cases} \quad (26)$$

Chiziqli korrelyatsia ko'effitsiyentining hisoblash formulasi:

$$r_{y/x} = \frac{\overline{X \cdot Y} - \bar{X} \cdot \bar{Y}}{\sigma_x \cdot \sigma_y} \quad (27)$$

bu yerda, σ_x - X belgining kvadratik farqining o'rtachasi;

σ_y - Y belgining kvadratik farqining o'rtachasi.

$$\sigma_x = \sqrt{\overline{X^2} - (\bar{X})^2}; \quad (28)$$

$$\sigma_y = \sqrt{\overline{Y^2} - (\bar{Y})^2}. \quad (29)$$

Determinatsiya ko'effitsiyenti korrelyatsia ko'effitsiyentining kvadratiga teng.

2.4. Variatsion qatorning asosiy statistik xarakteristikalarini hisoblash.

Quyidagi jadvalda keltirilgan ma'lumotlar asosida iqtisodiy ko'rsatkichlarning asosiy statistik xarakteristikalari hisoblangin. Bu yerda Y - iste'mol xarajatlari, X - Shaxsiy daromad.

Yillar	Y	X
1980	195,0	207,7
1991	209,8	207,7
1992	219,8	238,7
1993	238,0	252,5
1994	238,0	256,9
1995	256,9	274,4
1996	269,9	292,9
1997	285,2	308,8
1998	293,2	317,9
1999	313,5	337,1
2000	328,2	349,9
2001	337,3	364,7
2002	356,8	384,6
2003	375,0	402,5
2004	399,2	431,8

Bu masalani yechilishini MS Excel yordamida o'tqazamiz.

Ko'rsatkichlarni tahlil qiluvchi «**Описательная статистика**» orqali bir necha ma'lumot massivlari uchun asosiy statistik xarakteristikalar natijaviy jadvalini olish mumkin.

Buning uchun quyidagi bosqichlar bajariladi:

- 1) berilgan ma'lumotlar kiritiladi;
- 2) bosh menyuda ketma ket belgilar tanlanadi **Сервис / Анализ данных / Описательная статистика**, bulardan keyin **OK** knopkasi bosiladi;
- 3) dialog derazasi to'ldiriladi:
Входной интервал– ko'rsatkichlarni qamragan diapazoni;
Группирование– guruhlantirish qatorlar yoki ustunlar bo'yicha bajarilganligi tug'risida qo'shimcha ma'lumot;
Выходной интервал – kelajak diapazonning eng yuqori chap belgisi;
Новый рабочий лист– yangi ishchi varaqning nomi.



Berilgan iqtisodiy ko'rsatkichlar uchun natijaviy statistik xarakteristikalar

	A	B	C	D	E
		У	Х		
1	1990	195	207,7		
2	1991	209,8	207,7		
3	1992	219,8	238,7		
4	1993	238	252,5		
5	1994	238	256,9		
6	1995	256,9	274,4		
7	1996	269,9	292,9		
8	1997	285,2	308,8		
9	1998	293,2	317,9		
10	1999	313,5	337,1		
11	2000	328,2	349,9		
12	2001	337,3	364,7		
13	2002	356,8	384,6		
14	2003	375	402,5		
15	2004	399,2	431,8		
16					
17					
18					
19					

Qisqa xulosalar.

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'zgaruvchilar 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.

AvtoKorrelyatsiya - bu dinamik qatordagi ketma-ket qiymatlar orasidagi bog'liqlikdir. Avtoregressiya - dinamik qatorning oldingi qiymatlarining keyingi qiymatlariga ta'sirining regressiyasi.

Avtokorrelyatsiya va avtoregressiyani aniqlash dinamik qatorlarni tekislashda muhimdir.

Nazorat va muhokama uchun savollar.

1. Iqtisodiy-statistik modellar qachon qo'llaniladi?
2. Iqtisodiy-statistik modellarning xususiyatlari nimalardan iborat?
3. Dinamik qatorlar deganda nimani tushunasiz?
4. Asosiy iqtisodiy-statistik tushunchalarni bayon qiling.
5. O'rtacha miqdorlar va o'rta chiziqli chetlanishni qanday ta'riflaysiz?
6. "Eng kichik kvadratlar usuli" ning mohiyatini tushuntirib bering.
7. Normal tenglamalar tenglamasini yechish usullarini tushuntirib bering.
8. To'g'ri chiziq bo'yicha eng kichik kvadratlar usuli yordamida tenglash qanday amalga oshiriladi?
9. Korrelyatsiya koeffitsiyenti nimani bildiradi va uni qanday hisoblanadi?
10. Determinatsiya koeffitsiyentining iqtisodiy ma'nosi nimadan iborat va u Korrelyatsiya koeffitsiyenti bilan qanday bog'langan?

Asosiy adabiyotlar

1. Айвазян С. А. Прикладная статистика и основы эконометрики: Учебник. – М.: ЮНИТИ, 2003.
2. Замков О.О. и др. Математические методы в экономике. Учебник. –М.: Дело и Сервис, 2004.
3. Мур Дж.У. Экономическое моделирование в Microsoft Excel. –М.: Изд. дом. «Вильямс», 2004.

Internet saytlar.

1. www.icsti.ru – ilmiy va texnik ahborotlar halqaro markazining serveri. Turli bilimlar sohasi bo'yicha ma'lumotlar bazasiga kirish imkoniyatini va chet el milliy hamda halqaro EHM tarmoqlariga kirishni ta'minlaydi.
2. www.atv-emmm.narod.ru - Rossiya Federatsiyasining matematik modellashtirish bo'yicha turli mavzulardagi ma'lumotlarni olishni ta'minlovchi sayti.

3. www.oup.com.uk - Buyuk Britaniyadagi OKSFORD universiteti sayti. Matematik modellashtirish, ekonometrika sohalari bo'yicha ma'lumotlarni olishni ta'minlaydi.
4. www.bitex.ru/~dialog/markl_modeler.html - Rossiyaning «BITEX» kompaniyasining sayti. Bu sayt bozor iqtisodiyoti sharoitida matematik modellashtirish, biznes jarayonlari, ahborot texnologiyalari bo'yicha ma'lumotlarni olishni ta'minlaydi.
5. www.center.neic.nsk.su/page_rus/bmodel.html - Novosibirsk universitetining sayti. Bu sayt iqtisodiy jarayonlarni modellashtirish bo'yicha ma'lumotlarni olishni ta'minlaydi.

3-Bob. Asosiy taqsimot qonunlari

3.1. Binomial taqsimot qonuni

Ta'rif. Agar X diskret tasodifiy miqdor $0, 1, 2, \dots, m, \dots, n$ qiymatlarini

$$P(X = m) = C_n^m p^m q^{n-m} \quad (3.1)$$

ehtimollar bilan qabul qilsa, (bu yerda $0 < p < 1$, $q = 1 - p$, $m \leq n$, $m = 0, 1, \dots, n$.) bunday taqsimot binomialga ega deyiladi.

Binomial taqsimot qonuni qo'yidagi jadval ko'rinishga ega:

x_i	n	$n-1$	$n-2$	...	m	...	0
p_i	$C_n^n p^n$	$C_n^{n-1} p^{n-1} q$	$C_n^{n-2} p^{n-2} q^2$	...	$C_n^m p^m q^{n-m}$	...	p^n

Ravshanki, binomial taqsimot qonunning aniqlanishi mantiqan to'g'ri, chunki taqsimot qatorining asosiy xossasi $\sum_{i=0}^n p_i = 1$ bajarilgan bo'lib, $\sum_{i=0}^n p_i$ yig'indi Nyuton binomi yoyilmasi hamma hadlarining yig'indisidan iborat:

$$p^n + C_n^1 p^{n-1} q + C_n^2 p^{n-2} q^2 + \dots + C_n^m p^m q^{n-m} + \dots + q^n = (p + q)^n = 1^n = 1$$

Teorema. Agar n ta sinashda A hodisaning ro'y berish ehtimoli bir xil R ga teng bo'lsa, u holda uning matematik kutilmasi

$$M(X) = np, \quad (3.2)$$

uning dispersiyasi esa

$$D(X) = npq. \quad (3.3)$$

formulalar orqali ifodalanadi.

A hodisaning ro'y berishlari soni m dan iborat X tasodifiy miqdori shunday bog'liq bo'lmagan tasodifiy miqdorlar yig'indisi $X_1 + X_2 + \dots + X_k + \dots + X_n$ ko'rinishida tasavvur etish mumkin, qo'shiluvchi tasodifiy miqdorlarning barchasi yagona taqsimot qonuniga ega bo'ladi, ya'ni

$$X = \sum_{k=1}^n X_k,$$

bu yerda

$$\left| \begin{array}{c|c|c|c} X_k : & x_i & 0 & 1 \\ (k=1,2,\dots,n) & p_i & q & p \end{array} \right|$$

X_k tasodifiy miqdor A hodisaning k -sinovda ($k=1,2,\dots,n$) ro'y berishlari sonini ifodalaydi, ya'ni A hodisa ro'y berganda p -ehtimollik bilan $X_k = 1$, ruy

bermaganda esa q ehtimol bilan $X_i = 0$ bo'ladi. X_i tasodifiy miqdorni alternativ tasodifiy miqdor (yoki Bernulli qonuni bo'yicha taqsimlangan, yoki A hodisaning indikator) deyiladi.

Alternativ tasodifiy miqdor X_i ning sonli xarakteristikalarini (3.3) va (3.11) formulalar bo'yicha topamiz.

$$a_i = M(X_i) = \sum_{x=0}^2 x \cdot p_x = 0 \cdot q + 1 \cdot p = p,$$

$$D(X_i) = \sum_{x=0}^2 (x - a_i)^2 p_x = (0 - p)^2 q + (1 - p)^2 p = p^2 q + q^2 p = pq(p + q) = pq, \quad \text{negaki}$$

$$p + q = 1.$$

Endi X tasodifiy miqdorning matematik kutilmasi va dispersiyasini topamiz:

$$M(X) = M(X_1 + X_2 + \dots + X_k + \dots + X_n) = \underbrace{(p + \dots + p)}_n = np,$$

$$D(X) = D(X_1 + X_2 + \dots + X_k + \dots + X_n) = \underbrace{(pq + \dots + pq)}_n = npq,$$

(Tasodifiy miqdorlar yig'indisi dispersiyasini topishda ularning bog'liq bo'lmaganligi inobatga olindi).

Natija. Har bir sinovda o'zgarmas p ehtimol bilan ro'y berishi mumkin bo'lgan hodisaning n ta bog'liq bo'lmagan sinovda ro'y beruvchanligi $\frac{m}{n}$ ning matematik kutilmasi p ga teng, ya'ni

$$M\left(\frac{m}{n}\right) = p, \quad (3.5)$$

uning dispersiyasi

$$D\left(\frac{m}{n}\right) = \frac{pq}{n} \quad (3.6)$$

Hodisaning $\frac{m}{n}$ ro'y beruvchanligi $\frac{X}{n}$ dan iborat, ya'ni $\frac{m}{n} = \frac{X}{n}$ bu yerda X - binomial taqsimot qonuni bo'yicha taqsimlangan tasodifiy miqdor.

Shu sababdan,

$$M\left(\frac{m}{n}\right) = M\left(\frac{X}{n}\right) = \left(\frac{1}{n}\right) M(X) = \left(\frac{1}{n}\right) \cdot np = p,$$

$$D\left(\frac{m}{n}\right) = D\left(\frac{X}{n}\right) = \left(\frac{1}{n^2}\right) D(X) = \left(\frac{1}{n^2}\right) \cdot npq = \frac{pq}{n}.$$

Eslatma. Endi Muavr-Laplas lokal va integral teoremlarida mavjud bo'lgan $f(x)$ va $\Phi(x)$ funksiyalar argumentlarining ma'nosi tushunarli bo'ladi.

Darhaqiqat, $f(x)$ funksiyaning $x = \frac{(m - np)}{\sqrt{npq}}$ argumenti A hodisaning n ta bog'liq

bo'lmagan sinovda, binomial qonun bo'yicha taqsimlangan, ro'y berishlari soni $X = m$ ni o'zining o'rta qiymati $M(X) = np$ dan chetlanishini standart chetlanishlar $\sigma_x = \sqrt{D(X)} = \sqrt{npq}$ da ifodalanganidan iborat. Muavr-Laplas integral teoremasida

qaraladigan $\phi(x)$ funksiyadagi $x = \frac{\Delta\sqrt{n}}{\sqrt{pq}} \cdot \frac{\Delta}{\sqrt{\frac{pq}{n}}}$ argument A hodisasining n ta bog'liq

bo'lmagan sinovlardagi ro'y beruvchanligi $\frac{m}{n}$ ni uning alohida sinovdagi ehtimoli p

dan Δ chetlanishini, standart chetlanishlar $\sigma = \left(\frac{m}{n}\right) = \sqrt{D\left(\frac{m}{n}\right)} = \sqrt{\frac{pq}{n}}$ da ifodalanganini, bildiradi.

Har birida o'zgarmas p ehtimol bilan ro'y berishi mumkin bo'lgan, A hodisaning n ta bog'liq bo'lmagan takror sinovlarda ro'y berishlarini eng katta ehtimolli soni tengsizlikni qanoatlantirishi ko'rsatilgan edi. Binomial qonun bo'yicha taqsimlangan tasodifiy miqdorning modasi bo'lgan bu butun son - o'sha tengsizlikni o'zidan topiladi

$$np - q \leq M_0(X) \leq np + p. \quad (3.7)$$

▷3.1-masala. Do'konga ikki fabrikadan 2:3 nisbatda poyafzal keltirilgan. 4 juft poyafzal sotib olindi. Sotib olingan poyafzallar ichida birinchi fabrikada tayyorlanganlari sonining taqsimot qonunini toping. Bu tasodifiy miqdorning matematik kutilmasini va o'rta kvadratik chetlanishini toping.

Yechish. Tasodifiy tanlangan poyafzal jufti birinchi fabrikada bo'lishligi ehtimoli $p = \frac{2}{2+3} = 0,4$ ga teng. To'rt juft poyafzal ichida birinchi fabrikada tayyorlangan juftlar sonini bildiruvchi X tasodifiy miqdor $n=4$, $p=0,4$ parametri binomial taqsimotga ega. X ning taqsimot qatori qo'yidagi ko'rinishga ega:

x_i	0	1	2	3	4
p_i	0,1296	0,3456	0,3456	0,1536	0,0256

$p_i = P(X = m)$, ($m=0,1,2,3,4$) qiymatlar (3.1) formula bo'yicha hisoblangan:

$$P(X = m) = C_n^m \cdot 0,4^m \cdot 0,6^{4-m}.$$

X tasodifiy miqdorning matematik kutilmasi va dispersiyasini (3.2) va (3.3) formulalar bo'yicha topamiz:

$$M(X) = np = 4 \cdot 0,4 = 1,6 \quad D(X) = npq = 4 \cdot 0,4 \cdot 0,6 = 0,96.$$

Eslatma. Olingan taqsimot ikki modalli (ikkita modaga ega) ekanini ko'rish qiyin emas: $M_0(X)_1 = 1$ va $M_0(X)_2 = 2$, madomiki, u qiymatlar eng katta (va o'zaro teng) ehtimollarga ega. Butun son bo'lgan $M_0(X)$ modani (3.7) tengsizlikdan topish mumkin: $4 \cdot 0,4 - 0,6 \leq M_0(X) \leq 4 \cdot 0,4 + 0,4$ yoki $1 \leq M_0(X) \leq 2$, ya'ni $M_0(X)_1 = 1$ va $M_0(X)_2 = 2$. ▶

▷3.2-masala. 3.1-misolda berilganlar bo'yicha, 4 ta sotib olingan poyafzallar ichida birinchi fabrikada tayyorlanganlik ulushining matematik kutilmasi va dispersiyasini toping.

Yechish. Shartga ko'ra $n=4$, $p=0,4$.

$$M\left(\frac{m}{n}\right) = 0,4, \quad D\left(\frac{m}{n}\right) = \frac{0,4 \cdot 0,6}{4} = 0,06$$

3.2. Puasson taqsimot qonuni

Ma'lumki, n ta sinashda A hodisaning rosa m marta ro'y berish ehtimolini hisoblash uchun Bernulli formulasidan foydalanar edik. Shuningdek sinashlar soni n kata sonalardan iborat bo'lib, lekin A hodisaning ro'y berish ehtimoli kichik bo'lsa, $\leq 0,1$ u holda Puasson taqsimoti formulasidan foydalanish kerak.

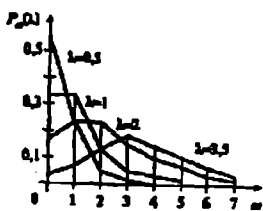
Ta'rif. *Diskret tasodifiy miqdor* $0, 1, 2, \dots, m$ qiymatlarni (qiymatlari to'plami cheksiz ammo sanoqli)

$$P(X = m) = \frac{\lambda^m e^{-\lambda}}{m!} \quad (3.8)$$

ehtimollar bilan qabul qilsa, Puasson taqsimot qonuniga ega deyiladi.

Puasson qonunining taqsimot qatori quyidagi ko'rinishga ega:

x_i	0	1	2	...	m	...
p_i	$e^{-\lambda}$	$\lambda e^{-\lambda}$	$\frac{\lambda^2 e^{-\lambda}}{2!}$	...	$\frac{\lambda^m e^{-\lambda}}{m!}$	...



4.1-rasm

Ravshanki, Puasson qonunining ta'rifi mantiqan to'g'ri, chunki taqsimot qatorining asosiy xossasi

$\sum_{i=1}^{\infty} p_i = 1$ bajariladi, negaki qatorning yig'indisi

$$\sum_{m=0}^{\infty} p_m = e^{-\lambda} + \lambda e^{-\lambda} + \frac{\lambda^2 e^{-\lambda}}{2} + \dots + \frac{\lambda^m e^{-\lambda}}{m!} + \dots = e^{-\lambda} \left(1 + \lambda + \frac{\lambda^2}{2} + \dots + \frac{\lambda^m}{m!} + \dots \right) = e^{-\lambda} \cdot e^{\lambda} = 1$$

(qavs ichidagi e^{λ} funksiyaning $x = \lambda$ dagi qatorga yoyilmasidan iboratligi inobatga olindi).

4.1-rasmda

$$\lambda = 0,5, \lambda = 1, \lambda = 2, \lambda = 3,5$$

parametrlar bilan Puasson qonuni $P(X = m) = P_m(\lambda)$

bo'yicha taqsimlangan tasodifiy miqdor taqsimotining ko'pburchagi (poligoni) ko'rsatilgan.

Teorema. *Puasson taqsimot qonuni bo'yicha taqsimlangan tasodifiy miqdorning matematik kutilmasi va dispersiyasi ustma-ust tushadi va shu qonunning parametri λ ga teng bo'ladi, ya'ni*

$$M(X) = \lambda, \quad (3.9)$$

$$D(X) = \lambda. \quad (3.10)$$

X tasodifiy miqdorning matematik kutilmasini topamiz:

$$\begin{aligned} a = M(X) &= \sum_{i=1}^{\infty} x_i p_i = \sum_{m=0}^{\infty} m \frac{\lambda^m e^{-\lambda}}{m!} = \sum_{m=1}^{\infty} \frac{\lambda^m e^{-\lambda}}{(m-1)!} = \lambda e^{-\lambda} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{\lambda^{m-1}}{(m-1)!} = \lambda e^{-\lambda} \left(1 + \lambda + \frac{\lambda^2}{2!} + \dots \right) \\ &= \lambda e^{-\lambda} \cdot e^{\lambda} = \lambda. \end{aligned}$$

X tasodifiy miqdorning dispersiyasini $D(X) = M(X^2) - a^2$ bo'yicha topamiz.

Avvaliga $M(X^2)$ uchun formula olamiz

$$M(X^2) = \sum_{i=1}^{\infty} x_i^2 p_i = \sum_{m=0}^{\infty} m^2 \frac{\lambda^m e^{-\lambda}}{m!} = \sum_{m=1}^{\infty} m \frac{\lambda^m e^{-\lambda}}{(m-1)!} = e^{-\lambda} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{(m-1) + 1}{(m-1)!} \lambda^m =$$

$$\begin{aligned}
&= \lambda^2 e^{-\lambda} \sum_{m=2}^{\infty} \frac{\lambda^{m-2}}{(m-2)!} + \lambda e^{-\lambda} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{\lambda^{m-1}}{(m-1)!} = \lambda^2 e^{-\lambda} \left(1 + \lambda + \frac{\lambda^2}{2!} + \dots\right) + \lambda e^{-\lambda} \left(1 + \lambda + \frac{\lambda^2}{2!} + \dots\right) = \\
&= \lambda^2 e^{-\lambda} e^{\lambda} + \lambda e^{-\lambda} e^{\lambda} = \lambda^2 + \lambda.
\end{aligned}$$

O'z navbatida $D(X) = (\lambda^2 + \lambda) - \lambda^2 = \lambda$.

Yetarlicha katta n lar uchun (umuman $n \rightarrow \infty$) va p ning kichik qiymatlarida ($p \rightarrow 0$) np ko'paytma o'zgarmas miqdor degan shartda ($np \rightarrow \lambda = const$), Puasson taqsimot qonuni binomial qonunning yaxshi yaqinlashishidan iborat bo'ladi, chunki bu holda (3.8) Puasson ehtimol funksiyasi, Bernulli formulasi bo'yicha aniqlanadigan (3.1) ehtimol funksiya bilan yaxshi aproksimatsilanadi (yaqinlashtiriladi). Boshqacha aytganda, Puasson taqsimot qonuni binomial qonunning $p \rightarrow 0$, $n \rightarrow \infty$, $np \rightarrow \lambda = const$ bo'lgandagi **Limit** holdan iboratdir. Bunda A hodisaning har bir sinovdagi ehtimoli p kichik bo'lganligi tufayli Puasson taqsimot qonunini ko'pincha kam ro'y beradigan hodisalar qonuni deb atashadi.

Puasson taqsimot qonuni binomial taqsimotning «limit» holati bo'lishi bilan bir qatorda boshqa vaziyatlarda ham vujudga keladi. Hodisalarning sodda oqimi uchun, ixtiyoriy vaqt oralig'iga to'g'ri keladigan hodisalar soni tasodifiy miqdor bo'lib, u Puasson taqsimotiga ega bo'lishi ko'rsatilgan.

Shuni ham qayd etamizki, agar tasodifiy miqdor, har biri Puasson taqsimot qonuni bo'yicha taqsimlangan ikki bog'liq bo'lmagan tasodifiy miqdor yig'indisini ifodalasa, u holda uni o'zi ham Puasson taqsimot qonuni bo'yicha taqsimlangan bo'ladi.

3.3-masala λ_1 va λ_2 parametrlar bilan Puasson qonuni bo'yicha taqsimlangan ikki bog'liq bo'lmagan tasodifiy miqdorlar yig'indisi $\lambda = \lambda_1 + \lambda_2$ parametr bilan Puasson qonuni bo'yicha taqsimlanganini isbotlang.

Yechish. Aytaylik $X = m$ va $Y = n$ tasodifiy miqdorlar Puasson taqsimot qonuniga ega bo'lib, parametrlari mos ravishda λ_1 va λ_2 bo'lsin. X va Y tasodifiy miqdorlarning bog'liq emasligiga asosan ular $Z = X + Y$ yig'indisi $Z = s$ qiymatni

$$\begin{aligned}
P(Z = s) &= P(X = m) \cdot P(Y = n) = \sum_{m+n=s} \frac{\lambda_1^m e^{-\lambda_1}}{m!} \cdot \frac{\lambda_2^n e^{-\lambda_2}}{n!} = e^{-(\lambda_1 + \lambda_2)} \sum_{m+n=s} \frac{\lambda_1^m \lambda_2^n}{m! n!} = \\
&= e^{-(\lambda_1 + \lambda_2)} \sum_{n=0}^s \frac{\lambda_1^{s-n} \lambda_2^n}{(s-n)! n!} = \frac{e^{-(\lambda_1 + \lambda_2)}}{s!} \sum_{n=0}^s \frac{s!}{(s-n)! n!} \lambda_1^{s-n} \lambda_2^n. \text{ ehtimol bilan qabul qiladi.}
\end{aligned}$$

$$\lambda_1 + \lambda_2 = \lambda \text{ deb faraz qilib va } \sum_{n=0}^s \frac{s!}{(s-n)! n!} \lambda_1^{s-n} \lambda_2^n = \sum_{n=0}^s C_s^n \lambda_1^{s-n} \lambda_2^n = (\lambda_1 + \lambda_2)^s = \lambda^s$$

ekanini e'tiborga olib, $P(Z = s) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^s}{s!}$ ni hosil qilamiz, ya'ni $Z = X + Y$ tasodifiy miqdor $\lambda = \lambda_1 + \lambda_2$ parametrli Puasson qonuni bo'yicha taqsimlangan ekan.

3.3.Normal taqsimot qonuni

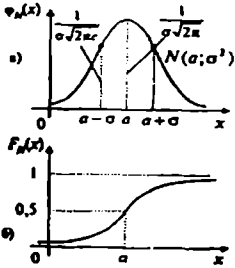
Normal taqsimot qonuni amaliyotda eng ko'p ishlatiladi. Boshqa qonunlar ichida uni ajratib turadigan bosh xususiyati shundaki, u limit taqsimot bo'lib, ancha

ko'p uchraydigan tiplarga xos shartlarda boshqa taqsimot qonunlari unga yaqinlashadi

Ta'rif. X uzluksiz tasodifiy miqdor a va σ^2 parametrlar bilan normal taqsimot qonuniga (Gauss qonuniga) ega deyiladi, agarda uning ehtimol zichligi funksiyasi ushbu

$$\varphi_N(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} \quad (3.11)$$

ko'rinishga ega bo'lsa.



4.5-расм.

«Normal» atamasi unchalik qulay emas. Ko'p alomatlar normal qonunga bo'ysinadi, masalan, insonni bo'yi, snaryadni uchish uzoqligi va shu kabilar. Biroq agar qaysidir alomat normaldan farqli qonunga bo'ysunsa, bu o'sha alomat bilan bog'liq bo'lgan hodisaning «nonormalligidan» aslo darak bermaydi.

Normal taqsimot qonuni egri chizig'ini normal yoki gauss egri chizig'i deyiladi. 4.5 a, b-rasmlarda parametrlari a va σ^2 bo'lgan, ya'ni $\varphi_N(x)$ normal egri chiziq $N(a; \sigma^2)$ va normal qonunga ega bo'lgan X tasodifiy miqdor taqsimot funksiyasining grafigi keltirilgan. Shunga e'tiborni qaratamizki, normal egri chiziq $x=a$ to'g'ri chiziqqa

nisbatan simmetrik, $x=a$ nuqtada $1/(\sigma\sqrt{2\pi})$ ga teng bo'lgan maksimumga ega, ya'ni

$$f_{\max}(a) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \approx \frac{0,3989}{\sigma}, \quad \text{va ikkita } x = a \pm \sigma \text{ nuqtalarda ordinatasi}$$

$$f_{0,95}(a) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi e}} \approx \frac{0,2420}{\sigma} \text{ bo'lgan buqilishga ega.}$$

Shuni payqash mumkinki, normal qonun zichligi ifodasidagi parametrlar a va σ^2 harflar bilan belgilangan bo'lib, biz ular orqali matematik kutilma $M(X)$ va dispersiya $D(X)$ ni belgilaymiz. Bunday mos kelish tasodif emas. Normal taqsimot parametrlarining ehtimollik-nazariy ma'nosini aniqlashtiruvchi teoremani ko'ramiz.

Teorema. Normal taqsimot qonuni bo'yicha taqsimlangan X tasodifiy miqdorning matematik kutilmasi bu qonunning a parametriga teng, ya'ni

$$M(X) = a, \quad (3.12)$$

uning dispersiyasi esa $-\sigma^2$ parametriga teng, ya'ni

$$D(X) = \sigma^2 \quad (3.13)$$

X tasodifiy miqdorning matematik kutilmasi:

$$M(X) = \int_{-\infty}^{\infty} x \varphi_N(x) dx = \int_{-\infty}^{\infty} x \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} dx.$$

$t = \frac{x-a}{\sigma\sqrt{2}}$ almashtirish o'tkazamiz. U holda $x = a + \sigma\sqrt{2}t$, $dx = \sigma\sqrt{2}dt$,

integrallash chegaralari o'zgarmaydi va demak,

$$M(X) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} (a + \sigma\sqrt{2}t) e^{-t^2} \sigma\sqrt{2} dt = \frac{\sigma\sqrt{2}}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} t e^{-t^2} dt + \frac{a}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-t^2} dt =$$

$$= 0 + \frac{a}{\sqrt{\pi}} \cdot \sqrt{\pi} = a$$

(toq funksiyadan koordinat boshiga nisbatan simmetrik oraliq bo'yicha integral sifatida, birinchi integral nolga teng, ikkinchi integral $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-t^2} dt = \sqrt{\pi}$ - Eyler-Puasson integrali).

X tasodifiy miqdorning dispersiyasi:

$$D(X) = \int_{-\infty}^{\infty} (x-a)^2 \varphi_N(x) dx = \int_{-\infty}^{\infty} (x-a)^2 \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} dx.$$

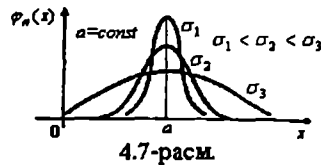
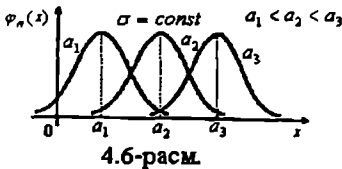
Avvalgi integralni hisoblashdagi kabi o'zgaruvchini xuddi o'shanday $x = a + \sigma\sqrt{2t}$ almashtiramiz. U holda

$$D(X) = \int_{-\infty}^{\infty} \sigma^2 2t^2 \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-t^2} \sigma\sqrt{2} dt = \frac{2\sigma^2}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} t^2 e^{-t^2} dt = -\frac{\sigma^2}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} t dt e^{-t^2}.$$

Bo'laklab integrallash metodini qo'llab, hosil qilamiz

$$D(X) = -\frac{\sigma^2}{\sqrt{\pi}} t e^{-t^2} \Big|_{-\infty}^{\infty} + \frac{\sigma^2}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-t^2} dt = 0 + \frac{\sigma^2}{\sqrt{\pi}} \cdot \sqrt{\pi} = \sigma^2.$$

Parametrlar a va σ^2 (yoki σ) o'zgarishida normal egri chiziq qanday o'zgarishini oydinlashtiramiz. Agar $\sigma = const$ bo'lib, a parametr, ya'ni taqsimot simmetriyasi markazi o'zgarsa ($a_1 < a_2 < a_3$), u holda normal egri chiziq absissalar o'qi bo'ylab formasini o'zgartirmay siljiydi (4.6-rasm).



Agar $a = const$ bo'lib, σ^2 (yoki σ) parametr o'zgarsa, u holda egri chiziq maksimumi ordinatasi $f_{\max}(a) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}$ o'zgaradi. σ o'sishi bilan egri chiziq

maksimumi ordinatasi kamayadi, biroq har qanday taqsimot egri chizig'i ostidagi yuzga birga teng bo'lib qolishi lozim bo'lgani tufayli egri chiziq absissalar o'qi bo'ylab cho'zilib, yassiroq bo'lib qoladi; aksincha, σ ni kamayishida, normal egri chiziq yuqoriga tortiladi, bir vaqtda yon tomonlaridan siqiladi. 4.7-rasmda $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ parametrli normal egri chiziqalar ko'rsatilgan, bu yerda $\sigma_1 < \sigma_2 < \sigma_3$. Shunday qilib, a parametr (u matematik kutilma ham hisoblanadi) normal egri chiziqni va z i y a t i n i, parametr σ^2 esa (u dispersiya ham) normal egri chiziq f o r m a s i n i xarakterlaydi.

Tasodifiy miqdorning $a=0$, $\sigma^2=1$ parametrli normal taqsimoti, ya'ni $N(0;1)$ standart yoki normalashgan taqsimot, mos normal egri chiziq esa standart yoki normalashgan egri chiziq deyiladi.

Normal taqsimot qonun bo'yicha taqsimlangan tasodifiy miqdor taqsimot

funksiyasini
$$F(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \text{ bo'lganda} \\ 1 - e^{-x}, & x \geq 0 \text{ bo'lganda} \end{cases}$$
 formula bo'yicha bevosita

topishning murakkabligi shu bilan bog'liqliki, (3.11) funksiyadan olingan integral elementar funksiyalarda «olinmaydigan» hisoblanadi. Shuning uchun uni jadvali tuzilgan

$$\Phi(x) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-t^2/2} dt$$

Laplas funksiyasi (ehtimollar integrali) orqali ifodalashadi. Laplas funksiyasi, Muavr-Laplas integral teoremasini ko'rganimizda, bizga uchraganini eslatib o'tamiz. U yerdayoq uni xossalari ko'rilgan edi.

Teorema. Normal taqsimot qonuni bo'yicha taqsimlangan X tasodifiy miqdorning taqsimot funksiyasi Laplas funksiyasi orqali ushbu

$$F_N(x) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \Phi\left(\frac{x-a}{\sigma}\right) \quad (3.14)$$

formula bilan ifodalanadi.

(3.23) formulaga ko'ra taqsimot funksiya

$$F_N(x) = \int_{-\infty}^x \varphi_N(x) dx = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} dx \quad (3.14)$$

$t = \frac{x-a}{\sigma}$, $x = a + t\sigma$, $dx = \sigma dt$ deb hisoblab o'zgaruvchini almashtiramiz; $x \rightarrow -\infty$

bo'lganda $t \rightarrow -\infty$ bo'ladi, shuning uchun

$$\begin{aligned} F_N(x) &= \int_{-\infty}^{\frac{x-a}{\sigma}} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-t^2/2} \sigma dt = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{x-a}{\sigma}} e^{-t^2/2} dt = \\ &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^0 e^{-t^2/2} dt + \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\frac{x-a}{\sigma}} e^{-t^2/2} dt. \end{aligned}$$

Birinchi integral

$$\int_{-\infty}^0 e^{-t^2/2} dt = \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-t^2/2} dt = \frac{1}{2} \sqrt{2} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-(t/\sqrt{2})^2} d\left(\frac{t}{\sqrt{2}}\right) = \frac{\sqrt{2}}{2} \sqrt{\pi} = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \quad (\text{integral}$$

ostidagi funksiya juft bo'lganligi va Eylar - Puasson integrali $\sqrt{\pi}$ ga teng bo'lgani tufayli).

(3.13) ni hisobga olganda ikkinchi integral $\frac{1}{2} \Phi\left(\frac{x-a}{\sigma}\right)$ dan iborat bo'ladi. Zero

$$F_N(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \sqrt{\frac{\pi}{2}} + \frac{1}{2} \Phi\left(\frac{x-a}{\sigma}\right) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \Phi\left(\frac{x-a}{\sigma}\right).$$

Geometrik jihatdan taqsimot funksiya normal egri chiziq ostidagi yuzaning $(-\infty, x)$ intervaldagi qismini bildiradi Ko'ramizki, u ikki qismdan iborat: birinchisi, $(-\infty, a)$ intervalda, $1/2$ ga teng, ya'ni normal egri chiziq ostidagi butun yuzaning yarmiga teng, va ikkinchisi, (a, x) intervalda $\frac{1}{2} \Phi\left(\frac{x-a}{\sigma}\right)$ ga teng.

Normal qonun bo'yicha taqsimlangan tasodifiy miqdorning xossalari ni ko'ramiz.

1. Normal taqsimot qonuni bo'yicha taqsimlangan X tasodifiy miqdorning $[x_1, x_2]$ intervalga tushishi ehtimoli

$$P(x_1 \leq X \leq x_2) = \frac{1}{2} [\Phi(t_2) - \Phi(t_1)] \quad (3.15)$$

bu yerda,

$$t_1 = \frac{x_1 - a}{\sigma}, \quad t_2 = \frac{x_2 - a}{\sigma} \quad (3.16)$$

($M(X) = \frac{a+b}{2}$, formulaga ko'ra, $P(x_1 \leq X \leq x_2)$ ehtimol taqsimot funksiyaning $[x_1, x_2]$ kesmadagi ortirmasidan iboratligini va (3.14) formulani hisobga olgan holda, hosil qilamiz

$$\begin{aligned} P(x_1 \leq X \leq x_2) &= F(x_2) - F(x_1) = \left[\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \Phi\left(\frac{x_2 - a}{\sigma}\right) \right] - \left[\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \Phi\left(\frac{x_1 - a}{\sigma}\right) \right] = \\ &= \frac{1}{2} [\Phi(t_2) - \Phi(t_1)], \end{aligned}$$

bu yerda t_1 va t_2 (3.16) formula bo'yicha aniqlanadi (4.10-rasm).

2. Normal taqsimot qonun bo'yicha taqsimlangan X tasodifiy miqdorning matematik kutilmasi a dan chetlanishi (absolyut qiymati bo'yicha) $\Delta > 0$ miqdordan oshmasligi ehtimoli

$$P(|X - a| \leq \Delta) = \Phi(t), \quad (3.17)$$

bu yerda

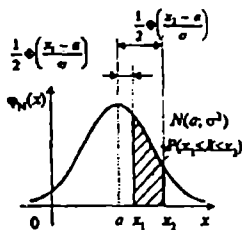
$$t = \frac{\Delta}{\sigma}. \quad (3.18)$$

$P(|X - a| \leq \Delta) = P(a - \Delta \leq X \leq a + \Delta)$ (3.16) va (3.17) larni, shuningdek Laplas funksiyasining toqlik xususiyatini hisobga olib, hosil qilamiz

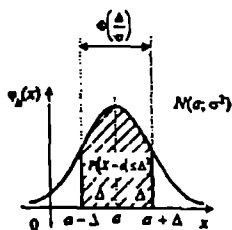
$$\begin{aligned} P(|X - a| \leq \Delta) &= \frac{1}{2} \left[\Phi\left(\frac{(a + \Delta) - a}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{(a - \Delta) - a}{\sigma}\right) \right] = \\ &= \frac{1}{2} \left[\Phi\left(\frac{\Delta}{\sigma}\right) - \Phi\left(-\frac{\Delta}{\sigma}\right) \right] = \frac{1}{2} \left[\Phi\left(\frac{\Delta}{\sigma}\right) + \Phi\left(\frac{\Delta}{\sigma}\right) \right] = \Phi\left(\frac{\Delta}{\sigma}\right) = \Phi(t), \end{aligned}$$

bu yerda $t = \Delta/\sigma$ (4.11-rasm)

4.10- va 4.11-raslarda normal taqsimot qonun xossalari ning geometrik interpretatsiyasi keltirilgan.¹



4.10-pacm



4.11-pacm

E s l a t m a Muavr-Laplasning taqribiy integral formulasi normal taqsimlangan tasodifiy miqdor $a=np$ va $\sigma_s = \sqrt{npq}$ bo'lganda kelib chiqadi, chunki $X=m$ tasodifiy miqdorning n va p parametli binomial taqsimot qonuni uchun olingan bu formula $n \rightarrow \infty$ da normal taqsimot qonunga intiladi.

(3.17) formula bo'yicha $P(|x-a| \leq \Delta)$ ehtimolni Δ ning turli qiymatlarida hisoblaymiz (ilovadagi II-jadvaldan foydalanamiz). Hosil qilamiz

$$\Delta = \sigma \text{ bo'lganda } P(|X-a| \leq \sigma) = \Phi(1) = 0,6827;$$

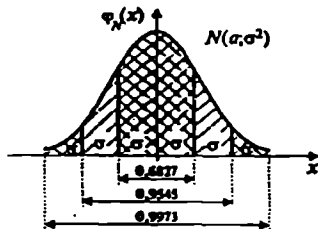
$$\Delta = 2\sigma \text{ bo'lganda } P(|X-a| \leq 2\sigma) = \Phi(2) = 0,9545;$$

$$\Delta = 3\sigma \text{ bo'lganda } P(|X-a| \leq 3\sigma) = \Phi(3) = 0,9973$$

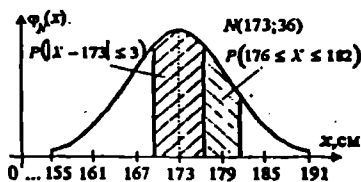
(4.12-rasm).

Bu yerdan «uch sigma qoidasi» kelib chiqadi:

Agar X tasodifiy miqdor a va σ^2 parametrlar bilan normal taqsimot qonuniga, ya'ni $N(a, \sigma^2)$ ga ega bo'lsa, u holda uning qiymatlari $(a-3\sigma, a+3\sigma)$ intervalda bo'lishligi amalda muqarrardir.



4.12-rasm



4.13-rasm

«Uch sigma qoidasi» ni buzilishi, ya'ni normal taqsimlangan tasodifiy miqdor X ni a dan (absolyut qiymat bo'yicha) chetlanishi 3σ dan oshishi hodisasi amalda mumkin bo'lmagan hodisa, chunki uning ehtimoli ancha-muncha kichik bo'ladi:

$$P(|X-a| > 3\sigma) = 1 - P(|X-a| \leq 3\sigma) = 1 - 0,9973 = 0,0027$$

Normal qonun bo'yicha taqsimlangan tasodifiy miqdor X ning asimmetriya koeffitsiyentini va eksessini topamiz.

Ravshanki, normal egri chiziqning, taqsimot markazi $a=M(X)$ dan o'tgan, $x=a$ vertikal to'g'ri chiziqqa nisbatan simmetrik joylashganiga ko'ra, normal taqsimotning asimmetriya koeffitsiyenti $A = 0$ bo'ladi

Normal taqsimlangan tasodifiy miqdor X ning eksessini (3.19) formula bo'yicha topamiz, ya'ni

$$E = \frac{\mu_4}{\sigma^4} - 3 = \frac{3\sigma^4}{\sigma^4} - 3 = 0,$$

bu yerda, (3.10) ni e'tiborga olgan holda (3.14) formula bo'yicha topilgan, 4-tartibli markaziy momentni, ya'ni

$$\mu_4 = \int_{-\infty}^{+\infty} (x-a)^4 \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} dx = 3\sigma^4$$

ni hisobga oldik (integralni hisoblashni tushirib qoldiramiz).

Shunday qilib, normal taqsimot eksessi nolga teng, va boshqa taqsimotlarning tikligi normal taqsimotga nisbatan aniqlanadi.

3.9-masala. Ma'lum yoshdagi erkaklar guruhi bo'yi X $a=173$ va $\sigma^2=36$ parametrlari normal taqsimlangan tasodifiy miqdor ekanini faraz qilib, toping:

1. a) X tasodifiy miqdorning ehtimol zichligi ifodasini va taqsimot funksiyasini; b) shunday yoshlilar guruhi uchun kostyum tayyorlash umum hajmida nazarda tutilishi kerak bo'lgan 4-bo'y (176-182 sm) va 3-bo'y (170-176 sm) lari qanday ulushlarni tashkil qilishini; v) X tasodifiy miqdorning $x_{0,7}$ kvantili va 10% li nuqtasini.

2. X tasodifiy miqdor uchun «uch sigma qoidasi» ni ifoda eting.

Y e c h i s h . 1. a) (3.10) va (3.14) formulalarga ko'ra yoza olamiz

$$\varphi_N(x) = \frac{1}{6\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-173)^2}{2 \cdot 36}};$$

$$F_N(x) = \frac{1}{6\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(x-173)^2}{2 \cdot 36}} dx = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \Phi\left(\frac{x-173}{6}\right)$$

b) Ishlab chiqarishning umumiy hajmidagi 4-bo'lyli (176-182) kostyumlar ulushi ehtimol sifatida (3.16) formula bo'yicha aniqlanadi.¹

$$P(176 \leq X \leq 182) = \frac{1}{2} [\Phi(t_2) - \Phi(t_1)] = \frac{1}{2} [\Phi(1,50) - \Phi(0,50)] = \frac{1}{2} (0,8664 - 0,3829) = 0,2418 \text{ (4.13-rasm), chunki (3.17) ga ko'ra}$$

$$t_1 = \frac{176-173}{6} = 0,50, \quad t_2 = \frac{182-173}{6} = 1,50.$$

3-bo'lyli (170-176 sm) kostyumlar ulushini (3.16) formula bo'yicha shunga o'xshash aniqlash mumkin edi, biroq berilgan interval matematik kutilma $a = M(X) = 173$ ga nisbatan simmetrik, ya'ni $170 \leq X \leq 176$ tengsizlik $|X - 173| \leq 3$ tengsizlikka teng kuchli ekanini e'tiborga olsak, uni (3.18) formula bo'yicha aniqlash osonroq:

$$P(170 \leq X \leq 176) = P(|X - 173| \leq 3) = \Phi\left(\frac{3}{6}\right) = \Phi(0,50) = 0,3829$$

v) X tasodifiy miqdorning $x_{0,7}$ kvantilini (3.14) ni hisobga olgan holda (3.13) tenglamadan topamiz:

¹ Laplas funksiyasi $\Phi(x)$ ning qiymatlarini ilovadagi II-jadval bo'yicha aniqlaymiz.

$$F(x_{0,7}) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \Phi\left(\frac{x_{0,7} - 173}{6}\right) = 0,7,$$

bu yerdan $\Phi\left(\frac{x_{0,7} - 173}{6}\right) = \Phi(t) = 0,4$.

3.4. Logarifmik-normal taqsimot

Ta'rif. *Uzluksiz X tasodifiy miqdor logarifmik-normal taqsimotga, (qisqacha lognormal taqsimotga) ega, agar uning logarifmi normal qonunga buysinsa.*

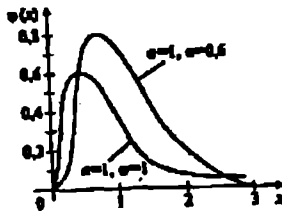
Madomiki $x > 0$ bo'lganda $X < x$ va $\ln X < \ln x$ tengsizliklar teng kuchli ekan, u holda lognormal taqsimotning taqsimot funksiyasi $\ln X$ tasodifiy miqdor uchun normal taqsimot funksiyasi bilan ustma-ust tushadi, ya'ni (3.15)ga muvofiq

$$F(x) = P(X < x) = P(\ln X < \ln x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\ln x} e^{-\frac{(t-\ln a)^2}{2\sigma^2}} dt. \quad (3.20)$$

(3.20)ni x bo'yicha differensiallab, lognormal taqsimot ehtimol zichligi ifodasini hosil qilamiz

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}x} e^{-\frac{(\ln x - \ln a)^2}{2\sigma^2}} \quad (3.21)$$

Ko'rsatish mumkinki, (3.21) lognormal qonun bo'yicha taqsimlangan X tasodifiy miqdorning sonli xarakteristikalari qo'yidagi ko'rinishlarga ega: matematik kutilmasi $M(X) = ae^{\sigma^2/2}$, dispersiyasi $D(X) = a^2 e^{\sigma^2} (e^{\sigma^2} - 1)$, modasi $M_o(X) = ae^{-\sigma^2}$, medianasi $M_e(X) = a$.



4.14-rasm

Ravshanki, σ qancha kichik bo'lsa, moda, mediana va matematik kutilmalarning qiymatlari shunchalik bir-biriga yaqin bo'ladi, taqsimot egri chizigi esa – simmetriyasiga yaqin. Agar normal qonunda a parametr tasodifiy miqdorning o'rta qiymati vazifasini o'tasa, u holda (3.21) lognormalda – mediana vazifasini o'taydi.

Lognormal taqsimot daromadlar, bank omonatlari, oylik maosh, turli ekinlar uchun ekiladigan maydonlar, yeyilish va eskirish rejimida buyumlarning chidamlili vaqti va boshqalarni tasnifi uchun foydalaniladi.

3.10-masala. O'tkazilgan kuzatish ko'rsatadiki, aholining berilgan bankdagi omonatlari parametrlari $a = 530$, $\sigma^2 = 0,64$ bo'lgan (3.37) lognormal qonun bo'yicha taqsimlangan X tasodifiy miqdor bilan tasniflanishi mumkin.

Topilsin: a) omonatning o'rtacha hajmi; b) omonati hajmi 1000 pul birligidan kam bo'lmagan omonatchilar ulushi; v) X tasodifiy miqdorning modasi va medianasini toping va ular ma'nosini tushuntiring.

Yechish. a) omonatning o'rtacha hajmini topamiz, ya'ni $M(X) = ae^{\sigma^2/2} = 530e^{0,64/2} = 730$ (pul birligi).

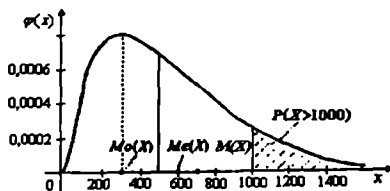
b) omonati hajmi 1000 pul birligidan kam bo'lmagan omonatchilar ulushi $P(X \geq 1000) = 1 - P(X < 1000) = 1 - F(1000)$.

$F(1000)$ ni aniqlashda, X tasodifiy miqdorning lognormal taqsimot funksiyasi $\ln X$ tasodifiy miqdorning normal taqsimot funksiyasi bilan bir xil ekanidan foydalanamiz, ya'ni (3.30)ni hisobga olgan holda hosil qilamiz:

$$F(x) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \Phi\left(\frac{\ln x - \ln a}{\sigma}\right) \text{ va}$$

$$F(1000) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \Phi\left(\frac{\ln 1000 - \ln 530}{\sqrt{0,64}}\right) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \Phi(0,79) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} 0,5705 = 0,785.$$

O'z navbatida $P(\geq 1000) = 1 - 0,785 = 0,215$ (4.15-rasm).



4.15-rasm

v) X tasodifiy miqdorning modasini hisoblaymiz:

$M_0(X) = ae^{-\sigma^2} = 530e^{-0,64} \approx 280$, ya'ni eng ko'p uchraydigan bank omonati 280 pul birligiga teng (aniqroq aytganda, eng ko'p uchraydigan elementar interval markazi 280 pul birligiga teng bo'lgan, ya'ni $(280 - \Delta, 280 + \Delta)$ pul birligi intervali).

Agar lognormal taqsimot parametri a ning ehtimollik ma'nosidan kelib chiqqudek bo'lsak, u xolda mediana $M_e(X) = a = 530$, ya'ni omonatchilarning yarmining omonati 530 pul birligidan oshmaydi, qolgan yarmining omonati-530 pul birligidan ortiq.

Qisqa xulosalar

Ushbu bobda real ijtimoiy-iqtisodiy jarayonlarning nazariy-ehtimollik modellari qurishda foydalaniladigan diskret va uzluksiz tasodifiy miqdorlarning asosiy taqsimot qonunlari tasniflangan.

Bu mavzuda statistik analizning turli masalalarini yechishda qo'shimcha texnik vosita sifatida foydalaniladigan tasodifiy miqdorlar taqsimotlari qaraladi.

Binomial taqsimot qonuni maxsulot sifatini nazorat qilish nazariyasida va amaliyotida, ommaviy xizmat ko'rsatish tizimi faoliyatini bayon etishda, otishlar nazariyasi va boshqa sohalarida keng foydalaniladi. Puasson qonuni binomial

taqsimotning «limit» holati bo'lishi bilan bir qatorda boshqa vaziyatlarda ham vujudga keladi.

Agar tasodifiy miqdor, har biri Puasson qonuni bo'yicha taqsimlangan ikki bog'liq bo'lmagan tasodifiy miqdor yig'indisini ifodalasa, u holda uni o'zi ham Puasson qonuni bo'yicha taqsimlangan bo'ladi.

Normal taqsimot qonuni amaliyotda eng ko'p ishlatiladi. Boshqa qonunlar ichida uni ajratib turadigan bosh xususiyati shundaki, u limit taqsimot bo'lib, ancha ko'p uchraydigan tiplarga xos shartlarda boshqa taqsimot qonunlari unga yaqinlashadi.

Nazorat va muhokama uchun savollar.

1. Taqsimot qonunlarini tushuntirib bering.
2. Bernulli taqsimot qonunini tushuntirib bering
3. Puasson taqsimot qonunini tushuntirib bering.
4. Normal taqsimot qonuni qachon qo'llaniladi.
5. Ijtimoiy-iqtisodiy jarayonlarning nazariy-extimollik modellarini ko'rsating.
6. Binomial qonunning taqsimot qatorini ko'rsating.
7. Bernulli formulasini ko'rsating.
8. Alternativ tasodifiy miqdorning sonli xarakteristikalarini ko'rsating.
9. Tasodifiy miqdorning matematik kutilmasi va dispersiyasini ko'rsating.
10. Eylar-Puasson integralini ko'rsating.

Asosiy adabiyotlar.

1. Ўзбекистон Республикасининг «Электрон тижорат тўғрисида» Қонуни, «Халқ сўзи», 2004 й., 21-май.
2. Доугерти К. Введение в эконометрику. -М.: ЮНИТИ, 2003.
3. Горбунов В.К . Математическая модель потребительского спроса. Теория и прикладной потенциал. М.: Экономика, 2004.-174с.

Internet saytlar

1. www.ictcouncil.gov.uz - Kompyuterlashtirishni rivojlantirish bo'yicha Vazirlar Mahkamasi muvofiqshastiruvchi Kengashining sayti.
2. www.ecsosman.edu.ru - Rossiya Federatsiya oliy o'quv yurtlarida o'qitilayotgan fanlar bo'yicha o'quv-uslubiy komplekslar.
3. www.nber.com – AQShning “Iqtisodiy tadqiqotlar milliy byurosi” serveri. Butun dunyodan olingan iqtisodiy tadqiqotlar bo'yicha ilmiy maqolalarni olishni ta'minlaydi.
4. www.mesi.ru – Moskva iqtisod-statistika instituti serveri. Fanlar bo'yicha namunaviy, ishchi dasturlari, elektron adabiyotlarni olishni ta'minlaydi.

4-Bob. Iqtisodiy rivojlanish modellari

4.1. Milliy iqtisodiyot tarmoqlarini rivojlantirish masalalari.

O'zbekiston Respublikasining iqtisodiyoti turli-tuman va korxonalaridan iborat bo'lib ular respublika hududining turli joylarida faoliyat olib boradilar. Ularning samarali faoliyati respublika iqtisodiyotini asosini tashkil qiladi, shuning uchun ham ularni samarali joylashtirish va rivojlantirish doimo dolzarb muammodir. Respublikaning barcha hududlari tabiiy resurslar va ishchi kuchlariga boydir.

Iqtisodiy nazariyadan ma'lumki, har bir tarmoqning korxonalarini rivojlantirish va joylashtirishga turli xildagi omillar ta'sir etadi va ularni hisobga olish talab qilinadi. Bozor iqtisodiyoti sharoitida har bir tarmoqning, korxonaning rivojlanishi va joylashishi uning mahsulotiga bo'lgan talablarning shakllanishi bilan aniqlanadi. Tarmoq tizimini optimallashtirishda uning mahsulotiga bo'lgan talab bilan birga quyidagi asosiy elementlar va jarayonlarni ko'rsatish mumkin:

- ishlab chiqarish korxonasi ishlab chiqarish asosi bo'lib tarmoq masalasida asosiy elementdir. Masalaning qo'yilishiga qarab bu korxonalar guruhi, korxonalar yoki sex, uchastka bo'lishi mumkin:

- korxonaning faoliyat olib borish turlari - bu uning ishlab chiqarish xarakteristikasi bo'lib, ishlab chiqarish harajatlari va natijalarining miqdorini, samaradorligini bildiradi:

- transport aloqalarini amalga oshirish turlari - ob'ektdan, korxonadan iste'molchilarga mahsulotni tashib ketish shartlarini xarakterlaydi. Bunda yuk tashish yo'nalishi, transport turi va samaradorligi aniqlanadi. Ishlab chiqarishni optimal rivojlantirish va joylashtirish modellari tanlangan maqsad mezoniga qarab quyidagi muammolarni aniqlashga imkon beradi:

- a) ishlab chiqarish korxonalarini rivojlantirish, joylashtirish va ixtisoslashtirish:

- b) mavjud texnologiyalar ichidan eng samaralilarini tanlash:

- v) yangi qurilish va qayta jihozlash o'rtasidagi optimal nisbatni tanlash:

- g) transport aloqalarini aniqlash:

- d) rivojlanish uchun zarur bo'lgan kapital mablag'lar va boshqa resurslarga bo'lgan talabni aniqlash va ularni samarali taqsimlash:

- e) ishlab chiqarilayotgan mahsulotlarni samaradorligini baholash:

4.2. Bir turdagi mahsulotlarni ishlab chiqaruvchi korxonalarini rivojlantirish modellari

Korxonalarini rivojlantirish va joylashtirish modellari mazmuni, ko'rib chiqilishi va boshqa belgilari bo'yicha turli tiplarga bo'linadi. Iqtisodiy-matematik va modellashtirish nazariyasi va amaliyotiga bag'ishlangan adabiyotlarda quyidagi tiplari keltirilgan:

- optimallashtirilayotgan sistemani (tarmoqni) ifodalanishiga qarab bir bosqichli va ko'p bosqichli. Bir bosqichli masalada sistema bir butun deb faraz qilinadi va shunday holda bir model yordamida modellashtirish. Ko'p bosqichli masalada sistema uni tashkil qiluvchilariga ajratiladi va ular orasidagi munosabatlar bilan birgalikda optimallashtiriladi;

- tanlangan maqsad mezoniga qarab tuzilan masala harajatlarini minimallashtirish, talabi yuqori bo'lgan kamyob mahsulotlarni ishlab chiqarishni

- olinadigan foydani maksimallashtirish, tejamkorlik samarasini oshirish va boshqalar;

- masalaga kiritilgan yillar davriga qarab statistik va dinamik modellar;

- ishlab chiqarish usullariga va kiritilgan o'zgaruvchilarning o'zgarishiga qarab

- diskret F o'zgarmas F va o'zgaruvchi xarakterli modellar;

- masalaga kiritilgan mahsulotlar va resurslar turlari bo'yicha bir mahsulotli va ko'p mahsulotli ishlab chiqarish modellari;

ishlab chiqarish rejasiga transport omilini ta'sirini hisobga olish bo'yicha;

- ishlab chiqarish va ishlab chiqarish-transport modellari;

- ishlab chiqarish korxonalarini kamrab olinishiga qarab bir etapli va ko'p etapli modellar;

- transport aloqalarini ifodalanishiga qarab ishlab chiqarish-transport malalasi turli va jadvalli modellarga bo'linadi.

Yuqorida keltirilgan korxonalarining rivojlantirish va joylashtirish modellaridan amalda foydalanish modellashtirilayotgan tarmoq, ishlab chiqarilayotgan mahsulot turlari, foydalanilayotgan resurslarga va boshqa bir qancha omillarga bog'liq bo'ladi.

Bir turdagi mahsulotlarni ishlab chiqaruvchi korxonalarni joylashtirish va rivojlantirish modellari.

Har qanday iqtisodiy ob'ekt-korxonaga uz faoliyati davrida turli xildagi o'zgarishlarni ta'siri ostida bo'lishi mumkin; kengayishi, qayta jixozlanishi, ishlab chiqarishni kamaytirishi va boshqalar.

Bunda korxonaning mavjud ishlab chiqarish quvvatlaridan to'la foydalanish, ishlab chiqarilayotgan mahsulotlar tarkibini bozor talabiga moslashtirish va ularni xajmini aniqlash joriy rejalashtirish muammolariga kiradi. Yangi quvvatlarni yaratish, mavjudlarini o'zgartirish, kengaytirish muammolari esa perspektiv rejalashtirish usullari orqali hal qilinadi.

4.3. Ko'p turdagi mahsulotlarni ishlab chiqaruvchi korxonalarni rivojlantirish modellari.

Tarmoqni joriy rejalashtirishni iqtisodiy-matematika masalasini umumiy ko'rinishi mavjud resurslar doirasida olinadigan natijani maksimallashtirishga qaratilgan bo'lib yuqorida keltirilgan ma'lum bir model yordamida yechiladi va tahlil qilinadi. Tarmoq kelajakka-perspektiv rejalashtirishda esa aksincha, avvaldan

kuzlangan natijalarga erishish uchun zarur bo'lgan harajatlarni minimallashtirish ko'zda tutiladi. Bunda asosan kelgusidagi bozor talabini bashorat qilish katta ahamiyat kasb etadi. Shunday qilib tarmoqning perspektiv rejalashtirish masalasida uning korxonalarini joylashtirish, ixtisoslashtirish va kengaytirish muammolari hal qilinadi. Bunday masalani yechilishi natijasida tarmoq korxonalarini joylashtirish punktlari, ularning quvvatlari, ishlab chiqarish korxonalarini iste'molchilar bilan birlashtirish muammolarini hal qiladi. Masalani qo'yilishi va yechilishi jarayonida quyidagilarga e'tibor berish kerak bo'ladi har bir punkt va rayonga talluqli xom ashyo bazalari, xom ashyoning sifati va ko'rinishiga; transport tarmog'i iste'molchilarga yaqinligi va mahsulotga bo'lgan bozor talabi: yangi korxonalarni qurish va eskilarini kengaytirish va qayta jixozlash uchun zarur bo'lgan maydonlarni va kapital qo'yilmalarni mavjudligi va x.k.

Bir turdagi mahsulotlarni ishlab chiqarish korxonalarini joylashtirish va rivojlantirish masalasini modelini tuzish uchun quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

i - ishlab chiqarish korxonalarini punkti indeksi, ($i = \overline{1, m}$);

j - iste'mol qilish punktlari indeksi, ($j = \overline{1, n}$);

b_j - j -punktning mahsulotga bo'lgan talabi;

a_j - j -punktning maksimal ishlab chiqarish quvvati;

C_{ij} - bir birlik mahsulotni i -punktdan j -punktga tashish bilan bog'liq bo'lgan harajatlari;

S_i - i - punktda bir birlik mahsulotni ishlab chiqarish bilan bog'liq bo'lgan ishlab chiqarish harajatlari (kengaytirish yoki kayta jixozlash);

x_{ij} - i -ishlab chiqarish punktidan j -iste'mol punktiga tashilishi zarur bo'lgan mahsulot miqdori;

x_i - i - punktdagi korxonaning ishlab chiqarish quvvati.

Yuqoridagi belgilashlar orqali masalaning maqsad mezonini va asosiy shartlarini ifodalaymiz: ishlab chiqarish va yetkazib berish harajatlari belgilangan shartlar doirasida minimallashtirilsin.

$$F = \sum_i S_i \cdot x_i + \sum_i \sum_j C_{ij} \cdot X_{ij} \rightarrow \min \quad (1)$$

Quyidagi shartlar bajarilganida: ya'ni

Har bir iste'mol punktiga tashib keltirilgan mahsulotlarning umumiy yig'indisi uning talabiga teng bo'lsin:

$$\sum_j X_{ij} = b_j, \quad (j = \overline{1, n}) \quad (2)$$

Har bir ishlab chiqaruvchi korxonadan tashib ketilgan mahsulotlar miqdori korxonaning maksimal quvvatidan ortib ketmasin, korxonaning quvvati esa uning maksimal imkoniyatlari bilan aniqlanadi:

$$\sum_j X_{ij} = x_i \leq a_i, \quad (i = \overline{1, m}) \quad (3)$$

Bunda tashilayotgan mahsulotlarning hajmi va korxonalarining ishlab chiqarish quvvatlari manfiy bo'lmasliklari kerak.

$$\begin{aligned} x_{ij} &\geq 0, & i = \overline{1, m}, & j = \overline{1, n} \\ x_i &\geq 0, & i = \overline{1, m}. \end{aligned}$$

Ko'p turdagi mahsulotlarni ishlab chiqarish korxonalarini joylashtirish va rivojlantirish modellarida tarmoqda yangi qurilishi kerak bo'lgan va qayta jihozlanadigan korxonalaridan tashqari ularning ishlab chiqarish xajmi xam aniqlanadi. Bunda turli xildagi mahsulotlar ishlab chiqarish ko'zda tutiladi. Bu mahsulotlar korxonaning asosiy mahsulotlari bilan birga ishlab chiqarilishi mumkin.

Ko'p turdagi mahsulotlarni ishlab chiqarish korxonalarini joylashtirish va rivojlantirish masalasining soddah iqtisodiy matematik modelini tuzish uchun quyidagi belgilashlarni kiritamiz;

i - ishlab chiqarish punktlari indeksi;

j - iste'mol qilish punktlarining indeksi;

k - ishlab chiqarilayotgan mahsulotlar turlari;

b_{jk} - j-punktning k - mahsulotga bo'lgan talabi;

a_i - i- punktdagi korxonaning maksimal ishlab chiqarish quvvati;

C_{ikj} -bir birlik k - turdagi mahsulotni i-yunalish punktidan j-punktidagi iste'molchiga tashish harajatlari;

S_{ik} - i-punkttdan k-mahsulotni ishlab chiqarish bilan bog'liq bo'lgan harajatlar;

S_i -i-punkttda asosiy mahsulotni ishlab chiqarish harajatlari;

X_{ikj} -k-mahsulotni i-punkttdan j-iste'molchiga tashish hajmi;

X_{ik} - i-korxonada k-turdagi mahsulotni ishlab chiqarish hajmi;

X_i - i- punktdagi korxonaning umumiy quvvati.

Kiritilgan belgilashlar yordamida turli xildagi mahsulotlarni ishlab chiqarish korxonalarini joylashtirish va rivojlantirish iqtisodiy-matematik modelini maqsad mezonini quyidagi ko'rinishda ifodalaymiz: umumiy ishlab chiqarish va tashish transport harajatlari minimallashtiriladi.

$$F = \sum_i S_i \cdot X_i + \sum_i \sum_j C_{ij} \cdot X_{ij} + \sum_i \sum_j \sum_k C_{ijk} \cdot X_{ijk} \rightarrow \min \quad (4)$$

Bunda quyidagi shartlar bajarilishi kerak:

har bir iste'molchining turli mahsulotlarga bo'lgan talabi to'la qanoatlantirilishi zarur:

$$\sum_j X_{ij} = b_j, \quad j = \overline{1, n}, \quad i = \overline{1, m} \quad (5)$$

har bir ishlab chiqaruvchidan tashib ketilgan turli mahsulotlar ishlab chiqarish xajmiga teng bo'ladi:

$$\sum_j X_{ij} = X_i, \quad k = \overline{1, k}, \quad i = \overline{1, m} \quad (6)$$

korxonaning turli ishlab chiqarilgan mahsulotlari uning maksimal ishlab chiqarish quvvatidan oshib ketmasligi kerak:

$$\sum_j X_{ij} = X_i, \quad i = \overline{1, m} \quad (7)$$

modelda foydalangan noma'lumlar manfiy bo'lmamasligi shart.

$$X_{ij}^* \geq 0, \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n}, \quad k = \overline{1, k};$$

$$X_i^* \geq 0, \quad i = \overline{1, m}, \quad k = \overline{1, k};$$

$$X_i \geq 0, \quad i = \overline{1, m}.$$

Qisqa xulosalar.

Iqtisodiy nazariyadan ma'lumki har bir tarmoqning korxonalarini rivojlantirish va joylashtirishga turli xildagi omillar ta'sir etadi va ularni hisobga olish talab qilinadi. Bozor iqtisodiyoti sharoitida har bir tarmoqning, korxonaning rivojlanishi va joylashishi uning mahsulotiga bo'lgan talablarning shakllanishi bilan aniqlanadi. Tarmoq sistemasini optimallashtirishda uning mahsulotiga bo'lgan talab bilan birga quyidagi asosiy elementlar va jarayonlarni ko'rsatish mumkin. Tarmoq kelajakka-perspektiv rejalashtirishda esa aksincha, avvaldan ko'zlangan natijalarga erishish uchun zarur bo'lgan harajatlarni minimallashtirish ko'zda tutiladi. Shunday qilib tarmoqning perspektiv rejalashtirish masalasida uning korxonalarini joylashtirish, ixtisoslashtirish va kengaytirish muammolari hal qilinadi. Bunday masalani yechilishi natijasida tarmoq korxonalarini joylashtirish punktlari, ularning quvvatlari, ishlab chiqarish korxonalarini iste'molchilar bilan birlashtirish muammolarini hal qiladi.

Nazorat va muhokama uchun savollar.

1. Ishlab chiqarishni rivojlantirish va joylashtirish masalasi qanday iqtisodiy ma'noga ega?
2. Ishlab chiqarishni rivojlantirish va joylashtirish masalasining qanday mezonlarini bilasiz?
3. Ishlab chiqarishni rivojlantirish va joylashtirishning bir mahsulotli masalasi ko'p mahsulotli masaladan qanday farq qiladi?
4. Ishlab chiqarishni rivojlantirish va joylashtirishning bir mahsulotli va ko'p mahsulotli masalalarning matematik modellarini tushuntirib bering.
5. Ishlab chiqarishni rivojlantirish va joylashtirishning bir mahsulotli masalasi matematik modelining iqtisodiy ta'riflab bering.
6. Modelda foydalangan noma'lumlar manfiy bo'lmashligi shartining qanday tushunasiz?
7. Ishlab chiqarishni rivojlantirish va joylashtirish masalalarining variantsiz qo'yilishi variantli qo'yilishidan qanday farq qiladi?
8. Ishlab chiqarishni rivojlantirish va joylashtirish masalalarini yechishning qanday usullarini bilasiz?
9. Bunda qanday kompyuter dasturlaridan foydalanish mumkin?
10. Korxonaning quvvatining maksimal imkoniyatlari qanday aniqlanadi?

Asosiy adabiyotlar.

1. Ўзбекистон Республикасининг «Электрон тижорат тўғрисида» Қонуни, «Халқ сўзи», 2004 й., 21-май.
2. Доугерти К. Введение в эконометрику. -М.: ЮНИТИ, 2003.
3. Горбунов В.К . Математическая модель потребительского спроса.Теория и прикладной потенциал. М.: Экономика, 2004.-174с.
4. Сборник студенческих работ: Программа «Математические методы анализа экономики» /Под ред. В.А.Чахоян.- М.: Эконом. Факульт. МГУ,ТЕИС,2003.- 259 с.

Internet saytlar

1. www.ictcouncil.gov.uz - Компьютерлаштиришни ривожлантириш бўйича Вазирлар Маҳкамаси мувофиқлаштирувчи Кенгазининг сайти.
2. www.ecsoman.edu.ru-Россия Федерация олий ўқув юртларида ўқитилаётган фанлар бўйича ўқув-услубий комплекслар.
3. www.nber.com – АҚШнинг “Иқтисодий тадқиқотлар миллий бюроси” сервери. Бутун дунёдан олинган иқтисодий тадқиқотлар бўйича илмий мақолаларни олишни таъминлайди.
4. www.icsti.ru – илмий ва техник ахборотлар ҳалқаро марказининг сервери. Турли билимлар соҳаси бўйича маълумотлар базасига кириш имкониятини ва чет эл миллий ҳамда ҳалқаро ЭҲМ тармоқларига киришни таъминлайди.

5-Bob. Dinamik qatorlar va trend modellari

5.1. Iqtisodiy-statistik modellashtirishning qo'llanilishi.

Iqtisodiy jarayonlarni vaqt davomida o'zgarishini o'rganish muhim ahamiyatga ega. Chunki barcha iqtisodiy jarayonlar va hodisalar vaqt davomida o'zgaruvchan bo'ladi. Iqtisodiyotda barcha iqtisodiy jarayonlarni iqtisodiy-statistik modellar orqali o'rganish natijasida u yoki bu iqtisodiy ko'rsatkichning hozirgi holati va kelajakdagi o'zgarishini ilmiy asosda tahlil qilish va bashoratlash mumkin bo'ladi.

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

Iqtisodiy-statistik modellashtirish iqtisodiy ko'rsatkichlar va ishlab chiqarish omillari o'rtasidagi aloqalar o'z mohiyatiga ko'ra stoxastik bo'lgan asosga tayanadi. Iqtisodiy sub'ektlar faoliyatini statistik modellashtirish zamon va makonda ularning rivojlanish jarayonini o'rganishda asosiy o'rin egallaydi. Bu modellar ishlab chiqarish tendensiyalari va qonuniyatlarini aniqlash uchun moslashgandir.

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

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

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

2. Tarkibiy – aniqlanmagan xilma-xilliklarning mavjudligi.

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

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

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

a) kiritiladigan ma'lumot – moddiy resurslar xarajatining ko'lamini 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 olib borish hamda chiqish ma'lumotlarini boshqarish mumkin.

5.2. Iqtisodiy-statistik modellarning tasnifi

Modellar vazifasidan amalda rejali-iqtisodiy foydalanish tushunchasi kompleks tushunchaga ega. U o'zida model tuzishning funksional maqsadini, model mo'ljallangan korxonaning ma'muriy-xo'jalik saviyasini, undan foydalanishdagi vaqt oralig'ini o'zida mujassamlashtirgan bo'lishi lozim. Yuqoridagi tushuncha asosida model vazifasidan foydalanish modeldan aniq talablar xarakteristikasini talab etadi. Bunday xarakteristikalar sifatida quyidagilarni ko'rsatish mumkin:

- a) modellashtirish uchun mo'ljallangan ko'rsatkichlar to'plami;
- b) modellashtirish uchun tadqiqotlar ko'lami va ob'ekt rivojlanish darajasi;
- v) iqtisodiy jarayonlar dinamikasining hisobot darajasi;
- g) o'zgaruvchan modellarning xarakteri va to'plami;
- d) modelning umumiylik darajasi.

Modellashtirilayotgan iqtisodiy ko'rsatkichlar turi bo'yicha resurslarni mahsulotga (ishlab chiqarish hajmi) aylantiruvchi intensiv oqimlari ko'rsatkichi modeli bilan turli umumiylik darajasi (materiallar harajatining salmog'i, tannarx, rentabellik, mehnat xarajatlari va boshqalar) o'zgartiruvchi samaradorlik darajasi ko'rsatkichlari modeli o'rtasidagi farqni ajrata bilish kerak.

Birinchi xildagi ko'rsatkichlarni hohlagan darajadagi sanoat ob'ektlari uchun modellashtirish mumkin. Ishlab chiqarish samaradorligi ko'rsatkichidan esa odatda, quyi darajadagi sanoat ishlab chiqarish tizimi uchun shaxsiy ko'rsatkichlar modellashtiriladi. Mana shu tasnif qilingan alomatlariga ko'ra, bir ko'rsatkich modelidan ko'rsatkichlar vektori shakllanish jarayonini tavsiflanayotgan modelni farq qilish lozim.

Tadqiqotlar ko'lamiga ko'ra, ikki xildagi modellarni ko'rsatib o'tish mumkin:

1. Korxonada ichidagi.
2. Korxonalararo tahlil va rejalashtirish modellari.

Birinchi turdagi modellar ayrim korxonalar doirasida foydalanish uchun mo'ljallangan. Ikkinchi turdagi modellar esa, bir guruhdagi sanoat ob'ektlari bo'yicha tahlil va qarorlar qabul qilish uchun mo'ljallangan. Bunday taqsimlanish qisman ob'ekt darajasini modellashtirish bilan mos keladi.

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

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

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

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

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

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

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

Modellar o'zgaruvchanligiga ko'ra, umumiy va xususiy modellarga bo'linadi. Umumiy model o'lchanadigan alomatlarning barchasini hamda o'rganilayotgan ishlab chiqarish jarayonining bir tomonini, masalan, tabiiy sharoit belgilarini qisman o'z ichiga oladi. Alomatlarning barchasini o'z ichiga olgan model bilan xususiy (masalan, faqat tabiiy sharoit omillari) modelni taqqoslab, ishlab chiqarish tabiiy iqlim omillarining ta'siri qaysi vaqtda ko'proq, qaysi vaqtda kamroq bo'lishini aniqlash mumkin.

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

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

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

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

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

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

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

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

5.3. Vaqtli qatorlar.

Matematik statistikaning asosiy masalalaridan biri – o'rganilayotgan hodisalarning makonda o'zgarish va rivojlanish jarayonini tadqiq qilishda vaqtli qatorlarni tuzish va tahlil qilish yo'li bilan hal etiladi.

Iqtisodiy hodisalarning makonda o'zgarishini ifodalayotgan sonlar ketma-ketligini kuzatish vaqtli qator deb ataladi.

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

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

Sirg'anuvchi o'rtacha usul o'rtacha qiymatni aniqlash vaqtida tasodifiy chetlanishlarning o'sish holatiga asoslanadi.

O'rtacha daliliy 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 modifikasiyasidan, ya'ni oddiy tekislash va vaznli tekislashdan foydalaniladi.

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

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

bu erda: p - tenglashtirish davri uzunligi vaqtli qatorlar xarakteriga bog'liq bo'ladi;

k - o'rtacha qiymatning tartib nomeri.

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

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

$$y_i = \sum_{t=0}^k a_t t^i \quad (2)$$

(2) to'la darajasini olaylik.

Uning parametrlari

$$a_0 \sum_{-p+1}^{p+1} t^i + a_1 \sum_{-p+1}^{p+1} t^{i+1} + \dots + a_k \sum_{-p+1}^{p+1} t^{i+k} = \sum_{-p+1}^{p+1} y_t t^i \quad (3)$$

tenglamasi yordamida eng kichik kvadratlar usuli bilan aniqlanadi.

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

$$a_0 = b_1 y_1 + b_2 y_2 + \dots + b_{2p+1} y_{2p+1} \quad (4)$$

hosil qilamiz. Bu erdagi b_i qiymati P va k mohiyatiga bog'liq bo'ladi. Hosil bo'lgan tenglama (4) birinchilardan $2p+1$ qatorlar dinamikasi qiymatining vaznli o'rtacha qiymat arifmetikasi hisoblanadi. Sirg'aluvchan o'rtacha qiymat usuli boshqa usullarga nisbatan qator afzalliklarga ega. Jumladan, sirg'aluvchan o'rtacha qiymat shunday tendensiya funksiyasini beradiki, u mohiyatiga ko'ra o'rganilayotgan qatorlar mohiyatiga yaqin turadi. Chunki, qatorning ayrim qismlari - eng yaxshi tendensiya tanlab olinadi. O'rganilayotgan qatorlarga yangi daraja qo'shilishi mumkin. Tendensiyalarni aniqlash ko'p mehnat talab etishi singari xususiyatlar sirg'aluvchan o'rtacha qiymat usulining afzalliklari hisoblanadi. Lekin sirg'aluvchan

o'rtacha usul sirg'anish davri oshirilishi bilan qatorning eng chetki davrlari haqidagi axborot yo'qolishi singari kamchiliklarga ham ega. Bunga vaqtli qatorlar tahlilining ba'zi usullarida yo'l qo'yib bo'lmaydi.

Eng kichik kvadratlar usuli. Eng kichik kvadratlar usulining mohiyati shundan iboratki, uning natijasida izlanayotgan tenglamalar tendensiyasining shunday parametrlari hosil bo'ladiki, bunday hollarda

$$\sum_{i=1}^n (y_i - f(t_i))^2 \rightarrow \min \quad (5)$$

funksiya minimumga aylanadi.

5.4. Trend modellari asosiy tendensiyasini aniqlash.

Iqtisodiy qatorlar dinamikasi tendensiyasini aniqlash vaqtda ko'pchilik hollarda turli darajadagi polinomlar:

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

va eksponensial funksiyalar qo'llaniladi:

$$\hat{y}(t) = \left[e^{a_0 + \sum_{i=1}^k a_i t^i} \right]^u \quad (i = -1, 0, 1, \dots, k) \\ (u = -1, 1) \quad (6)$$

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

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

Tenglashtirish parametrlari (2) bevosita eng kichik kvadratlar usuli yordamida baholanadi. Eksponensial funksiya parametrlarini baholash uchun esa boshlang'ich qatorlar qiymatini logarifmlash lozim.

Normal tenglamalar sistemasi quyidagicha bo'ladi:

a) k tartibli polinom uchun:

$$\begin{cases} na_0 + a_1 \sum t + a_2 \sum t^2 + \dots + a_k \sum t^k = \sum y \\ a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 + a_2 \sum t^3 + \dots + a_k \sum t^{k+1} = \sum yt \\ \dots \\ a_0 \sum t^k + a_1 \sum t^{k+1} + a_2 \sum t^{k+2} + \dots + a_k \sum t^{2k} = \sum yt^k \end{cases} \quad (7)$$

b) eksponensial funksiya uchun:

$$\begin{cases} na_0 + a_1 \sum t + a_2 \sum t^2 + \dots + a_k \sum t^k = \sum \ln y \\ a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 + a_2 \sum t^3 + \dots + a_k \sum t^{k+1} = \sum t \ln y \\ \dots \\ a_0 \sum t^k + a_1 \sum t^{k+1} + a_2 \sum t^{k+2} + \dots + a_k \sum t^{2k} = \sum t^k \ln y \end{cases} \quad (8)$$

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

$$y_i = a_0 a_i^t$$

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

$$\begin{cases} n \ln a_0 + \ln a_1 \sum t = \sum \ln y \\ \ln a_0 \sum t + \ln a_1 \sum t^2 = \sum t \ln y \end{cases} \quad (9)$$

Ko'pincha boshlang'ich ma'lumotlar asosida qatorlar dinamikasining rivojlantirish tendensiyasini tavsiya etish uchun eng qulay funksiya qaysi biri ekanligini hal qilish masalasi murakkab bo'ladi. Bunday hollarda funksiya shakllarini aniqlashning quyidagi ikki xil usulidan foydalanish mumkin: o'rta kvadratik xatolar minimumi usuli bilan funksiya tanlash; dispersion tahlil usulini qo'llash orqali funksiya tanlash.

1. Mantiqiy tahlil hamda tadqiqot tufayli qo'lga kiritilgan shaxsiy tajriba asosida qator turli xil funksiyalar tanlab olinadi va ularning parametrlari baholanadi. Shundan so'ng har bir funksiya uchun quyidagi formula asosida o'rta kvadratik xatolar aniqlanadi:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - k - 1}}, \quad (10)$$

bu erda: y_i – qatorlar dinamikasining qiymati;

\hat{y}_i – qatorlar dinamikasi qiymatlarini tenglashtirish;

k – funksiya parametrlari soni.

Mazkur usul faqat tenglama parametrlarining teng sonida qiyosiy natijalar beradi.

Ikkinchi usul dispersiyalarni taqqoslashdan iborat. O'rganilayotgan qatorlar dinamikasi umumiy variyasiyasini ikki qismga, ya'ni tendensiyalar tufayli sodir bo'ladigan variyasiyalar va tasodifiy variyasiyalar yoki $V = V_1 + V_2$ bo'lishi mumkin.

Umumiy variyasiya quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$V = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2, \quad (11)$$

bu erda, \bar{y} - qatorlar dinamikasining o'rtacha darajasi.

Tasodifiy variyasiyalar quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$V_2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2. \quad (12)$$

Umumiy va tasodifiy variyasiyalarning farqi tendensiyalar variyasiyasi hisoblanadi:

$$V_1 = V - V_2. \quad (13)$$

Tegishli dispersiyalarni aniqlashda daraja erkinligi quyidagicha bo'ladi:

1. Tendensiyalar tufayli dispersiyalar uchun daraja erkinligi soni tekislash tenglamasi parametrlari sonidan bitta kam bo'ladi.

2. Katorlar dinamikasi darajasi soni bilan tekislash tenglamasi parametrlari soni o'rtasidagi farq tasodifiy tendensiyalar uchun daraja erkinligi soniga teng bo'ladi.

3. Umumiy dispersiyalar uchun daraja erkinligi soni qatorlar dinamikasi darajasi sonidan bitta kam bo'ladi. Chiziqli funksiya uchun dispersiyalar quyidagicha hisoblanadi:

$$S^2 = \frac{V}{n-1}, \quad (14)$$

$$S_1^2 = V_1, \quad (15)$$

$$S_2^2 = \frac{V_2}{n-2}. \quad (16)$$

Dispersiyalar aniqlangandan so'ng F - mezonning empirik qiymati hisoblanadi:

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}. \quad (17)$$

Olingan qiymatni erkinlik va ehtimollik darajasiga muvofiq aniqlangan jadval qiymati bilan taqqoslanadi.

Agar $F > F_{\alpha}$ ko'rinishidagi tengsizlik bajarilsa, u holda tahlil qilinayotgan tenglama ifodalanayotgan tendensiya uchun to'g'ri keladi. Bunday hollarda tahlil qilishni mantiqiy tushunchalarga mos keladigan oddiy tenglamalardan boshlab, asta-sekin kerakli daraja aniqlanguncha qadar murakkabroq darajalarga o'tib borish lozim.

Trend aniqlangandan keyin boshlang'ich qatorlar dinamikasiga tegishli darajada trendning qiymati olinadi. Tahlil bundan keyin trenddan chetga chiqishi mumkin.

$$z(t) = y(t) - \hat{y}(t) \quad (18)$$

$z(t)$ chetga chiqishi σ^2 arifmetik dispersiyali o'rtacha nolga teng bo'ladi.

Tenglama parametrlarini aniqlash zarur:

$$\hat{y}(t) = a_0 + a_1 t, \quad (19)$$

$$\hat{y}'(t) = a'_0 + a'_1 t. \quad (20)$$

Normal tenglamalar sistemasi to'g'ri chiziqli tenglamalar uchun quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\begin{cases} na_0 + a_1 \sum t = \sum y \\ a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 = \sum ty \end{cases} \quad (21)$$

5.5.O'zbekistonda bug'doy hosildorligi qatorlar dinamikasi tendensiyalarini aniqlash masalasi.

Masala. O'zbekistonda kuzgi bug'doy yalpi hosildorligi qatorlar dinamikasi tendensiyalarini aniqlaylik. Ma'lumotlar statistik to'plamdan olingan.

Normal tenglamalar sistemasini echib, izlangan parametrlarni aniqlasak,

$$a_0 = \frac{\sum y}{n} = 83,178; \quad a'_0 = \frac{\sum y'}{n} = 19,99;$$

$$a_1 = \frac{\sum yt}{t^2} = 1,573; \quad a'_1 = \frac{\sum y't}{t^2} = 0,536$$

Kuzgi bug'doy yalpi yig'imi qatorlar dinamikasining chiziqli tendensiyasi

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1 t = 83,178 + 1,576 \cdot t$$

tenglamasi bilan ifodalanadi hamda kuzgi bug'doy hosildorligi, chiziqli tendensiyasi esa

$$\hat{y}_i = a'_0 + a'_1 t = 19,99 + 0,536 \cdot t$$

tenglamasi ko'rinishida ifodalanadi.

Kuzgi bug'doy yalpi yig'imi qatorlari dinamikasi trendi sifatida chiziqli funksiyaning foydaliroq ekanligida to'xtab o'tamiz. Buning uchun (11), (12), (13), (14) formulalar bo'yicha dispersiyalarni aniqlaymiz.

y_i yalpi mahsulot uchun:

$$\begin{aligned} S^2 &= \frac{V}{n-1} = \frac{5650,8}{22} = 456,8; & V &= 5650,8; \\ S_1^2 &= V_1 = 3268,7; & V_2 &= 2382,1; \\ S_2^2 &= \frac{V_2}{n-2} = \frac{2382,1}{21} = 113,4; & V_1 &= V - V_2 = 3268,7; \\ F &= \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{3268,7}{113,4} = 28,8 \end{aligned}$$

y'_i hosildorlik uchun:

$$\begin{aligned} S^2 &= \frac{V}{n-1} = \frac{409,80}{22} = 18,6; & V &= 409,80; \\ S_1^2 &= V_1 = 301,06; & V_2 &= 108,74; \\ S_2^2 &= \frac{V_2}{n-2} = \frac{108,79}{21} = 5,18; & V_1 &= V - V_2 = 301,06; \\ F &= \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{301,06}{5,18} = 58,1 \end{aligned}$$

5.1 jadval .O'zbekistonda bug'doy hosildorligi qatorlar dinamikasi tendensiyalari

Kuzatuvlar	Yalpi hosil, ming t. y_i	Xosildorlik, sG'ga y'_i	t	t^2	$y_i \cdot t$	$y'_i \cdot t$	\hat{y}	\hat{y}	$(y_i - \hat{y})^2$	$(y_i - y'_i)^2$	$(y_i - \hat{y})^2$	$(y_i - \hat{y})^2$
1	76,6	16,2	-11	121	-842,6	-178,2	65,875	14,094	115,03	4,435	43,30	14,36
2	69,1	15,2	-10	100	-691,0	-152,0	67,448	14,630	2,729	0,325	198,25	22,94
3	64,3	15,1	-9	81	-578,7	-135,9	69,021	15,166	22,288	0,004	356,45	23,91
4	66,5	16,9	-8	64	-532,0	-135,2	70,594	15,702	16,761	1,435	278,22	9,55
5	70,8	16,8	-7	49	-495,6	-117,6	72,167	16,238	1,869	0,314	153,26	10,18
6	49,7	12,9	-6	36	-298,2	-77,4	73,740	16,774	577,92	14,977	1120,9	50,27
7	74,4	13,8	-5	25	-372,0	-69,0	75,313	17,310	0,836	12,250	77,09	38,32
8	59,7	16,1	-4	16	-238,8	-64,4	76,886	17,846	295,35	3,240	551,30	15,18
9	100,5	20,4	-3	9	-301,5	-61,2	78,459	18,382	485,05	3,610	299,98	0,17

10	77,4	17,8	-2	4	-154,8	-35,6	79,718	18,918	5,373	1,210	32,99	4,80
11	93,4	18,3	-1	1	-93,4	-18,3	81,605	19,454	139,122	1,323	104,45	2,86
12	79,9	18,9	0	0	0	0	83,178	19,990	10,745	1,188	10,76	1,19
13	99,7	22,8	1	1	99,7	22,8	84,751	20,526	223,47	5,513	272,91	7,90
14	98,8	23,1	2	4	197,6	46,2	86,324	21,062	155,65	4,162	234,98	9,67
15	86,0	19,6	3	9	258,8	58,8	87,897	21,598	3,599	4,000	7,95	0,15
16	109,8	27,0	4	16	439,2	104,0	89,470	22,134	413,31	237,17	706,62	49,14
17	83,9	24,0	5	25	419,5	120,0	91,043	22,670	51,022	1,769	0,52	46,08
18	66,2	18,7	6	36	397,2	112,2	92,616	23,206	698,59	20,250	288,32	1,66
19	96,9	25,9	7	49	678,3	181,3	94,189	23,742	7,350	4,666	188,24	34,93
20	97,1	25,8	8	64	776,8	206,4	95,762	24,278	1,790	2,310	193,77	33,76
21	97,2	24,2	9	81	878,8	217,8	97,335	24,814	0,018	0,372	196,56	17,72
22	98,1	24,6	10	100	981,0	246,0	98,908	25,350	0,653	0,563	222,61	21,25
23	97,1	25,8	11	121	1068,1	283,8	100,48	25,885	11,431	0,008	193,77	33,76
							1					
Σ	1913,1	459,9	0	1012	1501,8	542,1	1912,78	459,77	3240,1	111,28	5742,22	449,72
o'rtachalar	83,18	19,99		4	69,21	23,56	83,16	19,99	140,87	4,838	249,66	13,35

$F = 58,1$ va $F_{0,99} = 8,40$ bo'lganidan 99% aniqlik bilan aytish mumkinki, kuzgi bug'doy hosildorligi qatorlar dinamikasi tendensiyasining rivojlanishini xarakterlash uchun ham chiziqli funktsiyadan foydalanish mumkin.

a_1 va a_1' parametrlari funktsiyaning o'zgarish tezligini ifodalaydi. Binobarin, tekshirilayotgan davrda kuzgi bug'doy o'rish o'rtacha hisobda yiliga 1,573 ming tonnaga oshgan, kuzgi bug'doy hosildorligi esa yiliga gektar hisobiga 0,5 sentnerga oshgan.

Qisqa xulosalar.

Iqtisodiy jarayonlarni vaqt davomida o'zgarishini o'rganish muhim ahamiyatga ega. Iqtisodiyotda barcha iqtisodiy jarayonlarni iqtisodiy-statistik modellar orqali o'rganish natijasida u yoki bu iqtisodiy ko'rsatkichning hozirgi holati va kelajakdagi o'zgarishini ilmiy asosda tahlil qilish va bashoratlash mumkin bo'ladi. Iqtisodiy-statistik modellashtirishni qo'llash samaradorligining asosiy shartlaridan biri uning real ko'rinish va jarayonga aynan mos kelishi hisoblanadi. Iqtisodiy jarayonlar dinamikasini aks ettirish mohiyatiga ko'ra, statik va dinamik modellar mavjud. Statik modellar o'zida vaqtning ayrim, qayd qilingan oraliq'ini qamrab oladi. Dinamik model vaqtning izchil oraliq tizimi holatini aks ettiradi. O'zgaruvchan xarakterga ko'ra, boshlang'ich iqtisodiy ishlab chiqarish omillari yoki aralash omillarni o'z ichiga olgan modellarni ko'rsatish mumkin. Sirg'anuvchi o'rtacha usul o'rtacha qiymatni aniqlash vaqtida tasodifiy chetlanishlarning o'sish holatiga asoslanadi. O'rtacha xakikiy 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 tekislash va vaznli tekislashdan foydalaniladi.

Nazorat va muhokama uchun savollar.

1. Iqtisodiy-statistik modellashtirishni noaniq bo'lmashligining sabablarini aytib bering.
2. Korxonada faoliyatini o'zida mujassamlashtirgan barcha ko'rsatkichlarni necha guruhga bo'lish mumkin?
3. Tadqiqotlar ko'lamiga qarab modellar necha xilga bo'linadi?
4. Statik va dinamik modellarga ta'rif bering.
5. Ishlab chiqarishning boshlang'ich omillariga nimalar kiradi?
6. Ishlab chiqarish kombinatsiyasi deb nimaga aytiladi?
7. Umumiy va xususiy modellarning farqli tomonlarini ifodalab bering.
8. Pog'onali va ko'p sathli modellarni tuzish shartlari qanday?
9. Tavsiflash modellarini tushuntirib bering.
10. Tushuntirish modellariga ta'rif bering.

Asosiy adabiyotlar.

1. Ўзбекистон Республикасининг «Ахборотлаштириш тўғрисида» Қонуни, «Халқ сўзи», 2004 й., 11 — феврал.
2. Мур Дж.У. Экономическое моделирование в Microsoft Excel. -М.: Изд. дом. «Вильямс», 2004.
3. Эконометрика. Учебник. /под ред. проф. И.И.Елисейевой. -М.: Финансы и статистика, 2004.
4. Сборник студенческих работ: Программа «Математические методы анализа экономики»\ Под ред. В.А.Чахоян.- М.: Эконом. Факульт. МГУ, ТЕИС, 2003.- 259 с.

Internet saytlari

1. www.ictcouncil.gov.uz - Kompyuterlashtirishni rivojlantirish bo'yicha Vazirlar Mahkamasi muvofiqlashtiruvchi Kengashining sayti.
2. www.icsti.ru – ilmiy va texnik axborotlar halqaro markazining serveri. Turli bilimlar sohasi bo'yicha ma'lumotlar bazasiga kirish imkoniyatini va chet el milliy hamda halqaro EHM tarmoqlariga kirishni ta'minlaydi.
3. [sunny.ccas.ruG`library.html](http://sunny.ccas.ru/G`library.html) – Jahon kutubxonalari serveri. 45ta mamlakatning 1000 ortiq kutubxonalari kirishni ta'minlaydi.
4. www.nber.com – AQShning “Iqtisodiy tadqiqotlar milliy byurosi” serveri. Butun dunyodan olingan iqtisodiy tadqiqotlar bo'yicha ilmiy maqolalarni olishni ta'minlaydi.
5. www.mesi.ru – Moskva iqtisod-statistika instituti serveri. Fanlar bo'yicha namunaviy, ishchi dasturlari, elektron adabiyotlarni olishni ta'minlaydi.

6-BOB. OMILLI MODELLAR

6.1. Bir omilli modellar

Bir omilli chiziqli bog'liqlikni ko'rib chiqamiz. Analitik bog'liqlik yoki regressiya tenglamasi

$$Y_x = a_0 + a_1 \cdot X, \quad (1)$$

ko'rinishda bo'ladi, bunda a_0 , a_1 - statistik parametrlar, doimiy kattaliklar (const); Y- faqat omil belgisidan hisoblab topilgan natijaviy belgining qiymati.

Y va X omillar o'rtasidagi bog'liqlikning zichligi bog'liqlikning chiziqli shakli uchun korrelyatsiya koeffitsienti (r) yordamida hisoblab topiladi:

$$r_{y/x} = \frac{\overline{X \cdot Y} - \bar{X} \cdot \bar{Y}}{\sigma_x \cdot \sigma_y} \quad (2)$$

bunda $\overline{X \cdot Y} - \bar{X} \cdot \bar{Y}$ ko'paytmaning o'rtachasi;

\bar{X} - X omilning o'rtachasi;

\bar{Y} - Y omilning o'rtachasi

$\sigma_x - X$ kvadratik og'ishning o'rtachasi;

$\sigma_y - Y$ kvadratik og'ishning o'rtachasi;

X omil ta'sirida paydo bo'ladigan dispersiya hissasini hisoblash uchun determinatsiya koeffitsiyentini (D) foydalaniladi:

$$(D) = r^2 \quad (3)$$

$(1-r^2)$ katalik qoldiq dispersiyaning koeffitsiyenti deb ataladi va e'tiborga olinmagan omillar hisobiga variatsiya hissasini tavsiflaydi. Aloqa zichligi ko'rsatkichi mustahkamligini baholash quyidagi formula asosida amalga oshiriladi:

$$\sigma_r = \frac{(1-r^2)}{\sqrt{n}}, \quad (5)$$

bunda r-korrelyatsiya koeffitsiyenti;

n - kuzatishlar soni

Agar $n > 50$ bo'lganda $r > 3\sigma$ bo'lsa, bog'liqlik haqiqatdan ham mavjud deb hisoblanadi.

Nochiziqli bog'liqlik holatida zichlik korrelyatsiya indeksi yordamida baholanadi. Chiziqli bog'lio' holatida korrelyatsiya indeksi korrelyatsiya koeffitsiyentiga teng. Korrelyatsiya indeksi quyidagi formula asosida hisoblab topiladi.

$$R_{y/x} = \sqrt{1 - \frac{\sigma_{y/x}^2}{\sigma_y^2}} \quad (6)$$

bunda $\sigma_y^2 = \frac{\sum (Y - \bar{Y})^2}{n}$ - barcha omillar hisobiga umumiy variatsiya;

$\sigma_{y/x}^2 = \frac{\sum (Y - \bar{Y}_x)^2}{n}$ - qoldiq dispersiya.

6.2. Tasodifiy o'zgaruvchining xususiyatlari.

Chiziqli bir omilli model qurishda uning ayrim kamchiliklariga e'tiborni qaratmoq lozim. Modelni jarayonning bitta omil yordamida, u hatto hal qiluvchi omil bo'lgan taqdirda ham haqqoniy yoritib berish mumkin emas. Masalan, paxta xom ashyosini yalpi yig'ib olishni o'rganishda asosiy omil sifatida hosildorlikni olish mumkin, lekin sinchiklab o'rganish natijasida yer miqdori va sifati, o'g'itlar (ularni miqdori, sifati, quritish muddati), sug'orish xarakter tartibi va boshqa omillarni ham e'tiborga olish zarur.

Shunday qilib, «asosiy» omillar miqdori cheksiz o'zgarishi mumkin. Bunday masalarni hal etish bir omilli modeldan ko'p omilligacha o'tishni taqozo etadi. Ammo bu ham funksiyaga asosiy omillardan tashqari yana ko'p sonli ikkinchi darajali omillar ta'sir qilishi hisobiga hisoblashda hatolik bo'lishini rad etmaydi. Ko'pincha ularning ta'siri sezilarsiz va qarama-qarshi xarakterga ega. Ushbu omillarning barcha samarasi, ham musbat ham manfiy qiymatlarni qabul qiluvchi «U» tasodifiy o'zgaruvchi bilan baholanadi. Chiziqli bog'liqlik:

$$Y = f(X_1, U) \text{ yoki } Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n, U),$$

ko'rinishda bo'ladi.

«U» o'zgaruvchi quyidagi stoxastik xususiyatlarga ega bo'lgan hato sifatida namoyon 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 haqiqiy qiymatlari o'rni yashirin hatoga ega o'lchamlar kiritiladi (ular ob'ktiv, sub'ektiv xarakterga ega bo'lishlari, o'lcham hisoblarining noaniqligi, noaniq hujjat aylanishi, alohida o'lchamlarini sub'ektiv baxosi va boshqalar). Barcha yuqorida sanab o'tilgan kamchiliklar o'lchash hatolarini tenglama hatolariga o'tishiga olib keladi, ya'ni:

$$Y = a_0 + a_1 X + W \quad (7)$$

$$W = U + V$$

bunda W-jami hato; U-stoxastik e'tiroz bildirish; V-o'lchash hatosi.

Nisbatan oddiy bog'liqlik deb chiziqli bir omilli bog'liqlik yoki chiziqli ko'p omilli model, u tasodifiy hatoga nisbatan bir necha taxminlarni qabul qilganda hisoblanadi: o'rtacha nolga teng; dispersiya const va asosiy omillarga bog'liq emas va tasodiy hato bir-biriga bog'liq emas.

Ko'p omilli holatda: $Y = a_0 + a_1 X_i + U_i$, a_0 va a_1 koeffitsiyentlarni quyidagi shartlardan kelib chiqqan holda aniqlash mumkin:

$$E(U) = 0, i \in N$$

$$E(U_i, U_j) = \begin{cases} 0 & \text{arap } i \neq j, \quad i, j \in N \\ \sigma_i^2 & \text{arap } i = j, \quad i, j \in N \end{cases} \quad (8)$$

Sodda iqtisodiy modellarni ko'rib chiqishda bu masalani standart usuli yordamida yechish mumkin. Eng kichik kvadrat usuli klassik hisoblanadi. Lekin nisbatan murakkabroq vaziyatlarda murakkab ekonometrik modelni ko'rib chiqishda murakkab texnika yo'llardan foydalangan xolda yangi usullarni ishlab chiqish zarur.

6.3. Regression modelning to'liq spetsifikatsiyasi.

Oddiy chiziqli regression modelning to'liq spetsifikatsiyasi (1) regression tenglamadan va 5 ta birlamchi yo'l qo'yishlardan tashkil topgan.

Shu yo'l qo'yishlarni ko'rib chiqamiz. Birinchi ikki taxmin shundan iboratki, X ning har bir qiymati uchun ϵ hato nol qiymat atrofida me'yoriy taqsimlangan. Taxmin qilinadiki, ϵ_i uzluksiz kattalik hisoblanib, o'rtacha atrofida simmetrik taqsimlangan $-\infty$ dan $+\infty$ gacha o'zgaradi va uning taqsimlanishi 2 o'lcham o'rtacha va variatsiya yordamida aniqlanadi.

Demak:

Birinchi taxmin: ϵ_i - me'yoriy taqsimlangan.

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

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

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

Uchinchi taxmin gomoskediklikka tegishli bo'lib, u har bir hato σ^2 ning qiymati noma'lum bo'lgan bir xil variatsiyaga iga ekanligini anglatadi. Bu taxmin, masalan X ning katta qiymatlari uchun hato dispersiyasini imkoni, huddi kichik qiymatlardagi kabi degan tasdiq bilan kelishiladi. Yuqorida ko'rib o'tilgan ishlab chiqarish funksiyasida, bu taxminga asosan ishlab chiqarishdagi variatsiya ham, ish kuchi qiymatiga bog'liq emas.

Uchinchi taxmin: Gomoskediklik:

$$\text{Var}(\epsilon_i) = \sigma^2. \quad (8)$$

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

$$\text{Cov}(\epsilon_i, \epsilon_j) = 0 \quad i \neq j \quad (9)$$

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

Birinchi va to'rtinchi taxmin birgalikda ehtimollik nuqtai-nazaridan, taqsimot hatolari bog'liq emas deyish imkonini beradi. Shuning uchun $\epsilon_1, \epsilon_2, \dots, \epsilon_n$ o'zgaruvchini o'xshash va erkin taqsimlanishi sifatida qaralishi mumkin. $E(\epsilon_i) = 0$ bo'lgani uchun

$$\text{Var}(\epsilon_i) = E(\epsilon_i)^2. \quad (10)$$

Bundan

$$\text{Cov}(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = E(\varepsilon_i, \varepsilon_j). \quad (11)$$

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

$$E(\varepsilon_i, X_j) = X_j E(\varepsilon_i) = 0 \quad (12)$$

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

$$\left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2, \quad (13)$$

noldan farq qiladi va uning $n \rightarrow \infty$ limiti chekli son.

To'g'ri, amaliyotda ko'rsatilgan taxminlarni mutloq mavjudligiga aniq erishish qiyin, lekin biz agar bu taxminlarga taxminan amal qilinsa qoniqish hosil qilamiz. Yuqorida keltirib o'tilgan taxminlar klassik chiziqli regression model tuzish, Regressiya parametrlarini hisoblash uchun zarur.

Taqsimot hatolari me'yoriy va nolga teng deb taxmin qilingani uchun, δ_2 ning og'ish dispersiyasi noma'lum hisoblanadi. (1) regression modelda noma'lum deb α va β o'lcham qiymatlari, shuningdek σ^2 hato variatsiyalari hisoblanadi.

6.4. Regressiyaning empirik va nazariy chizig'i.

Regression tenglama va besh taxmin bilan keltirilgan regression modelning to'liq spetsifikatsiyasidan so'ng, endi uni ayrim o'ziga hos tomonlarini ko'rib chiqamiz. Avvalombor, Y bog'liq o'zgaruvchining taqsimot ehtimoliga qaytamiz.

Y_i funksiyaning birinchi o'rtachasi, (13) tenglamaning ikki qismini matematik kutilishi sifatida olinishi mumkin:

$$E(Y_i) = E(\alpha + \beta X_i + \varepsilon_i) = \alpha + \beta X_i. \quad (14)$$

Bu, α va β parametrlar spetsifikatsiyasidan, X_i ning stoxastik emasligidan (bu berilgan son) va $\varepsilon_i = 0$ o'rtachadan (ikkinchi taxmin) kelib chiqadi.

Keyin Y_i variatsiya bo'lmish

$$\text{Var}(Y_i) = E[Y_i - E(Y_i)]^2 = E[(\alpha + \beta X_i + \varepsilon_i) - (\alpha + \beta X_i)]^2 = E(\varepsilon_i^2) = \sigma^2 \quad (15)$$

Har bir X bog'liq o'zgaruvchiga Y o'zgaruvchini o'rtacha qiymatini beruvchi tenglama (2) regressiyaning empirik chizig'i deyiladi.

Bu chiziqni ordinata bilan kesishishi, X ning nolga teng qiymatida Y bahosini o'lchaydigan α kattalikka mos keladi. β ning og'ishi, Y qiymatni X qiymatning har bir qo'shimcha birligiga og'ishdagi o'zgarishini o'lchaydi. Masalan, agar Y yalpi iste'mol, X yalpi daromad ko'rinishida bo'lsa, u holda β nolga teng daromadda iste'mol darajasining chegaraviy og'ishini namoyon qiladi. Bu o'lchamlar qiymatlari noma'lum bo'lgani uchun regressiyaning empirik chizig'i ma'lum emas. α va β ning o'lchamlari qiymatlarini hisoblab, regressiyaning nazariy chizig'ini olamiz. α va β

ning qiymatlari $\hat{\alpha}$ va $\hat{\beta}$ hisoblangandek mos hisoblangan bo'lsa, mos xolda, bunda regressiyaning nazariy chizig'i quyidagi tenglama orqali berilgan :

$$\hat{Y}_i = \hat{\alpha} + \hat{\beta}X_i \quad (16)$$

bunda \hat{Y}_i - Y ning tekislangan qiymati.

Barchasi bo'lmasa ham, ko'pchiligi Y empirik qiymatlar nazariy chiziqda yotmaydi, shuning uchun Y_i va \hat{Y}_i qiymatlar mos kelmaydi. Bu farq qoldiq deb ataladi va ϵ_i bilan belgilanadi. Shuning uchun quyidagi tenglamalar farqlanadi:

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

$$\hat{Y}_i = \hat{\alpha} + \hat{\beta}X_i + \epsilon_i, \quad (\text{nazariy}).$$

Shuni qayd etish lozimki, ϵ_i qiymat ϵ_i qiymatdan farq qiladi. Umuman, ϵ_i ning qoldiqlari ϵ_i hatoning baholari hisoblanadi deyish mumkin. Muqobil tarzda shuni aytish kerakki, ϵ_i dan ϵ_i taqsimotni taxminan baholash uchun foydalaniladi.

$$\hat{Y} = \hat{\alpha} + \hat{\beta}X \quad (17)$$

$$E(Y) = \alpha + \beta X \quad (18)$$

6.5. Dinamik qatorlarga asoslangan eksponensial usul.

Eksponensial usuli hozirgi paytda, dinamik qatorlarga asoslangan usullardan eng muhim usul deb hisoblanadi. Dinamik qatorlarni bashoratlashda ma'lumotlarni yildan yilga o'zgartirishini e'tiborga olish zarur. Ohirgi yillardagi o'zgarish tendensiyasini ahamiyatini oshirib, dinamik qatorni birinchi yillardagi o'zgarish tendensiyasini ahamiyatini kamaytirish zarur.

Bashoratlashtirishning oddiy modellaridan biri bo'lgan vaqtlilik funksiyasini ko'rib o'tamiz. Umumiy holda vaqt bo'yicha olingan funksiyasini

$$y_t = f(t) \quad (19)$$

$$y_t = a_0 + a_1 t \quad (20)$$

ko'rinishida ifodalash mumkin.

Ayrim hollarda vaqtlilik qator parametrlari ma'lum bir oraliqda o'zgarishi mumkin. Bu muammoni yechish uchun Braun tomonidan yaratilgan eksponensial usulidan foydalanamiz. Bu usulni mohiyati shundan iboratki, vaqt bo'yicha olingan qator eksponensial qonuniyatiga bo'ysunib bashorat qilinadi.

Faraz qilaylik:

$$y = a_0 + a_1 t \quad (21)$$

ko'rinishidagi chiziqli funksiya berilgan bo'lsin. Bu yerdagi a_0 va a_1 parametrlarni topish uchun o'rtacha eksponensial $S_{11}(y)$ va $S_{12}(y)$ miqdorlarni topamiz.

$$S_{11}(y) = a_0 + \frac{1 - \alpha}{\alpha \times a_1} \quad (22)$$

$$S_{12}(y) = a_0 + \frac{2(1 - \alpha)}{\alpha \times a_1} \quad (23)$$

Agar bu sistemani a_0 va a_1 ga nisbatan yechsak, quyidagilarni xosil qilamiz:

$$a_0 = 2S_{11}(y) - S_{12}(y) \quad (24)$$

$$a_1 = \frac{1}{1-\alpha} [S_{11}(y) - S_{12}(y)] \quad (25)$$

K darajadagi eksponenta rekurent formulasi orqali topiladi.

$$S_{1k}(y) = \alpha S_{1,k-1}(y) + (1-\alpha)S_{1-k}(y) \quad (26)$$

Bu yerda $\alpha = 2 / m + 1$

m -kuzatuvlar soni.

Umuman olganda $0 < \alpha < 1$ bo'ladi.

Agar α parametr 1 ga yaqin bo'lsa, bashoratlashtirish uchun keyingi holatlar hisobga olinadi. Agar $\alpha \rightarrow 0$ bo'lsa bashoratda ilgari holat nazarda tutiladi. Ikkinchi eksponenta uchun

$$S_{21}(y_2) = \alpha y_2 + (1-\alpha) \times S_{11}(y_1) \quad (27)$$

$$S_{22}(y_2) = \alpha S_{21}(y_2) + (1-\alpha) \times S_{12}(y_1) \quad (28)$$

O'rtacha eksponensial miqdorni hisoblash uchun dastlabki $S_{0n}(y)$ lar berilgan bo'lishi kerak

$$S_{01}(y), \quad S_{02}(y)$$

Ayrim hollarda $S_{01}(y) = S_{02}(y) = \dots, y_0$ deb olinadi.

Boshqa hollarda $a_0(0), a_1(0), a_2(0)$ larni dastlabki miqdorlari berilgan hisoblanadi. Unda

$$S_{01}(y) = a_0 - 1 - \alpha / \alpha a_1 \quad (29)$$

$$S_{02}(y) = a_0 - 2(1-\alpha) / \alpha a_1 \quad (30)$$

Agar dinamik qatorda 17 kuzatuv berilgan bo'lsa a_0 va a_1 lar quyidagicha hisoblanadi:

$$a_0 = 2 S_{171} - S_{172} \quad (31)$$

$$a_1 = 1 / 1-\alpha [S_{171} - S_{172}] \quad (32)$$

$$Y_{17+1} = a_0 + a_1 \times 1$$

	$S_{10} = (y)$	S_{11}	S_{12}
1	10,3	10,3	10,3
2	10,7	10,34	10,3
3	10,03	10,3	10,3
4	10,71	10,345	10,31
5	10,14	10,41	10,31
6	11,79	10,58	10,34
7	12,2	10,76	10,39
8	13,73	11,02	10,46

9	13,59	11,3	10,55
10	12,23	11,4	10,64
11	12,59	10,53	10,73
12	13,03	11,7	10,85
13	13,84	11,94	11,0
14	13,9	12,16	11,13
15	14,46	12,42	11,31
16	15,19	12,8	11,5
17	15,49	13,1	11,7

$$S_{ik} = \alpha S_{ik-1} + (1-\alpha) S_{i-1k} \quad \alpha = 2 / 17 + 1 = 0.11$$

$$1 - \alpha = 0.89$$

$$1) S_{10} = S_{11} = S_{12} = Y_1$$

$$2) S_{21} = \alpha \times S_{20} + (1 - \alpha) \cdot S_{11} = 0.11 \times 10.7 + 0.89 \times 10.3 = 10.34$$

$$S_{22} = \alpha \cdot S_{21} + (1 - \alpha) \cdot S_{12} = 0.11 \times 10.34 + 0.89 \times 10.3 = 10.3$$

$$3) S_{31} = \alpha \cdot S_{30} + (1 - \alpha) \cdot S_{21} = 0.11 \times 10.03 + 0.89 \times 10.34 = 10.3$$

$$S_{32} = \alpha \cdot S_{31} + (1 - \alpha) \cdot S_{22} = 0.11 \times 10.03 + 0.89 \times 10.3 = 10.3$$

a_0 va a_1 hisoblash uchun quyidagi formula qo'llanadi

$$a_0 = 2 S_{171} - S_{172}$$

$$a_1 = 1 / 1 - \alpha [S_{171} - S_{172}]$$

$$a_0 = 2 \times 13,1 - 11,7 = 14,51$$

$$a_1 = 0,11 / 0,89 [13,1 - 11,7] = 0,18$$

$$y = 14,51 + 0,18 \times \varepsilon$$

Dinamik qatorlarini tahlil qilishda bir qator ko'rsatkichlardan foydalaniladi. Bu ko'rsatkichlar o'rganilayotgan xodisaning o'sish yoki pasayish yunalishini kuzatishda, ayrim qonuniyatlarni aniqlashda juda muhim rol uynaydi.

Ko'rsatkichlarni hisoblash ayirish yoki bo'lish usulida amalga oshiriladi. Natijada quyidagi ko'rsatkichlarga ega bo'linadi:

1. Mutloq qo'shimcha o'sish (yoki kamayish).
2. O'sish (yoki kamayish) koeffitsiyenti (foizda bo'lsa sur'ati).
3. qo'shimcha o'sish (yoki kamayish) koeffitsiyenti (foizda bo'lsa sur'ati).
4. 1 % qo'shimcha o'sishning (yoki kamayishning) mutloq mohiyati.

Dinamika qatorlari ko'rsatkichlarini hisoblash ikkita davr darajasini taqqoslash natijasida olinadi. Odatda, taqqoslanadigan daraja sifatida qatorning birinchi darajasi yoki oldingi yil darajasi qabul qilib olinadi. Agar har bir daraja o'zidan oldingi daraja bilan taqqoslansa (ya'ni taqqoslash yilma-yil bo'lsa), u holda olingan ko'rsatkich zanjirsimon, agar har bir daraja faqat doimiy bitta (ya'ni boshlang'ich) davr darajasi bilan taqqoslansa, u holda olingan ko'rsatkich bazisli ko'rsatkich bo'ladi.

Qisqa xulosalar.

Bu mavzuda bir omilli chiziqli bog'liqlikni, analitik bog'liqliklar ko'rib chiqiladi. Y va X omillar o'rtasidagi bog'liqlikning zichligi bog'liqlikning chiziqli shakli uchun korrelyatsiya koeffitsenti (r) yordamida hisoblab topiladi. X omil ta'sirida paydo bo'ladigan dispersiya xissasini hisoblash uchun determinatsiya koeffitsiyentidan (D) foydalaniladi. Nochiziqli bog'liqlik holatida zichlik korrelyatsiya indeksi yordamida baholanadi. Chiziqli bog'lik holatida korrelyatsiya indeksi korrelyatsiya koeffitsiyentiga teng.

Dinamik qatorlar ko'rsatkichlarini hisoblash ikkita davr darajasini taqqoslash natijasida olinadi. Odatda, taqqoslanadigan daraja sifatida qatorning birinchi darajasi yoki oldingi yil darajasi qabul qilib olinadi. Agar har bir daraja o'zidan oldingi daraja bilan taqqoslansa (ya'ni taqqoslash yilma-yil bo'lsa), u holda olingan ko'rsatkich zanjirsimon, agar har bir daraja faqat doimiy bitta (ya'ni boshlangich) davr darajasi bilan taqqoslansa, u holda olingan ko'rsatkich bazisli ko'rsatkich bo'ladi.

Nazorat va muhokama uchun savollar.

1. Eksponensial usulini boshqa usullarga qaraganda afzalligini aniqlang.
2. Eksponent miqdorlarini hisoblash usulini ko'rsating.
3. Bashorat parametrlarini hisoblashda eksponenta miqdori umi qanday?
4. Boshlang'ich parametrlarini hisoblash yo'nalishlari.
5. Bir omilli model ko'p omilli modeldan qanday farq qiladi?
6. Klassik chiziqli regression model tuzish uchun qanday taxminlar zarur?
7. Dinamika qatorlari ko'rsatkichlarini hisoblashda qanday darajalarini bilasiz?
8. Bir omilli chiziqli bog'liqlikni ko'rsating.
9. Determinatsiya koeffitsiyentini ko'rsating.
10. Tasodifiy o'zgaruvchi bilan nima baholanadi.

Asosiy adabiyotlar.

1. Эконометрика. Учебник. /под ред. проф. И.И.Елисейевой. -М.: Финансы и статистика, 2004.
2. Захарченко А.И. Бизнес статистика и прогнозирование в MS Excel. -М.: Изд. дом. «Вильямс», 2004.
3. Горбунов В.К Математическая модель потребительского спроса.Теория и прикладной потенциал. М.: Экономика, 2004.-174с.

Internet saytlar

1. www.icsti.ru – ilmiy va texnik axborotlar halqaro markazining serveri. Turli bilimlar sohasi bo'yicha ma'lumotlar bazasiga kirish imkoniyatini va chet el milliy hamda halqaro EHM tarmoqlariga kirishni ta'minlaydi.
2. www.msu.ru – MDU serveri. Fanlar bo'yicha namunaviy, ishchi dasturlari, elektron adabiyotlarni olishni ta'minlaydi.
3. www.mesi.ru – Moskva iqtisod-statistika instituti serveri. Fanlar bo'yicha namunaviy, ishchi dasturlari, elektron adabiyotlarni olishni ta'minlaydi.

7-Bob. Kovariatsiya, variatsiya va korrelyatsiya

7.1.Kovariatsiya qoidalari

1. Agar $Y = V + W$,

$$\text{Cov}(X, Y) = \text{Cov}(X, V) + \text{Cov}(X, W)$$

Bu qoida kovariatsiyaga uchta oddiy o'zgartirishlarni qo'llash mumkinligini ko'rsatadi. Ularning isboti keyinroq berilgan. Dastlab kovariatsiyalarni qo'shish haqida.

1. Agar $Y = V + W$,

$$\text{Cov}(X, Y) = \text{Cov}(X, V) + \text{Cov}(X, W)$$
2. Agar $Y = bZ$, bu yerda b konstanta,

$$\text{Cov}(X, Y) = \text{Cov}(X, bZ) = b\text{Cov}(X, Z)$$

Keyingisi kovariatsiyalarni ko'paytirish haqida, unda o'zgaruvchilar o'zgarmas koeffitsientga ko'paytiriladi.

1. Agar $Y = V + W$,

$$\text{Cov}(X, Y) = \text{Cov}(X, V) + \text{Cov}(X, W)$$
2. Agar $Y = bZ$, bu yerda b o'zgarmas had,

$$\text{Cov}(X, Y) = \text{Cov}(X, bZ) = b\text{Cov}(X, Z)$$

 Masalan: $\text{Cov}(X, 3Z) = 3\text{Cov}(X, Z)$

Misol

1. Agar $Y = V + W$,

$$\text{Cov}(X, Y) = \text{Cov}(X, V) + \text{Cov}(X, W)$$
2. Agar $Y = bZ$, bu yerda b o'zgarmas had,

$$\text{Cov}(X, Y) = \text{Cov}(X, bZ) = b\text{Cov}(X, Z)$$

 Masalan: $\text{Cov}(X, 3Z) = 3\text{Cov}(X, Z)$
3. Agar $Y = b$, bu yerda b o'zgarmas xad,

$$\text{Cov}(X, Y) = \text{Cov}(X, b) = 0$$

Nihoyat, keng qo'llanadigan qoida

1. Agar $Y = V + W$,

$$\text{Cov}(X, Y) = \text{Cov}(X, V) + \text{Cov}(X, W)$$
2. Agar $Y = bZ$, bu yerda b o'zgarmas had,

$$\text{Cov}(X, Y) = \text{Cov}(X, bZ) = b\text{Cov}(X, Z)$$

 Masalan: $\text{Cov}(X, 3Z) = 3\text{Cov}(X, Z)$
3. Agar $Y = b$, bu yerda b o'zgarmas had,

$$\text{Cov}(X, Y) = \text{Cov}(X, b) = 0$$

 Masalan: $\text{Cov}(X, 10) = 0$

Misol.

Faraz qilaylik. $Y = b_1 + b_2Z$

$$\text{Cov}(X, Y) = \text{Cov}(X, [b1 + b2Z])$$

Bu oddiy qoidani qo'llashga misol bo'la oladi. Faraz qilaylik, o'zgaruvchi Y boshqa Z o'zgaruvchiga nisbatan chiziqli funksiya bo'lsin va biz $\text{Cov}(X, Y)$ kovariatsiyasini tahlil qilmoqchimiz.

Masalan:

Faraz qilaylik, $Y = b1 + b2Z$

$$\text{Cov}(X, Y) = \text{Cov}(X, [b1 + b2Z]) = \text{Cov}(X, b1) + \text{Cov}(X, b2Z)$$

Bu yerda birinchi qoida qo'llanildi.

Masalan:

Faraz qilaylik, $Y = b1 + b2Z$

$$\begin{aligned} \text{Cov}(X, Y) &= \text{Cov}(X, [b1 + b2Z]) = \text{Cov}(X, b1) + \text{Cov}(X, b2Z) \\ &= 0 + \text{Cov}(X, b2Z) \end{aligned}$$

Bu erda uchinchi qoida qo'llanildi

Masalan:

Faraz qilaylik, $Y = b1 + b2Z$

$$\begin{aligned} \text{Cov}(X, Y) &= \text{Cov}(X, [b1 + b2Z]) = \text{Cov}(X, b1) + \text{Cov}(X, b2Z) \\ &= 0 + \text{Cov}(X, b2Z) = b2\text{Cov}(X, Z) \end{aligned}$$

Bu yerda ikkinchi qoida qo'llanildi. Bu misollarni yanada davom ettirish

mumkin.

1. Agar $Y = V + W$, $\text{Cov}(X, Y) = \text{Cov}(X, V) + \text{Cov}(X, W)$

$$\text{Cov}(X, Y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})$$

Yuqoridagilarni tekshirish uncha qiyin emas, shu sababli, uni bu yerda ko'rib o'tirmaymiz.

Har gal isbotlash quyidagi yozuvdan boshlanadi $\text{Cov}(X, Y)$.

1. Agar $Y = V + W$, $\text{Cov}(X, Y) = \text{Cov}(X, V) + \text{Cov}(X, W)$

$$\begin{aligned} \text{Cov}(X, Y) &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})([V_i + W_i] - [\bar{V} + \bar{W}]) \end{aligned}$$

Endi biz Y ning o'rniga uni ikkiga ajratib V_i va W_i larni qo'yamiz

1. Agar $Y = V + W$, $\text{Cov}(X, Y) = \text{Cov}(X, V) + \text{Cov}(X, W)$

Keyinchalik Y ikkitta o'rtacha V va W . qiymatlariga almashiriladi

$$\begin{aligned} 1. \quad \text{Cov}(X, Y) &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})([V_i + W_i] - [\bar{V} + \bar{W}]) \end{aligned}$$

Agar $Y = V + W$, $\text{Cov}(X, Y) = \text{Cov}(X, V) + \text{Cov}(X, W)$

$$\begin{aligned} \text{Cov}(X, Y) &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})([V_i + W_i] - [\bar{V} + \bar{W}]) \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})([V_i - \bar{V}] + [W_i - \bar{W}]) \end{aligned}$$

Endi V va W komponentlarning navbat tartibini o'zgartiramiz. V ning bo'laklarini birgalikda qaraymiz. Bu W bo'laklari uchun ham tegishli.

1. Agar $Y = V + W$, $\text{Cov}(X, Y) = \text{Cov}(X, V) + \text{Cov}(X, W)$

$$\begin{aligned} \text{Cov}(X, Y) &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})([V_i + W_i] - [\bar{V} + \bar{W}]) \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})([V_i - \bar{V}] + [W_i - \bar{W}]) \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(V_i - \bar{V}) + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(W_i - \bar{W}) \end{aligned}$$

Agar $Y = V + W$, $\text{Cov}(X, Y) = \text{Cov}(X, V) + \text{Cov}(X, W)$

$$\begin{aligned} \text{Cov}(X, Y) &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})([V_i + W_i] - [\bar{V} + \bar{W}]) \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})([V_i - \bar{V}] + [W_i - \bar{W}]) \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(V_i - \bar{V}) + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(W_i - \bar{W}) \\ &= \text{Cov}(X, V) + \text{Cov}(X, W) \end{aligned}$$

Bu biz kutgan natijani berganligini ko'rsatadi.

2. Agar $Y = bZ$, bu yerda b konstanta,
 $\text{Cov}(X, Y) = \text{Cov}(X, bZ) = b\text{Cov}(X, Z)$

$$\text{Cov}(X, Y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})$$

Endi ko'paytirish amalini ko'rib chiqamiz, unda o'zgaruvchi konstanta bilan ko'paytiriladi.

2. Agar $Y = bZ$, bu yerda b konstanta
 $\text{Cov}(X, Y) = \text{Cov}(X, bZ) = b\text{Cov}(X, Z)$

$$\begin{aligned}\text{Cov}(X, Y) &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(bZ_i - b\bar{Z})\end{aligned}$$

Y ning bo'laklari unga mos ravishda bZ lar bilan almashtirildi.

2. Agar $Y = bZ$, bu yerda b konstanta
 $\text{Cov}(X, Y) = \text{Cov}(X, bZ) = b\text{Cov}(X, Z)$

$$\begin{aligned}\text{Cov}(X, Y) &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(bZ_i - b\bar{Z}) \\ &= b \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Z_i - \bar{Z})\end{aligned}$$

a umumiy omil hisoblanadi

2. Agar $Y = bZ$, bu yerda b konstanta
 $\text{Cov}(X, Y) = \text{Cov}(X, bZ) = b\text{Cov}(X, Z)$

$$\begin{aligned}\text{Cov}(X, Y) &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(bZ_i - b\bar{Z}), \\ &= b \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Z_i - \bar{Z}) \\ &= b\text{Cov}(X, Z)\end{aligned}$$

Demak, biz oldingi natijani oldik.

3. Agar $Y = b$, bu yerda b konstanta
 $\text{Cov}(X, Y) = \text{Cov}(X, b) = 0$

$$\text{Cov}(X, Y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})$$

Endi uchinchi qoidaga doir misollarni ko'rib chiqamiz

3. Agar $Y = b$, bu yerda b konstanta
 $\text{Cov}(X, Y) = \text{Cov}(X, b) = 0$

$$\begin{aligned}\text{Cov}(X, Y) &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(b - \bar{b})\end{aligned}$$

Y bulaklari mos ravishda a ning bo'laklari bilan almashindi.

3. Agar $Y = b$, bu yerda b konstanta,

$$\text{Cov}(X, Y) = \text{Cov}(X, b) = 0$$

$$\begin{aligned} \text{Cov}(X, Y) &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(b - \bar{b}) \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(b - b) \end{aligned}$$

a ning o'rtacha qiymatlari uning o'ziga a teng

3. Agar $Y = b$, bu yerda b konstanta

$$\text{Cov}(X, Y) = \text{Cov}(X, b) = 0$$

$$\begin{aligned} \text{Cov}(X, Y) &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(b - \bar{b}) \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(b - b) \\ &= 0 \end{aligned}$$

O'zgaruvchilar yig'indisi nolga teng chunki undagi har bir omillar nolga teng.

7.2. Tanlov variatsiyasi va variatsiya qoidalari

Tanlov variatsiyasining tarifi

Tasodifiy X o'zgaruvchini haqida kuzatuvlar berilgan va variatsiya X ning o'rtacha qiymatidan farqlarining kvadratidir.

$$\begin{aligned} \text{Var}(X) &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \\ \text{Var}(X) &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(X_i - \bar{X}) \end{aligned}$$

Tanlov variatsiyasi tanlov kovariatsiyasining xususiy holdir. Buni olish uchun kvadratni boshqacha yozamiz.

$$\begin{aligned} \text{Var}(X) &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(X_i - \bar{X}) \\ &= \text{Cov}(X, X) \end{aligned}$$

Demak biz X ning kovariatsiyasini topdik.

Variatsiyaning birinchi qoidasi :

$$\text{Agar } Y = V + W, \text{ Var}(Y) = \text{Var}(V) + \text{Var}(W) + 2\text{Cov}(V, W)$$

Biz bu natijani kovariatsiya qoidalarini topish uchun ham qo`llashimiz mumkin. Birinchi qoidani ikki tasodifiy o`zgaruvchilarning variatsiya yig`indisini topish uchun qo`llaniladi.

Variatsiya qoidasi :

$$\text{Agar } Y = V + W, \text{ Var}(Y) = \text{Var}(V) + \text{Var}(W) + 2\text{Cov}(V, W)$$

Isboti:

$$\text{Var}(Y) = \text{Cov}(Y, Y) = \text{Cov}(Y, [V + W])$$

Y kovariatsiyasi quyidagicha.

Variatsiya qoidasi:

$$\text{Agar } Y = V + W, \text{ Var}(Y) = \text{Var}(V) + \text{Var}(W) + 2\text{Cov}(V, W)$$

Isboti:

$$\text{Var}(Y) = \text{Cov}(Y, Y) = \text{Cov}(Y, [V + W]) = \text{Cov}(Y, V) + \text{Cov}(Y, W)$$

Birinchi kovariatsiya qoidasini kengaytiramiz.

Variatsiya qoidasi:

$$\text{Agar } Y = V + W, \text{ Var}(Y) = \text{Var}(V) + \text{Var}(W) + 2\text{Cov}(V, W)$$

Isboti:

$$\begin{aligned} \text{Var}(Y) &= \text{Cov}(Y, Y) = \text{Cov}(Y, [V + W]) = \text{Cov}(Y, V) + \text{Cov}(Y, W) \\ &= \text{Cov}([V + W], V) + \text{Cov}([V + W], W) = \text{Cov}(V, V) + \text{Cov}(W, V) + \\ &\quad + \text{Cov}(V, W) + \text{Cov}(W, W) \end{aligned}$$

Endi *Y* o`miga kuyib chiqamiz.

Variatsiya qoidasi:

$$\text{Agar } Y = V + W, \text{ Var}(Y) = \text{Var}(V) + \text{Var}(W) + 2\text{Cov}(V, W)$$

Isboti:

$$\begin{aligned} \text{Var}(Y) &= \text{Cov}(Y, Y) = \text{Cov}(Y, [V + W]) = \text{Cov}(Y, V) + \text{Cov}(Y, W) \\ &= \text{Cov}([V + W], V) + \text{Cov}([V + W], W) = \text{Cov}(V, V) + \text{Cov}(W, V) + \\ &\quad + \text{Cov}(V, W) + \text{Cov}(W, W) \end{aligned}$$

Kovariatsiya qoidasini yana ikki bor qo`llaymiz.

Variatsiya qoidasi :

$$\text{Agar } Y = V + W, \text{ Var}(Y) = \text{Var}(V) + \text{Var}(W) + 2\text{Cov}(V, W)$$

Isboti:

$$\begin{aligned}\text{Var}(Y) &= \text{Cov}(Y, Y) = \text{Cov}(Y, [V + W]) = \text{Cov}(Y, V) + \text{Cov}(Y, W) \\ &= \text{Cov}([V + W], V) + \text{Cov}([V + W], W) = \text{Cov}(V, V) + \text{Cov}(W, V) \\ &\quad + \text{Cov}(V, W) + \text{Cov}(W, W) = \text{Var}(V) + \text{Var}(W) + 2\text{Cov}(V, W)\end{aligned}$$

$\text{Cov}(V, V)$ ni $\text{Var}(V)$ variatsiyasidan olamiz. $\text{Cov}(W, W)$ ni $\text{Var}(W)$ dan topamiz. $\text{Cov}(W, V)$ va $\text{Cov}(V, W)$ kovariatsiyalari bir xil.

Variatsiyaning ikkinchi qoidasi :

$$\text{Agar } Y = bZ, \text{ bunda } b \text{ konstanta, } \text{Var}(Y) = b^2 \text{Var}(Z)$$

Demak tasodifiy o'zgaruvchi variatsiyasini o'zgarmas hadga ko'paytiramiz.

Variatsiyaning ikkinchi qoidasi:

$$\text{Agar } Y = bZ, \text{ bu yerda } b \text{ konstanta, } \text{Var}(Y) = b^2 \text{Var}(Z)$$

Isboti:

$$\text{Var}(Y) = \text{Cov}(Y, Y) = \text{Cov}(Y, bZ)$$

Y o'zining kovariatsiyasi va o'zgaruvchini erkin hadga ko'paytirish kerak.

Variatsiyaning ikkinchi qoidasi:

$$\text{Agar } Y = bZ, \text{ bu erda } b \text{ konstanta, } \text{Var}(Y) = b^2 \text{Var}(Z)$$

Isboti:

$$\text{Var}(Y) = \text{Cov}(Y, Y) = \text{Cov}(Y, bZ) = b \text{Cov}(Y, Z).$$

Endi ikkinchi qoidaning qo'llanishini ko'rib chiqamiz.

Variatsiyaning ikkinchi qoidasi :

$$\text{Agar } Y = bZ, \text{ bu yerda } b \text{ konstanta, } \text{Var}(Y) = b^2 \text{Var}(Z)$$

Isboti:

$$\text{Var}(Y) = \text{Cov}(Y, Y) = \text{Cov}(Y, bZ) = b \text{Cov}(Y, Z) = b \text{Cov}(bZ, Z)$$

Variatsiyaning ikkinchi qoidasi :

$$\text{Agar } Y = bZ, \text{ bu yerda } b \text{ konstanta, } \text{Var}(Y) = b^2 \text{Var}(Z)$$

Isboti:

$$\begin{aligned}\text{Var}(Y) &= \text{Cov}(Y, Y) = \text{Cov}(Y, bZ) = b \text{Cov}(Y, Z) = b^2 \text{Cov}(bZ, Z) \\ &= b^2 \text{Cov}(Z, Z) = b^2 \text{Var}(Z)\end{aligned}$$

va nihoyat, ikkinchi kovariatsiya qoidasini yana qo'llaymiz.

Variatsiyaning uchinchi qoidasi:

$$\text{Agar } Y = b, \text{ bu yerda } b \text{ konstanta, } \text{Var}(Y) = 0$$

Odatda o'zgarmas xadning variatsiyasi nolga teng.

Variatsiyaning uchinchi qoidasi:

Agar $Y = b$, bu yerda b konstanta, $Var(Y) = 0$

Isboti:

$$Var(Y) = Cov(Y, Y) = Cov(b, b) = 0$$

Buni isbotlash uchun 3-kovariatsiya qoidasini qo'llaymiz.

Variatsiya to'rtinchi qoidasi:

Agar $Y = V + b$, bu yerda b konstanta, $Var(Y) = Var(V)$

Isboti:

$$Var(Y) = Var(V + b) = Var(V) + Var(b) + 2Cov(V, b)$$

Buni isbotlash uchun birinchi qoidani eslaymiz.

Variatsiya to'rtinchi qoidasi :

Agar $Y = V + b$, bu yerda b konstanta, $Var(Y) = Var(V)$

Isboti:

$$Var(Y) = Var(V + b) = Var(V) + Var(b) + 2Cov(V, b) = Var(V)$$

Uchinchi variatsiya va kovariatsiya qoidalaridan oxirgi ikki kism nolga teng bulishini isbotlaymiz.

Variatsiya to'rtinchi qoidasi :

Agar $Y = V + b$, bu yerda b konstanta, $Var(Y) = Var(V)$

Isboti:

$$Var(Y) = Var(V + b) = Var(V) + Var(b) + 2Cov(V, b) = Var(V)$$

7.3. Tanlov kovariatsiyasi: hisoblashga doir misol.

Tarifga binoan tanlov kovariatsiyasi:

$$\begin{aligned} Cov(X, Y) &= \frac{1}{n} [(X_1 - \bar{X})(Y_1 - \bar{Y}) + \dots + (X_n - \bar{X})(Y_n - \bar{Y})] \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) \end{aligned}$$

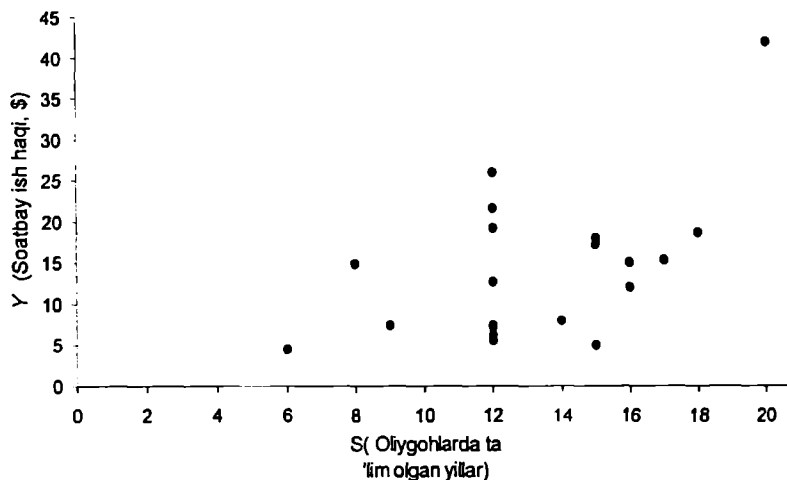
ga teng.

Quyidagi misol tanlov kovariatsiyasi tushunchasini misol yordamida tushuntirib beradi.

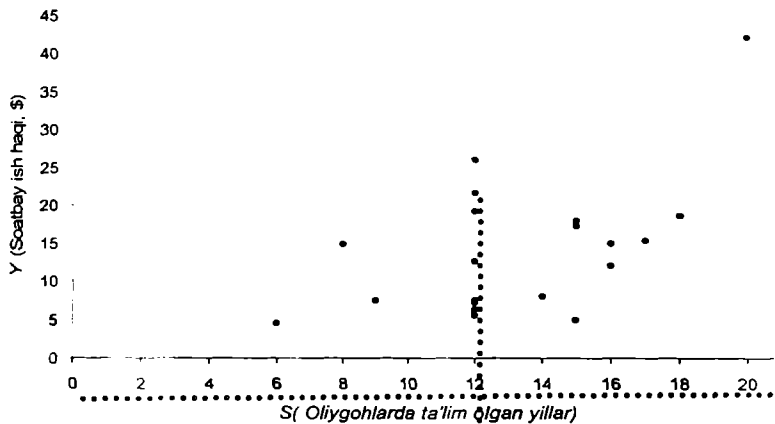
Quyida ikkita o'zgaruvchi X va Y , haqida n ta kuzatuv berilgan. Tanlovning kovariatsiyalari uning o'rtacha qiymatidan farqi asosida hisoblanadi.

Kuzatuvlar	S	Y
1	15	17.24
2	16	15.00
3	8	14.91
4	6	4.50
5	15	18.00
6	12	6.29
7	12	19.23
8	18	18.69
9	12	7.21
10	20	42.06
...
19	12	7.50
20	14	8.00

Yuqoridagi jadvalda S , Amerika Qo'shma Shtatlarida o'tkazilgan statistik kuzatuvdagi ishchilarning necha yil o'qiganlarini va Y , bir soatga to'lanadigan ish haqini ko'rsatadi.



Hisoblashni S va Y larning o'rtacha qiymatini topishdan boshlaymiz.



Yuqoridagi grafikda S va Y ning o'rtacha qiymatlari nuqtalar bilan ko'rsatilgan.

Kuzatuvlar	S	Y	$S - \bar{S}$	$Y - \bar{Y}$	$(S - \bar{S})(Y - \bar{Y})$
1	15	17.24	1.75	3.016	
2	16	15.00	2.75	0.776	
3	8	14.91	-5.25	0.686	
4	6	4.50	-7.25	-9.725	
5	15	18.00	1.75	3.776	
6	12	6.29	-1.25	-7.935	
7	12	19.23	-1.25	5.006	
8	18	18.69	4.75	4.466	
9	12	7.21	-1.25	-7.015	
10	20	42.06	6.75	27.836	
...	
19	12	7.50	-1.25	-6.725	
20	14	8.00	0.75	-6.225	
Jami	265	284.49			
O'rtacha	14.225	13.25			

S ning o'rtacha qiymati 13.25 yilga teng. Demak birinchi kuzatuv uchun o'rtachadan farqi 1.75 yilga teng. Xuddi shuningdek boshqa kuzatuvlar uchun farqlarni topamiz. Xuddi shu asnoda Y ning o'rtacha tanlov qiymatidan farqini topamiz.

Kuzatuvlar	S	Y	$S - \bar{S}$	$Y - \bar{Y}$	$(S - \bar{S})(Y - \bar{Y})$
1	15	17.24	1.75	3.016	5.277
2	16	15.00	2.75	0.776	
3	8	14.91	-5.25	0.686	
4	6	4.50	-7.25	-9.725	
5	15	18.00	1.75	3.776	
6	12	6.29	-1.25	-7.935	
7	12	19.23	-1.25	5.006	
8	18	18.69	4.75	4.466	
9	12	7.21	-1.25	-7.015	
10	20	42.06	6.75	27.836	
...	
19	12	7.50	-1.25	-6.725	
20	14	8.00	0.75	-6.225	
Jami	265	284.49			
O'rtacha	14.225	13.25			

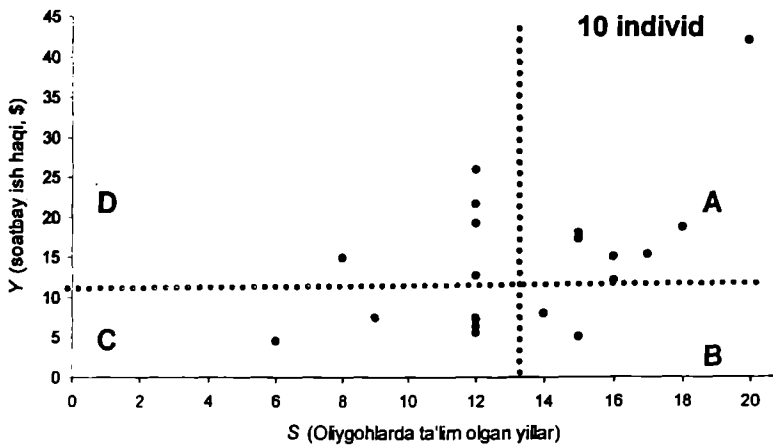
Keyinchalik farqlar va ko'paytmalar natijalarini topamiz. Birinchi kuzatuv uchun u o'z navbatida farqlar 1.75 va 3.016, ko'paytma 5.277 ga teng.

Kuzatuvlar	S	Y	$S - \bar{S}$	$Y - \bar{Y}$	$(S - \bar{S})(Y - \bar{Y})$
	15	17.24	1.75	3.016	5.277
2	16	15.00	2.75	0.776	2.133
3	8	14.91	-5.25	0.686	-3.599
4	6	4.50	-7.25	-9.725	70.503
5	15	18.00	1.75	3.776	6.607
6	12	6.29	-1.25	-7.935	9.918
7	12	19.23	-1.25	5.006	-6.257
8	18	18.69	4.75	4.466	21.211
9	12	7.21	-1.25	-7.015	8.768
10	20	42.06	6.75	27.836	187.890
...
19	12	7.50	-1.25	-6.725	8.406
20	14	8.00	0.75	-6.225	-4.668
Jami	265	284.49			
O'rtacha	14.225	13.25			

Xuddi shuningdek boshqa kuzatuvlar uchun ham hisoblarni bajaramiz.

Kuzatuvlar	S	Y	$S - \bar{S}$	$Y - \bar{Y}$	$(S - \bar{S})(Y - \bar{Y})$
1	15	17.24	1.75	3.016	5.277
2	16	15.00	2.75	0.776	2.133
3	8	14.91	-5.25	0.686	-3.599
4	6	4.50	-7.25	-9.725	70.503
5	15	18.00	1.75	3.776	6.607
6	12	6.29	-1.25	-7.935	9.918
7	12	19.23	-1.25	5.006	-6.257
8	18	18.69	4.75	4.466	21.211
9	12	7.21	-1.25	-7.015	8.768
10	20	42.06	6.75	27.836	187.890
...
...
19	12	7.50	-1.25	-6.725	8.406
20	14	8.00	0.75	-6.225	-4.668
Jami	265	284.49			305.888
O'rtacha	14.225	13.25			15.294

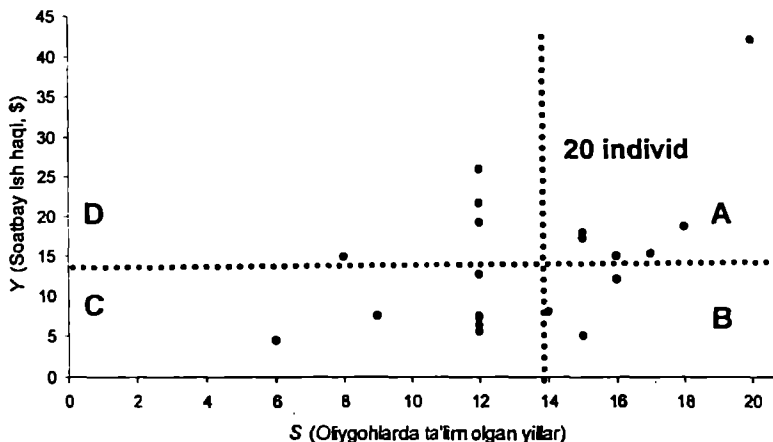
Natijalar qo'yib chiqildi va 20 ga bo'ldi. Tanlovning o'rtacha kovariatsiyasi 15.29 ga teng. Kovariatsiya oldidagi ishoraning musbatligi ikkala o'zgaruvchilar S va Y , orasidagi bog'liqlik ilgari taxmin etilganidek musbatligini anglatadi.



A kvadrantdagi nuqtalar Y va S dan farqi musbat, demak ular kovariatsiyaga pozitiv ta'sir etadi. Ayniqsa kuzatuvdagi A individ eng kyo'p ulushini qyo'shadi.

Kuzatuvlar	S	Y	$S - \bar{S}$	$Y - \bar{Y}$	$(S - \bar{S})(Y - \bar{Y})$
1	15	17.24	1.75	3.016	5.277
2	16	15.00	2.75	0.776	2.133
3	8	14.91	-5.25	0.686	-3.599
4	6	4.50	-7.25	-9.725	70.503
5	15	18.00	1.75	3.776	6.607
6	12	6.29	-1.25	-7.935	9.918
7	12	19.23	-1.25	5.006	-6.257
8	18	18.69	4.75	4.466	21.211
9	12	7.21	-1.25	-7.015	8.768
10	20	42.06	6.75	27.836	187.890
...
19	12	7.50	-1.25	-6.725	8.406
20	14	8.00	0.75	-6.225	-4.668
Jami	265	284.49			305.888
O'rtacha	14.225	13.25			15.294

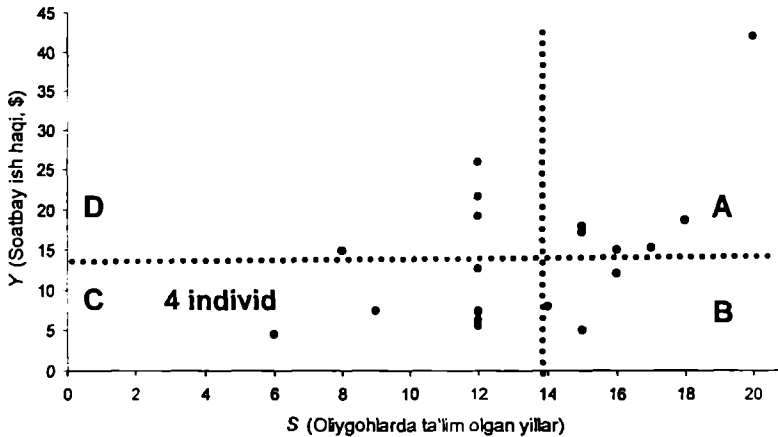
U shaxs biologiya sohasida kollejni bitirgandan so'ng hamshira bo'lishi uchun meditsina kollejida ham o'qigan. Uning o'rtacha soatbay ish haqi \$42 teng.



20 individ B kvadrantdagi tanlovga misol bo'ladi. U 4 yillik meditsina kollejida ikki yil o'qigandan so'ng uni tark etgan, etikduz bo'lib ishlaydi va soatiga atigi \$8.00 oladi.

Kuzatuvlar	S	Y	$S - \bar{S}$	$Y - \bar{Y}$	$(S - \bar{S})(Y - \bar{Y})$
1	15	17.24	1.75	3.016	5.277
2	16	15.00	2.75	0.776	2.133
3	8	14.91	-5.25	0.686	-3.599
4	6	4.50	-7.25	-9.725	70.503
5	15	18.00	1.75	3.776	6.607
6	12	6.29	-1.25	-7.935	9.918
7	12	19.23	-1.25	5.006	-6.257
8	18	18.69	4.75	4.466	21.211
9	12	7.21	-1.25	-7.015	8.768
10	20	42.06	6.75	27.836	187.890
...
...
19	12	7.50	-1.25	-6.725	8.406
20	14	8.00	0.75	-6.225	-4.668
Jami	265	284.49			305.888
O'rtacha	14.225	13.25			15.294

Shu tufayli u kovariatsiyaga manfiy ulushini qo'shmoqda.

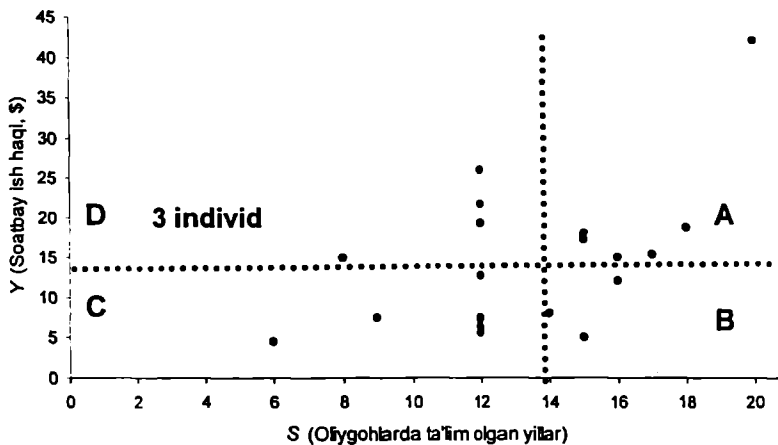


4 individ, Meksikada tug'ilgan va u 6 yil maktabda o'qigan va shu tufayli bog'bon bulib ishlaydi, past oylik oladi.

Kuzatuvlar	S	Y	$S - \bar{S}$	$Y - \bar{Y}$	$(S - \bar{S})(Y - \bar{Y})$
1	15	17.24	1.75	3.016	5.277
2	16	15.00	2.75	0.776	2.133
3	8	14.91	-5.25	0.686	-3.599
4	6	4.50	-7.25	-9.725	70.503
5	15	18.00	1.75	3.776	6.607
6	12	6.29	-1.25	-7.935	9.918
7	12	19.23	-1.25	5.006	-6.257
8	18	18.69	4.75	4.466	21.211
9	12	7.21	-1.25	-7.015	8.768
10	20	42.06	6.75	27.836	187.890
...
19	12	7.50	-1.25	-6.725	8.406
20	14	8.00	0.75	-6.225	-4.668
Jami	265	284.49			305.888
O'rtacha	14.225	13.25			15.294

S va Y , larning o'rtachalaridan manfiy ulushga ega bulgani uchun umuman kovariatsiyaga musbat ulushini qo' shadi.

Va nihoyat 3 individ D kvadrantda o' rin olib u o'rtachadan past malumotga va o'rtacha ish xaqidan Yuqorida joylashgan. U quruvchi bo' lib ishlaydi.



Kuzatuvlar	S	Y	$S - \bar{S}$	$Y - \bar{Y}$	$(S - \bar{S})(Y - \bar{Y})$
1	15	17.24	1.75	3.016	5.277
2	16	15.00	2.75	0.776	2.133
3	8	14.91	-5.25	0.686	-3.599
4	6	4.50	-7.25	-9.725	70.503
5	15	18.00	1.75	3.776	6.607
6	12	6.29	-1.25	-7.935	9.918
7	12	19.23	-1.25	5.006	-6.257
8	18	18.69	4.75	4.466	21.211
9	12	7.21	-1.25	-7.015	8.768
10	20	42.06	6.75	27.836	187.890
...
...
19	12	7.50	-1.25	-6.725	8.406
20	14	8.00	0.75	-6.225	-4.668
Jami	265	284.49			305.888
O'rtacha	14.225	13.25			15.294

Bu kvadrantda joylashgan individlar kovariatsiyaga manfiy ulushini qo'shadi

7.4. Tanlov kovariatsiyaning boshqacha ma'nosi

$$\text{Cov}(X, Y) = \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n X_i Y_i \right] - \bar{X} \bar{Y}$$

Quyida tanlov kovariatsiyaning boshqacha talqini berilgan. U kovariatsiyaning oddiy ta'rifidan kelib chiqadi.

Biz dastlabki tarifdan boshlaymiz

$$\begin{aligned} \text{Cov}(X, Y) &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i Y_i - X_i \bar{Y} - \bar{X} Y_i + \bar{X} \bar{Y}) \end{aligned}$$

Birinchi bosqichda ko'paytmanni ikki qismga ajratamiz.

$$\begin{aligned} \text{Cov}(X, Y) &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i Y_i - X_i \bar{Y} - \bar{X} Y_i + \bar{X} \bar{Y}) \\ &= \frac{1}{n} [X_i Y_i - X_i \bar{Y} - \bar{X} Y_i + \bar{X} \bar{Y}] \end{aligned}$$

Biz natijalarni to'la yozamiz. S belgisini ishlatmaymiz. i dan boshlab o'zgaradi.

$$\begin{aligned}\text{Cov}(X, Y) &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i Y_i - X_i \bar{Y} - \bar{X} Y_i + \bar{X} \bar{Y}) \\ &= \frac{1}{n} [X_1 Y_1 - X_1 \bar{Y} - \bar{X} Y_1 + \bar{X} \bar{Y} \\ &\quad + \dots \\ &\quad + X_n Y_n - X_n \bar{Y} - \bar{X} Y_n + \bar{X} \bar{Y}]\end{aligned}$$

Bu amalni boshqa kuzatuvlarga ham qo'llaymiz.

$$\begin{aligned}\text{Cov}(X, Y) &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i Y_i - X_i \bar{Y} - \bar{X} Y_i + \bar{X} \bar{Y}) \\ &= \frac{1}{n} [X_1 Y_1 - X_1 \bar{Y} - \bar{X} Y_1 + \bar{X} \bar{Y} \\ &\quad + \dots \\ &\quad + X_n Y_n - X_n \bar{Y} - \bar{X} Y_n + \bar{X} \bar{Y}] \\ &= \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n X_i Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \bar{Y} - \sum_{i=1}^n \bar{X} Y_i + n \bar{X} \bar{Y} \right]\end{aligned}$$

Endi vertikal holda qo'shib chiqamiz. Birinchi qo'shuv *n* chiziqning birinchi qismidir.

$$\text{Cov}(X, Y) = \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n X_i Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \bar{Y} - \sum_{i=1}^n \bar{X} Y_i + n \bar{X} \bar{Y} \right]$$

Ya'ni

$$\begin{aligned}\text{Cov}(X, Y) &= \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n X_i Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \bar{Y} - \sum_{i=1}^n \bar{X} Y_i + n \bar{X} \bar{Y} \right] \\ &= \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n X_i Y_i \right] - \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n X_i \bar{Y} \right] - \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n \bar{X} Y_i \right] + \bar{X} \bar{Y}\end{aligned}$$

Natijani to'rt bo'lakka bo'lamiz.

$$\begin{aligned}\text{Cov}(X, Y) &= \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n X_i Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \bar{Y} - \sum_{i=1}^n \bar{X} Y_i + n \bar{X} \bar{Y} \right] \\ &= \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n X_i Y_i \right] - \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n X_i \bar{Y} \right] - \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n \bar{X} Y_i \right] + \bar{X} \bar{Y} \\ &= \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n X_i Y_i \right] - \bar{Y} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \right] - \bar{X} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i \right] + \bar{X} \bar{Y}\end{aligned}$$

Y ning qiymati ikkinchi qo'shuvda umumiy omildir. Xuddi shuningdek X ning o'rtacha qiymati uchinchi yig'indida umumiy omil hisoblanadi.

$$\begin{aligned}
 \text{Cov}(X, Y) &= \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n X_i Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \bar{Y} - \sum_{i=1}^n \bar{X} Y_i + n \bar{X} \bar{Y} \right] \\
 &= \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n X_i Y_i \right] - \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n X_i \bar{Y} \right] - \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n \bar{X} Y_i \right] + \bar{X} \bar{Y} \\
 &= \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n X_i Y_i \right] - \bar{Y} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \right] - \bar{X} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i \right] + \bar{X} \bar{Y} \\
 &= \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n X_i Y_i \right] - \bar{Y} \bar{X} - \bar{X} \bar{Y} + \bar{X} \bar{Y}
 \end{aligned}$$

Kvadrat qavslarda ta'rif bo'yicha X ning qiymatlaridir. Xuddi shuningdek, ular Y ga xam shunaqa.

$$\begin{aligned}
 \text{Cov}(X, Y) &= \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n X_i Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \bar{Y} - \sum_{i=1}^n \bar{X} Y_i + n \bar{X} \bar{Y} \right] \\
 &= \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n X_i Y_i \right] - \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n X_i \bar{Y} \right] - \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n \bar{X} Y_i \right] + \bar{X} \bar{Y} \\
 &= \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n X_i Y_i \right] - \bar{Y} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \right] - \bar{X} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i \right] + \bar{X} \bar{Y} \\
 &= \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n X_i Y_i \right] - \bar{Y} \bar{X} - \bar{X} \bar{Y} + \bar{X} \bar{Y} \\
 &= \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n X_i Y_i \right] - \bar{X} \bar{Y}
 \end{aligned}$$

Ikkala qismni ham tashlab yuborish mumkin va natijada kovariatsiyaning boshqacha qiymatini olamiz. E'tibor bering $\frac{1}{n}$ faqat birinchi yig'indida qatnashmoqda.

Qisqa xulosalar

Kovariatsiya, variatsiya va korelyatsiya bobini to'liq o'zlashtirish statistikada keng qo'llaniladigan kovariatsiya va variatsiya tushunchalarining mohiyatini, uning matematik asoslarini va amalda qo'llash doirasini kengroq va chuqurroq tushuntirishga yordam beradi. Bir juft va to'plam o'zgaruvchilar o'rtasidagi bog'liqliklarni standart o'lchovi bo'lmish korrelyatsion bog'liqliklar haqida ham kerakli bilimga ega bo'ladi. Bulardan tashqari tanlov variatsiyasiga, yalpi tanlov kovariatsiyasi kovariatsiyaga oid qoidalar va variatsiya hamda korrelyatsiya koeffitsientlarini hisoblash texnikasini o'zlashtirish imkoniyatiga ega bo'ladi.

Nazorat va muhokama uchun savollar

1. Kovariatsiyada uchta oddiy o'zgaruvchilarni qanday tushunasiz?.
2. Kovariatsiyada o'zgaruvchilarni qo'llashning birinchi qoidasi nimadan iborat?
3. Ikkinchi qoidani tushuntirib bering.
4. Uchinchi qoida qanday bo'ladi?
5. Tanlov variatsiyasi nimaning xususiy xoli hisoblanadi?
6. Variatsiyaning birinchi qoidasi nima?
7. Variatsiyaning ikkinchi qoidasi qanday bo'ladi?
8. Variatsiyaning uchinchi va to'rtinchi qoidasini tushuntirib bering.
9. Tanlov kovariatsiyasi qanday hisoblanadi?
10. Tanlov kovariatsiyasining qo'shimcha ma'nolari nimadan iborat?

Asosiy adabiyotlar.

1. Эконометрика. Учебник. /под ред. проф. И.И.Елисеевой. -М.: Финансы и статистика, 2004.
2. Захарченко А.И. Бизнес статистика и прогнозирование в MS Excel. -М.: Изд. дом. «Вильямс», 2004.
3. Горбунов В.К Математическая модель потребительского спроса.Теория и прикладной потенциал. М.: Экономика, 2004.-174с.

Internet saytlar

1. www.ecsocman.edu.ru - Rossiya Federatsiya oliy o'quv yurtlarida o'qitilayotgan fanlar bo'yicha o'quv-uslubiy komplekslar.
2. www.rosinf.ru—«Rosinformresurs» birlashmasining serveri. Loyihalashtirilayotgan va ishlab chiqilayotgan axborot mahsulotlari va xizmatlari haqida axborotlar.
3. www.icsti.ru – ilmiy va texnik axborotlar halqaro markazining serveri. Turli bilimlar sohasi bo'yicha ma'lumotlar bazasiga kirish imkoniyatini va chet el miliy hamda halqaro EHM tarmoqlariga kirishni ta'minlaydi.
4. sunny.ccas.ruG`library.html – Jahon kutubxonalari serveri. 45ta mamlakatning 1000 ortiq kutubxonalariga kirishni ta'minlaydi.
5. www.edu.ru – Rossiya Federatsiyasining Ta'lim portali. Ushbu portal Rossiyadagi barcha Oliy o'quv yurtlarining saytlariga kirishni ta'minlaydi.

8-Bob. Iqtisodiy o'sish modellari

8.1. Iqtisodiy o'sishning asosiy tushunchalari.

Iqtisodiy o'sishning statistik tahlilining asosini, iqtisodiy o'sish va o'sish omillari o'rtasida qanday bog'liq shakllari mavjud, bu bog'liqlik shakllarining eng muhimlari qaysi birlari va ular boshqalaridan nimasi bilan farq qiladi kabilarni aniqlash tashkil qiladi.

Iqtisodiy o'sish va uning omillar o'rtasidagi o'zaro bog'liqlar quyidagi o'ziga xos xususiyatlarga ega: bog'liqliklar yo'nalishi, bog'liqlikning vaqti xususiyati ya'ni bir-martali yoki ko'p martali bog'liqliklari; bog'liqlik ma'nosi sababli yoki birgalikda ishtirok etuvchi.

Iqtisodiy o'sish va uni aniqlovchi omillar o'rtasidagi bog'liqliklar to'g'risidagi juda keng tarqalgan nuqtai nazar, sarf-ishlab chiqish shakldagi bog'liqlikni ko'rib chiqaylik. Odatda bu shakldagi bog'liqlikka iqtisodiy o'sish bitta ko'rsatkichga va ko'p bo'lmagan omillarga bog'liqdir degan tushuncha xosdir.

Keyin iqtisodiy o'sishning ko'p ko'rsatkichli va ko'pomilli bog'liqliklar shakldagilari tahlil qilinadi va bu bog'liqliklar shakllarini qiyosiy taqqoslaymiz.

Iqtisodiy o'sishning bir ko'rsatkichli konsepsiyasiga asosan ishlab chiqarishning o'zgarishi iqtisodiy o'sishni tavsiflaydi. Sarfning o'zgarishi iqtisodiy o'sish omillarining o'zgarishi hisoblanadi.

Sarfning o'zgarishini iqtisodiy o'sish omili sifatida talqin qilish iqtisodiy o'sish va uning omillari o'rtasida bir taraflama bog'liqlik mavjudligini bildiradi. Bunda bog'liq sarfdan ishlab chiqishga yo'nalgan bo'ladi. Bog'liqning bu yo'nalishi iqtisodiy o'sish omillari nafaqat ishlab chiqarish natijalaridan oldinda bo'lishini balki, ishlab chiqarish natijalarining sababchisi va yuzaga keltiruvchisi ekanligini bildiradi. Ko'p hollarda iqtisodiy o'sish omillari moddiy boyliklar ishlab chiqarilishining va xizmat ko'rsatishning yuzaga kelishining asosiy sababchisi bo'ladi.

Sarf ishlab chiqarish shakldagi bog'liqlikning yana bir o'ziga xos xususiyati iqtisodiy o'sish natijalari va omillarning bir-biridan sifatiiy farqi natijasida yuzaga keladi.

Sarfni ishlab chiqarish omili sifatida foydalanish va buning natijasida iqtisodiy o'sish va uning omillari o'rtasida yuzaga keladigan o'ziga xos bog'liqliklar iqtisodiy o'sish nazariyasi uchun ham, ishlab chiqarish modeli uchun ham birxil bo'ladi. Ishlab chiqarish modelida sof iqtisodiy tushuncha asosida izohlanadigan ishlab chiqarish jarayoni, ishlab chiqarish omillari va ishlab chiqilgan mahsulot asosiy tushunchalar hisoblanadi. Mahsulot ishlab chiqarish va ishlab chiqarish omillari ya'ni ishlab chiqarish omillarini aniq mahsulotga aylantirish jarayonini tahlil qilishda, ishlab chiqarish modelining markazini, asosini moddiy-texnik ko'rsatkichlar tashkil qiladi.

Ishlab chiqarish modeli boshlanishida kichik korxonalarining (korxonalar, zavodlar, fabrikalar) ishlab chiqarish quvvatlarini va samaradorliklarini o'rgansa, keyinchalik makro iqtisodiy muammolar yuzaga kelganidan keyin katta-katta iqtisodiy ob'ektlar, komplekslarni (iqtisodiy tarmoqlar, hatto butun iqtisodiyot) tahlil qilish vositasiga aylandi. Makroiqtisodiy o'sishni aniqlashda ishlab chiqarish modeli qo'llansa undagi sarf ko'rsatkichlari makroiqtisodiyotdagi usullar bilan aniqlanadi.

Chunki, butun iqtisodiyotdagi sarf yoki ishlab chiqarish natijalari alohidagi konxonalarning sarfi va ishlab chiqarishi natijalarining yig'indisidir.

Faqat bitta rasmiy farq mavjud: alohida korxonalar ishlab chiqarishi va omillari o'rtasidagi bog'liqlik modellari ishlab chiqarish nazariyasi modeli deyiladi, butun iqtisodiyot darajasidagi ishlab chiqarish va omillar o'rtasidagi bog'liqlik iqtisodiy rivojlanish (o'sish) nazariyasi doirasida amalga oshiriladi.

Shunday qilib, iqtisodiy o'sish nazariyasi ma'no jihatidan ishlab chiqarish nazariyasi bilan chambarchas bog'langandir. Bu bog'liq faqat iqtisodiy o'sish omillari va ishlab chiqarish omillarining bir xilligida ko'rinmasdan, balki ishlab chiqarish nazariyasi muljal qilgan iqtisodiy rivojlanishning barcha bog'liqliklarida namoyon bo'ladi. Masalan, ishlab chiqarish nazariyasidagi, ishlab chiqarishda qatnashadigan omillarni baholash shartlari iqtisodiy o'sish nazariyasida ham o'z kuchini saqlab qoladi.

Ko'p ko'rsatkichli iqtisodiy o'sishda ko'zatiladigan bog'liqliklar bir ko'rsatkichli iqtisodiy o'sishda sabab-oqibat natijasida yuzaga keladigan bog'liqliklardan farq qiladi. Kichik iqtisodiy ob'ektlar masalan, rivojlanishi tashqi omil ta'siriga bog'liq bo'lgan ishlab chiqarish korxonasidan farqli ularoq butun xalq xo'jaligining o'sishi ta'sir qiluvchi tashki omil, iqtisodiy o'sish tushunchasiga to'g'ri kelmaydigan tabiiy sharoit hisoblanadi.

Jamg'arilgan mehnat miqdori bir tarafdin iqtisodiy o'sishga sabab bo'lsa, ikkinchi tarafdin iqtisodiy o'sishning o'zi hisoblanadi. Shuning uchun butun jamg'arilgan mehnat, uning ayrim qismlari xo'jalik faoliyatining qaysi sohalarida va qanday shakllarda tashkil topgan bo'lmasin ularni faqat iqtisodiy o'sishni ta'minlovchi tashqi omillar sifatida qarash mumkin emas, chunki ular iqtisodiy o'sishning natijalaridir.

Iqtisodiy o'sishning ananaviy omillarini bir-biridan farqlash uchun jamg'arilgan mehnatni iqtisodiy o'sishning omili deb qaramaymiz. Balki, jamg'arilgan mehnatni iqtisodiy o'sishni ham sarf tarafdin ham ishlab chiqarish natijalari tarafdin ifodalovchi tushuncha sifatida kiritamiz.

Butun iqtisodiy o'sish va uning ayrim qismlaridagi bog'liqliklar quyidagi xossalarga ega bo'ladi. Birinchidan ular bir-birini taqozo qilish xususiyatiga ega; iqtisodiy o'sish umuman har taraflama o'sish natijasidir shuning uchun ham xo'jaliklar rivojlanishi butun iqtisodiy o'sishni belgilaydi. Ikkinchidan bular bir martalik bog'liqliklardir, chunki iqtisodiy o'sish tomonlari tashqi omillar hisoblanmaydi, demak o'zlari tarkibiy qism sifatida kiruvchi iqtisodiy o'sishni vaqt bo'yicha orqada qoldirisha olmaydi. Butun iqtisodiy o'sish va uning ayrim tomonlari o'rtasidagi bog'liqliklarning uchinchi o'ziga xos xususiyatlari bog'lanish qonuniyatlarining tarifi shidir.

Sabab oqibat asosiy o'rin tutadigan qonuniyatlar asosida iqtisodiy o'sish va uning alohida tomonlari bilan bog'liqliklarni tahlil qilish yaxshi natija bermaydi. Chunki bu qonuniyatlarda sabab-oqibatdan tashqari, vaqt bo'yicha voqealarning ketma-ketligi ham muhim ahamiyatga ega bo'ladi. Iqtisodiy o'sish va uning yo'nalishlari o'rtasidagi bog'liqliklarni ko'rsatish uchun bir vaqtda birgalikda bo'lib utuvchi voqealar qonuniyatlaridan foydalanish ko'zlangan natijani beradi. O.Lange

qayd qilganidek shunday birgalikda va bir vaqtda yuzaga keluvchi bog'liqliklar, tuzilmalarni o'zgartuvchi voqea va qonuniyatlarga taaluqli bo'ladi.

Tahlil qilinadigan bog'liqliklarning bir vaqtda va birga yuz berishiga asosiy e'tiborni qaratgan holda, tahlilning iqtisodiy o'sish yo'nalishlarini, sabab-oqibat asosida emas, balki tuzilmaviy o'zgartirishlar asosida amalga oshiradigan usulidan foydalanish maqsadga muvofiq bo'ladi.

Tuzilmaviy tahlilda, iqtisodiy o'sishning yo'nalishlari aro munosabatlari ham miqdoriy ham sifatiy tarafdin tekshiriladi. Bunda iqtisodiy o'sishning yo'nalishlari aro munosabatlari rivojlanish darajalarida va bosqichlarida saqlanib qolish yoki qolmasligini aniqlashdan iboratdir. Bundan tashqari mavjud munosabatlarni barqarorlashtirish, o'zgarish ahvollarini aniqlash va yo'nalishlarini iqtisodiy o'sish tarafiga yo'naltirilishi lozim.

8.1.-jadval

Iqtisodiy o'sish va uning omillari o'rtasidagi oddiy va murakkab bog'liqlar shakllarining asosiy xususiyatlari

Eng asosiy xususiyatlar	Bog'liqliklar xususiyatlari	
	bir taraflama	ko'p taraflama
Bog'liqliklarning asosiy ma'nolari	Bir taraflama	Ko'p taraflama
Yo'naltirilgan bog'liqlik	Vaqtiga mos kelmaydi	Bir vaqtda
Bog'liqlikning vaqtli xususiyatlari	Texnik-iqtisodiy	Ijtimoiy-iqtisodiy
Bog'liqliklar ma'nosi Bog'lik shakllari	Sabab-oqibat	Birga faoliyat ko'rsatuvchi
Amalda qo'llashga yaroqliligi Bog'liqlikni oddiy ko'rinishda bera oladimi	Ha	Yo'q

Iqtisodiy o'sish va uning omillari o'rtasidagi bog'liqliklarning qaysi shakli yaxshi ekanligini iqtisodiy o'sish va uning omillarning iqtisodiy ma'nolariga asoslanib o'tkazilgan bir va ko'p tomonlama bog'liqliklarning qiyosiy tahlili beradi. Iqtisodiy o'sish va uning omillari o'rtasidagi bog'liqliklar quyidagicha aniqlanadi. Bir ko'rsatkichli va kam sonli omilli iqtisodiy o'sish sarf-ishlab chiqarish shakldagi bir taraflama bog'likda bo'ladi. Milliy daromad va asosiy fondlar hamda ishchi kuchlari o'rtasidagi bog'liqlar yuqoridagi bir taraflama bog'liqliklarning tipik ko'rinishi hisoblanadi. Bunda mehnat va asosiy fondlar ishlab chiqarishga sarfni bildirsa, milliy daromad qilingan sarflarning natijasi sifatida qaraladi. Ammo milliy daromad va mehnat hamda asosiy fondlar o'rtasida esa ko'p tomonlama bog'liqliklar mavjud bo'ladi.

O'tkazilgan tahlillar shuni ko'rsatadiki, ma'lum davrlarda milliy daromad mavjud asosiy fondlar miqdorlariga bog'liq bo'lsa, shu davrda asosiy fondlarning o'zlari ham milliy daromadning bir qismi hisoblanadi.

Iqtisodiy o'sish va uning omillari o'rtasida bir martalik bog'liqliklar ham mavjudligini taxmin qilinadi. Masalan, shu davrda milliy daromad miqdori mehnat sarfining miqdori va sifati bilan belgilanadi. Ikkinchi tomondan mehnat sarfi ham milliy daromaddan alohida amalga oshirilmaydi. Bunda birinchi holda bog'liqlikning ishlab chiqarish va ikkinchi holda esa taqsimot tomoni ta'kidlanadi.

Ko'p ko'rsatkichli va ko'p omilli iqtisodiy o'sish konsepsiyalari ko'rilganda, iqtisodiy o'sish va uning omillari o'rtasidagi bog'liqlarni sarf-ishlab chiqarish shakldagi bir tomonlama bog'liqliklar sifatida qarolmaydi. Haqiqatan bunda omillar iqtisodiy o'sishni turli yo'nalishlarini ifodalaydi, iqtisodiy o'sish va uning yo'nalishlari bir vaqtda ko'p yo'nalishli bo'lib, birga faoliyat ko'rsatadi.

Faqat iqtisodiy o'sish, uning omillari va xususiyatlari o'rtasidagi bog'liqliklarni emas, balki ularning yuzaga kelish sabablarini ham tahlil qilish talab qiladi. Umuman bir ko'rsatkichli va kam omilli iqtisodiy o'sishning oddiy iqtisodiy o'sish konsepsiyasi va ko'p ko'rsatkichli va ko'p omilli iqtisodiy o'sishni murakkab iqtisodiy o'sish konsepsiyasi deyiladi.

Iqtisodiy o'sish va uning omillari o'rtasida qanday bog'liqlik mavjudligi bo'lishi nuqtai nazaridan oddiy va murakkab iqtisodiy o'sish konsepsiyalarining mavjud ikkita farqi alohida ahamiyatga egadir. Birinchi farq shundan iboratki oddiy konsepsiyaga asosan iqtisodiy o'sish va uning omillari harxil substansiyalarda bo'ladi, murakkab konsepsiyada esa bunday emas. Ikkinchi farq shundan iboratki oddiy konsepsiya iqtisodiy o'sish va uning omillari tor texnik-iqtisodiy ko'rinishdagi tushunchalarni ifodalasa iqtisodiy o'sish murakkab konsepsiyasida iqtisodiy o'sish va uning omillari ijtimoiy-iqtisodiy hayotning barcha o'ziga xos tomonlarini qamrab olgan tushunchalarni ifodalaydi.

Iqtisodiy o'sish va uning omillari o'rtasida bo'ladigan farqlar sababli oddiy konsepsiya omillari iqtisodiy o'sishdan ilgari yuzaga keluvchi bir tarafdama bog'liqlikni ifodalaydi. Bunda bog'liqlik tushunchasi faqat iqtisodiy ma'noga ega bo'lganligi sababli bu bog'liqliklar vaqt damodi bir tarafdama va bir-biriga to'g'ri kelmaydigan va eng muhimi bog'liqlikning sarf-ishlab chiqarish ko'rinishidagi texnik shaklini ifodalaydi.

Iqtisodiy o'sishning murakkab konsepsiyasida omillarning uzlari iqtisodiy o'sishni yo'nalishlari bo'lganligi sababli ular o'zaro bog'langan, bir vaqtda va birga faoliyat ko'rsatadi. Bu konsepsiyada omillar nafaqat texnik, balki ijtimoiy-iqtisodiy bog'liqliklarni ham ifodalaydi.

Oddiy konsepsiyaning afzalligi shundan iboratki, sarf-ishlab chiqarishning texnik-iqtisodiy bog'liqliklarining modellari uchun modellashning ko'p tekshirilgan va amalda qo'llanilgan usuli ishlab chiqarish funksiyalari foydalaniladi.

Yuqoridagi ko'rsatilgan afzallikdan tashqari oddiy konsepsiya qator kamchiliklarga ham ega. Uning birinchi va eng asosiy kamchiligi u iqtisodiy o'sish va uning omillari o'rtasidagi bog'liqliklarni faqat ishlab chiqarish korxonalarida darajasida ko'rib, butun milliy iqtisodiyot darajasida ko'rolmaydi. Ular uchun mehnat va asosiy fond ishlab chiqarishni tashkil qilish va ma'lum natijalarga erishish shartli

hisoblanadi. Bu bog'liqliklar butun iqtisodiyot uchun ayrim xususiy hol sifatida qaraladi. Bir xil sarfda ham, milliy iqtisodiyotning o'sish darajasi taqsimotdagi farqlar sababli harxil bo'ladi.

Umuman olganda oddiy konsepsiyaning afzalliklar murakkab konsepsiyaning kamchiliklari hisoblanadi. Iqtisodiy o'sishning murakkab konsepsiyasidagi iqtisodiy o'sish va uning omillari o'rtasidagi bog'liqlikni modellashtirish ancha murakkab jarayondir. Hozirgi imkoniyatlar va tahlil vositalari faqat bog'liqlik mavjudligini va uning ayrim xususiyatlarini va xossalarini aniqlaydi.

Ammo, murakkab konsepsiya iqtisodiy o'sishda muhim rol o'ynaydigan ijtimoiy-iqtisodiy bog'liqliklarning barchasini qamrab oladi va makrodarajadagi bog'liqliklarni ifodalaydi.

8.2. Iqtisodiy o'sishning ekonometrik tahlillarida ishlab chiqarish funksiyalarini qo'llash

Ishlab chiqarish funksiyalari xo'jalik faoliyatining ishlab chiqarilgan mahsulotlari hajmi, mehnat va kapital sarfi, fondlar qaytimi mehnat unumdorligi kabi ko'rsatkichlararo bog'liqliklarni modellashtirish hisoblanadi.

Umumiy holda mahsulot ishlab chiqarish hajmi quyidagi funksiya ko'rinishida berishimiz mumkin.

$$N = f (F_1, F_2, F_3, \dots, F_n) \quad (1)$$

bunda N – ishlab chiqarilgan mahsulotlar hajmi;

$F_1, F_2, F_3, \dots, F_n$ - ishlab chiqarishga, ya'ni iqtisodiy o'sishga ta'sir qiluvchi omillar (mehnat, asosiy fondlar, xomayoshe va h.k.)

Shunday qilib ishlab chiqarilgan mahsulotlar hajmi va unga ta'sir qiluvchi omillar o'rtasidagi bog'liqliklarni ifodalovchi funksiya ya'ni ishlab chiqarish funksiyasini to'plam korrelyatsiya tenglamasi bilan ifodalash mumkin.

Iqtisodiy matematik modellarni tuzishda iqtisodiy o'sish (ishlab chiqiladigan mahsulotlar hajmi) va unga ta'sir qiladigan omillararo chiziqli bog'liqlik mavjud deyiladi. Bua tahmin iqtisodiy o'sish va uning omillararo bog'liqlikning proporsional aniq koeffitsiyenti, ishlab chiqarishga to'g'ridan to'g'ri sarf koeffitsiyenti bilan belgilanadi. Iqtisodiy o'sish tahlilida qo'llaniladigan chiziqli dasturlash modellaridagi ishlab chiqarilgan mahsulotlar hajmi va omillar (resurslar) sarfi to'g'ri proporsional nisbatda bo'ladi.

Ishlab chiqarishning chiziqli funksiyalaridan foydalanish amalda qo'llaniladigan va tuzish oson bo'lgan matematik modellarni tuzish imkonini beradi.

Ammo iqtisodiy o'sish va uning omillararo faqat chiziqli bog'liqlik bo'ladi deyish noto'g'ri tushunchadir. Haqiqatan iqtisodiy o'sish, xomashyo va asosiy vositalar sarfi aro chiziqli bog'liqlik mavjud bo'lsa, mehnat va asosiy fondlar sarfi aro bog'liqliklar chiziqli ko'rinishdan murakkabdirlar. Iqtisodiy o'sish tahlilining iqtisodiy-matematik modellarini tuzish va yangi usullardan foydalanish o'sish va uning omillari o'rtasidagi bog'liqliklarni chuqurroq va aniqroq o'rganib chiqishni talab etadi.

Ko'p hollarda iqtisodiy o'sishning chiziqsiz ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:

$$N = a_0 \cdot F_1^{a_1} \cdot F_2^{a_2} \cdot F_3^{a_3} \dots F_n^{a_n} \quad (2)$$

Bu ishlab chiqarish funksiyasi yordamida har bir omilning iqtisodiy o'sishga ta'sirini aniqlashimiz mumkin. Iqtisodiy o'sish tezligi ikki xil, o'sishning absolyut tezligi va o'sishning nisbiy tezligi ko'rinishida bo'ladi. Har ikkala o'sish tezligini alohida-alohida ko'rib chiqamiz.

Iqtisodiy o'sishning har bir omili uchun iqtisodiy o'sishning absolyut o'sish tezligi o'sishning chiziqsiz ko'rinishidan biron bir omil bo'yicha xususiy hosila olish bilan aniqlanadi. Masalan birinchi omil uchun

$$\frac{\partial N}{\partial F_1} = a_0 a_1 F_1^{a_1-1} \cdot F_2^{a_2} \cdot F_3^{a_3} \dots F_n^{a_n} \quad (3)$$

Ma'lumki, iqtisodiy o'sish uning barcha omillariga bog'liq. Omil bo'yicha olingan xususiy xosilalar nisbati bu omillarning o'rin almashuvining o'ziga xos me'yoriy ko'rsatkichi bo'ladi.

Iqtisodiy o'sishning absolyut tezligidan tashqari o'sishning nisbiy tezligi ham katta iqtisodiy ahamiyatga ega. Iqtisodiy o'sishning nisbiy tezligi o'sishning biron bir omil sarfi 1% o'zgarganda ishlab chiqarilgan mahsulot qancha foizga o'zgarishini ko'rsatuvchi miqdordir.

O'sishning nisbiy tezligi absolyut tezlikni biron omilning (ishlab chiqarish resursi) bilan ishlab chiqarilgan mahsulot nisbatiga ko'paytirish yo'li bilan aniqlanadi.

Uning matematik ko'rini quyidagicha bo'ladi.

$$\begin{aligned} \frac{\partial N}{\partial F_1} \cdot \frac{F_1}{N} &= \frac{(a_0 a_1 F_1^{a_1-1} - F_2^{a_2} \dots - F_n^{a_n}) F_n}{N} = \\ &= \frac{a_0 a_1 F_1^{a_1} - F_2^{a_2} - F_3^{a_3} \dots - F_n^{a_n}}{a_0 F_1^{a_1} - F_2^{a_2} - F_3^{a_3} \dots - F_n^{a_n}} = a_1 \end{aligned} \quad (4)$$

Iqtisodiy o'sishning nisbiy tezligi ishlab chiqarishning omillar sarflari bo'yicha elastikligi deyiladi va odatda Ye bilan belgilanadi. Demak har qanday iqtisodiy o'sish omili (resurs turi) uchun ishlab chiqarishning omillar sarflari bo'yicha elastikligi

$$E_i = \frac{\partial N}{\partial F_i} \cdot \frac{F_i}{N} = a_i \quad (5)$$

bo'ladi.

Shunday qilib iqtisodiy o'sish ko'rsatkichi sifatida ishlab chiqarilgan mahsulot funksiyasidan foydalanilsa, sarflar bo'yicha elastikli barcha o'sish omillari uchun o'zgarish qiyamatga ega bo'lib tegishli regressiya koeffitsiyentlarga teng bo'ladi. Boshqacha aytganda mahsulot hajmining qancha bo'lishidan qat'iy nazar i - turidagi o'sish omilining (ishlab chiqarish resursining) sarfini 1% ga ko'paytirish ishlab chiqarilgan 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 koeffitsiyentlari yig'indisi muhim ahamiyatga ega bo'ladi.

$$A = a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n \quad (6)$$

Agar iqtisodiy o'sishning barcha omillari K martaga o'zgarsa ishlab chiqiladigan mahsulotning miqdori quyidagicha bo'ladi.

$$\begin{aligned} N' &= a_0 (kF_1)^{a_1} \cdot (kF_2)^{a_2} \cdot (kF_3)^{a_3} \dots (kF_n)^{a_n} = \\ &= k^{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n} \cdot F_1^{a_1} \cdot F_2^{a_2} \cdot F_3^{a_3} \dots F_n^{a_n} = k^A N \end{aligned} \quad (7)$$

bunda $A=1$, $A>1$ va $A<1$ qiymatlarini qabul qilish mumkin.

Agar $A=1$ bo'lsa, ishlab chiqarish sarfini k martaga ko'paytirish, ishlab chiqilgan mahsulotlar miqdorlarining ham k marta ko'payishiga sabab bo'ladi, demak, iqtisodiy o'sishning ham shuncha martaga o'sishiga olib keladi.

Agar $A>1$ bo'lsa, ishlab chiqarish sarfining k martaga ko'payishi ishlab chiqilgan mahsulot miqdorining k martadan ko'proq ko'payishiga sabab bo'ladi, iqtisodiy o'sishning k martadan ortiqroq ko'payishiga olib keladi.

Agar $A<1$ bo'lishi ishlab chiqarish sarfining k martaga ko'paytirish ishlab chiqilgan mahsulotning k marta ko'payishini ta'minlaydi, demak iqtisodiy o'sishning k martadan kamroq miqdorga ko'payishiga 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 qanchaga o'zgarishini ko'rsatuvchi usuldir.

O'zaro almashuvning elastikligi omillarning differensiallashgan 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 (Errou-Cheneri, Minxasa va Solou) funksiyasi yoki boshqacha aytganda ishlab chiqarish omillarining o'zgarimas elastikligi o'zaro almashuvi funksiyasi.

3. UChK (Bruno) funksiyasi ya'ni omillarning ishlab chiqarishga o'zgarimas miqdorda (darajada) o'atnashuvchi funksiyasi.

Ishlab chiqarish funksiyalarini amalda birinchi marta AQSh yengil sanoatiga tegishli bo'lgan statistik ma'lumotlar asosida Ch.Kobb va P.Duglas tadqiq qilishni quyidagi ishlab chiqarish funksiyasini taklif qiladilar.

$$N = a_0 L^{a_1} \cdot K^{a_2} \quad (8)$$

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'lmasligini ta'kidlaydi. Ayrim tarmoqlarda (energetika, metallurgiya) korxonalar o'lchamining 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 guruhleri ishlab chiqarishlari kengayishining samaradorligini ko'rsatuvchi elastiklik koeffitsiyentiga 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:

$$N = a_0 L^{a_1} \cdot K^{a_2} \cdot e^{\lambda t} \quad (9)$$

$e^{\lambda t}$ 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'zgarmas elastikli o'zaro almashinish (UEU) funksiyasi

$$N = a_0 \left[\delta L^{-p} + (1 - \delta) K^{-p} \right]^{\frac{1}{p}} \quad (10)$$

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 koeffitsiyenti.

Boshqa funksiyalarga qaraganda UEU funksiyasida ilmiy-texnik taraqqiyotlari natijalari kengroq hisobga olinadi.

$$N = a_0 e^{\lambda t} \left[\delta h^{-p} + (1 - \delta) K^{-p} \right]^{\frac{h}{p}} \quad (11)$$

h - ishlab chiqarish omillaridan olinadigan umumiy faydo.

UDQ ishlab chiqarish funksiyasida omillarning ma'lum doiralarda funksiyasida parametrlari ma'nolari Kobb-Duglas funksiyasidagi parametrlar ma'nolariga to'g'ri keladi.

$$N = a_0 l^{a_1} K^{a_2} - mh \quad (12)$$

KD funksiyasiga kirmaydigan m -nomuozanatlik parametri bo'lib, uning qiymati mehnat va kapital "bozori"dagi muvozanatsizlik ko'lamini ya'ni mehnat va kapitalga bo'lgan talab farqini ifodalaydi.

Bruno UDQni uch variantini ishlab chiqqan. Barcha variantlar mehnatning o'rtacha unumdorligi ish haqi bilan chiziqli bog'liqda bo'lishini ta'kidlaydi va matematik quyidagicha beradi:

$$\frac{N}{h} = cw + d \quad (13)$$

UDQning birinchi variantda mehnatning differensiallashgan unumdorligi va asosiy fondlarning unumdorligi ishlab chiqarishning bir omillarining bahosi bilan belgilanadi va funksiya quyidagi ko'rinishni oladi:

$$N = a_0 L^{a_1} K^{1-a_1} - mL \quad (14)$$

bunda $a_1 = 1/s$; $m = d/(c-1)$

UDQning ikkinchi variantda kapital bozorida muvozanat yo'q, asosiy fondlarning differensiallashgan "unumdorligi" unga quyilgan stavkalar foiziga to'g'ri kelmaydiga va funksiya quyidagi matematik ko'rinishda bo'ladi:

$$N = a_0 h^{a_1} K^{a_2} - mL \quad (15)$$

UDQning uchinchi varianti bo'yicha mehnat bozorida ham kapital bozorida ham muvozanat bo'lmaydi.

Bundan tashqari $\frac{\partial N}{\partial L} = pw + q$ deyiladi va funksiya

$$N = q_0 L^{a_1} K^{a_2} - mL \quad (16)$$

ko'rinishni oladi.

Iqtisodiy o'sishni baholash tahlil qilish uchun funksiyalarning quyidagi oltita ob'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 varintlari 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, uyeU va UDQ funksiyalari uchun o'zgaruvchidir.

6. O'zaro almashuvning elastikligi KD funksiya uchun o'zgarmas va birga teng bo'ladi, uyeU funksiya uchun o'zgarmas va birga teng bo'lmaydi, UDQ funksiya uchun o'zgaruvchandir.

Ishlab chiqarish funksiyalari yuqoridagi oltita ob'ektiv xususiyatlaridan tashqari bitta sub'ektiv xususiyatiga ham e'tibor qilinishi lozim

7. KD va uyeU larni amalda qullash mehnat va kapital bozorida muvozanat mavjud degan farazga asoslanadi. UDQning ayrim variantlari mehnat bozorida ham kapital bozorida ham bunday muvozanat yo'q degan farazga asoslanadi.

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 koeffitsiyentlarini aniqlash berilgan.

Shunday qilib, bob iqtisodiy o'sish, ularga ta'sir qiluvchi omillarning o'zaro bog'liqliklari, iqtisodiyotning absolyut va nisbiy o'sishi, elastiklik koeffitsiyentlarini matematik usullar yordamida aniqlash va tahlil qilishga bag'ishlangan.

Nazorat va muhokama uchun savollar.

1. Iqtisodiy o'sishning statistik tahlili nima?
2. Iqtisodiy o'sish omillari qanday turlarga bo'linadi?
3. Bir omilli iqtisodiy o'sishni qanday tushunasiz?
4. Ko'p omilli iqtisodiy o'sishga ta'rif bering.
5. Bir va ko'p ko'rsatkichli bog'liqliklarni o'zaro farqi qanday?
6. Ko'p ko'rsatkichli va ko'p omilli bog'liqliklarni tushuntirib bering.
7. Sarf-ishlab chiqarish shakldagi bog'liqliklarni tavsiflab bering.
8. Iqtisodiyotning absolyut o'sishi tezligi deganda nimani tushunasiz?

9. Iqtisodiyotning nisbiy o‘shish tezligiga tavsif bering.

10. Elastiklik koeffitsiyentini tushuntirib bering.

11. Tahlilda qo‘llanilgan ishlab chiqarish funksiyalarining o‘ziga xos xususiyatlari nimalardan iborat.

Asosiy adabiyotlar.

1. Эконометрика. Учебник. /под ред. проф. И.И.Елисеевой. -М.: Финансы и статистика, 2004.
2. Захарченко А.И. Бизнес статистика и прогнозирование в MS Excel. -М.: Изд. дом. «Вильямс», 2004.
3. Горбунов В.К Математическая модель потребительского спроса. Теория и прикладной потенциал. М.: Экономика, 2004.-174с.

Internet saytlar

1. www.ecsocman.edu.ru - Rossiya Federatsiya oliy o‘quv yurtlarida o‘qitilayotgan fanlar bo‘yicha o‘quv-uslubiy komplekslar.
2. www.rosinf.ru – «Rosinformresurs» birlashmasining serveri. Loyihalashtirilayotgan va ishlab chiqilayotgan axborot mahsulotlari va xizmatlari haqida axborotlar.
3. www.icsti.ru – ilmiy va texnik axborotlar halqaro markazining serveri. Turli bilimlar sohasi bo‘yicha ma'lumotlar bazasiga kirish imkoniyatini va chet el milliy hamda halqaro EHM tarmoqlariga kirishni ta'minlaydi.
4. www.nber.com – AQShning “Iqtisodiy tadqiqotlar milliy byurosi” serveri. Butun dunyodan olingan iqtisodiy tadqiqotlar bo‘yicha ilmiy maqolalarni olishni ta'minlaydi.
5. www.msu.ru – MDU serveri. Fanlar bo‘yicha namunaviy, ishchi dasturlari, elektron adabiyotlarni olishni ta'minlaydi.

9-BOB. O'zbekistonning iqtisodiy o'sish ko'rsatkichlarining ekonometrik modellari

9.1. Iqtisodiy o'sish va aholi turmush darajasi ko'rsatkichlarining omiliy tahlili

O'rganilayotgan ob'ektlar (davrlar) bo'yicha ijtimoiy-iqtisodiy ma'lumotlar va ko'rsatkichlar odatda matritsa (jadval) ko'rinishida beriladi va qaraladi. Matritsadagi ma'lumotlarni o'rganishda esa, uchta tipik masala paydo bo'ladi. Birinchi turdagi masalalarning maqsadi - ob'ektlarga xos umumiy qonuniyatlarni qisqa, iloji boricha kam sonli ko'rsatkichlar yordamida, ifodalash bo'lsa, ikkinchi tur masalalarda - ko'rsatkichlar orasidagi bog'lanishlarni o'rganish, tahlil etish, ularga ta'sir etuvchi umumiy "sabablar va omillarni" topish va baholash bo'ladi. Uchinchi tur masalalarda esa, informativ ko'rsatkichlarga yoki omillarga asoslanib, ob'ektlarni o'zi klassifikatsiya qilinadi (guruhlariga, klaterlarga ajratiladi).

Ko'rsatilgan masalalarni yechishdan muddoa, nafaqat ma'lumotlarning katta massivini qisqa ifodalash, balki prinsipial o'ta muhim bo'lgan imkoniyatdir: sonlarning katta massivini qisqa izohlash mumkin ekan, demak shuning imkonini beradigan qandaydir ob'ektiv qonuniyat borligiga ishonish va uni topish mumkin, ana shuni topish esa - har qanday izlanishning va ma'lumotlar yig'ib, ularni o'rganishning maqsadini tashkil etadi¹.

Omiliy tahlildagi asosiy masala - kuzatilgan ko'rsatkichlarni (masalan, X_j larni), soni ulardan ancha kam bo'lgan, umumiy omillarning (F_p lar) chiziqli kombinatsiyasi kabi ifodalashdir, va yana balkim, har bir ko'rsatkich uchun kichik tuzatishlarni aniqlash kerak bo'lar (spetsifik omil yoki "tuzatuv" sifatida)².

Bunday omillarning o'zi yoki loqal ularning "xususiyati yoki tabiati" oldindan ma'lum bo'lmasa ham, ularni ajratish va baholash doim mumkin. Tayyor kompyuter dasturlari bo'lganda, bu hech bir qiyinchilik tug'dirmaydi. Faqat omillarni o'zining "ma'nosini va tabiatini" tushunishda va to'g'ri talqin etishda sal qiyinchilik bo'lishi mumkin.

Oshkor holda boshdan berilmagan oz sonli omillar yordamida ko'rsatkichlarni oddiy ifodalashning oddiy modeli **chiziqli model**dir. Bularning ikki asosiy turi bo'lib, shartli tarzda, birinchisida maqsad - ko'rsatkichlar dispersiyasini maksimal izohlashdan, ikkinchisida maqsad - ko'rsatkichlar orasidagi korrelyatsiya koeffitsiyentlarini izohlashdan (eng yaxshi approksimatsiyalashdan) iboratdir.

Birinchi maqsadga eng mos model - bu asosiy komponentalar usuli, **komponentalar tahlili model**idir:

$$X_j = a_{j1} * K_1 + a_{j2} * K_2 + \dots + a_{jn} * K_n, \quad (j = 1 \div n), \quad (9.1)$$

¹ Ko'rsatkichlar bog'lanishlarini ifodalovchi, korrelyatsiya koeffitsientlari matritsasi ham, katta to'plamlar uchun, o'nlab va yuzlab sonlarga ega bo'lishi mumkin, va tabiiy, u ham bog'lanishlarni "qisqa ifodalash" uchun xizmat qila olmaydi. Shuning uchun, bu matritsa ham qayta ishlanib, qisqartirilishi mumkin. Omiliy tahlil - xuddi shu imkoniyatni beradi.

² Ma'lumotlar matritsasiga xos iboralar bilan aytganki, omiliy tahlildagi asosiy maqsad: ham korrelyatsiyalar matritsasini (R), ham birlamchi ma'lumotlar matritsasini (X yoki Z ni) kichikroq o'lchamli A matritsa yordamida tiklash va ulardagi qonuniyatlarini qisqa ifodalashdir. Omillar vaznlaridan iborat bu A matritsa, quyiroqda (keyingi paragrafda) ko'rsatilgan ma'lum shartlarga javob beradi.

bunda har bir ko'rsatkich X_j o'zaro korrelyatsiyaga egamas n ta komponentadan iboratdek qaraladi. Bu komponentalar o'zaro bog'liqmas, ya'ni o'zaro ortogonaldir (ularning o'zaro korrelyatsiya koeffitsiyentlari standart birlik matritsadan iboratdir).

Dispersiyani maksimal izohlashdan iborat bu yondashuvdan farqli, an'anaviy omiliy tahlil modelida ko'rsatkichlar orasidagi juft korrelyatsiyalarni (kovariatsiyalarni) va bular asosidagi "sabablarni" va chuqur omillarni izohlash maqsadga muvofiq, deb hisoblanadi:

$$X_j = a_{j1} * F_1 + a_{j2} * F_2 + \dots + a_{jm} * F_m + d_j * U_j, \quad (j = 1 \div n; m < n). \quad (9.2)$$

Omillarni bunday bilvosita aniqlash shuning uchun ham mumkinki, omil koeffitsiyentlari (a_{jp} , $p=1 \div m$) - p omil va j ko'rsatkich orasidagi korrelyatsiya koeffitsiyentlarining aynan o'zidir. Bu koeffitsiyentning kvadrati esa, ko'rsatkichlar standart qiymatlarda bo'lganda, bu omilning shu ko'rsatkich dispersiyasidagi "ulushini" yoki "hissasini", "vaznini" bildiradi:

$$a_{j1}^2 + a_{j2}^2 + \dots + a_{jm}^2 + d_j^2 = h_j^2 + d_j^2 = 1 \quad (j = 1 \div n). \quad (9.3)$$

Ikkala modelni ham qo'llashdagi asosiy masala, shu (a_{jp}) koeffitsiyentlarni baholash va ular yordamida omillarni o'zini talqin etishdan iborat, ya'ni omillar bilvosita baholanadi. Ularning soni ko'rsatkichlar sonidan ancha kam ($m < n$) bo'ladi³.

Omiliy tahlil modelidagi umumiy omillar (F_p) ko'rsatkichlar orasidagi korrelyatsiyani hisobga olishi va dispersiyaning asosiy qismini izohlashi kerak. Odatda dispersiyaning "qolgan" qismi shu ko'rsatkichgagina xos bo'lgan, faqat u bilan bog'langan U_j omil bilan izohlanadi - deb hisoblanadi:

$$z_j = a_{j1} * F_1 + a_{j2} * F_2 + \dots + a_{jm} * F_m + d_j * U_j, \quad (j = 1 \div n; m < n), \quad (9.4)$$

bu modelda, z_j - ko'rsatkichning standartlashgan qiymati:

$$z_j = (X_{ij} - X_j^{o'n}) / s_{j}, \quad (9.5)$$

$X_j^{o'n}$ - har bir X_j ning o'rtacha qiymati; s_j - har bir ko'rsatkichning standart qiymati; F_p - umumiy bo'lgan omillar; U_j - shu ko'rsatkichga xos bo'lgan omil (xos omillar).

Quyida model koeffitsiyentlarini baholash uchun, bosh komponentalar usuli (BKU), bosh omillar usuli (BOU), keyin varimaks usuli (o'zgartirilgan yechim olish uchun) qaraladi.

Umuman, omiliy tahlil yordamida yechiladigan tipik masalalarni shartli ikki turga bo'lish mumkin:

1) izlanishlarning boshlang'ich bosqichida biror murakkab soha bo'yicha turli gipotezalar tuzish va tekshirish;

2) biror oldindan ma'lum nazariy gipotezaning amalda qandayligini tekshirish.

Yana bir yechilishi mumkin bo'lgan masala - umumlashgan ko'rsatkichlar (indekslar, indikatorlar) tuzish masalasidir. Bu holda ko'rsatkichlar shunday tanlanadiki, ular sintetik (sintez qilinadigan, masalan, iqtisodiy o'sish darajasi, turmush darajasi kabi) ko'rsatkichning asosiy jihatlarni aks ettiradi.

Yana bir tipik masala - tipologiya masalasidir. Bu, boshqacha, kam sonli omillar asosida turdosh ob'ektlarni oddiy guruhlash masalasidir. Shuningdek, omiliy

³ Omiliy tahlil dasturi korrelyatsion (va kovariatsion) matritsa asosida bir vaqtning ozida, ham bosh komponentalar usuli, ham bosh omillar usuli yechimlarini beradi; jami n ta komponentalarning umumiyligi doim 1 ga, ulardan ajratilgan m ta bosh komponentalarning umumiyligi va bosh omillarning umumiyligi 1 dan kichik bhladi, ya'ni $h^2 < 1$ ($m < n$); chegaraviy hol: $m = n$ ($h^2 = 1$) KTga mosdir

tahlil yordamida “davrlarni ajratish” va “sarhadlarni ajratish” (zadachi periodizatsii, rayonirovaniya) masalalari ham yechiladi.

Tipologiya masalasini omiliy tahlil natijalariga asoslanib yechishda: oldin birlamchi ma'lumotlar matritsasi, keyin korrelyatsion matritsa, omillar vaznlari matritsasi, omillarni o'zining baholari va shularga asoslanib, ob'ektlar orasidagi masofalar (farqlar) aniqlanadi, keyin ob'ektlar (kuzatuvlar) shularga qarab guruhlanadi.

Yana bir amaliy masala - ajratilgan omillar asosida regression tenglamalar tuzishdir. Ko'rsatkichlar - bog'liq (endogan, Y_k) va bog'liqmas (ekzogen, X_j) turlarga guruhlanadi va X_j lar ($j=1..n$) asosida umumiy omillar ajratiladi (F_p , $p=1..m$; $m < n$) va Y_k larning shularga regression bog'lanish tenglamalari tuziladi. Bu - regression modelda aks etadigan omillar sonini ancha kamaytiradi va ular orasidagi multikolleniarlikni yo'qotadi. Bular va “o'ziga xos omillar” o'zaro korrelyatsiyaga ega bo'lmagani uchun, regressiya parametrlarini baholash ancha osonlashadi.

Yana bir amalda yechilgan masalada 85 ta mamlakat bo'yicha ($N=85$) 30 ta ijtimoiy-iqtisodiy parametrlar olingan ($n=30$): jon boshiga milliy daromad, elektr energiyasi, tolalar iste'moli, radiopriyomniklar, telefonlar soni va h.. Bu holda X_{ij} - i mamlakat uchun j parametrlarning mos qiymatini ko'rsatadi. Asosiy omillar: (F_1 - “iqtisodiy o'sish darajasi” va F_2 - “xo'jalik turi yoki modernizatsiya darajasi”) bo'yicha mamlakatlar tipik guruhlarga oson ajratilgan. Jon boshiga milliy daromadning yuqori darajasiga, yollanib ishlovchilar sonining yuqori darajasi mos keladi va aksincha ham. Shu nuqtai nazardan, vaqt bo'yicha mamlakatning iqtisodiy o'sishida **ikkita bosqich** bo'lishi tipik holdir:

1-bosqich - “an'anaviy (an'analarga asoslangan) ishlab chiqarish tarkibidan modernizatsion tarkibga o'tish”; bu davrda iqtisodiyotning tovarlilikgi nisbatan ko'proq **oshib boradi**, milliy daromad esa, kamroq;

2-bosqich - bunda, asosan, modernizatsiyaning yuqori darajasiga erishgan mamlakatlar uchun, “**milliy daromad nisbatan ko'proq oshib boradi** va bu yollanib ishlovchilar ulushi bilan o'zaro yaqin bog'liq”dir.

Masalalarning boshqa turlari - korxonalar ko'rsatkichlarining omiliy tahlili masalasi, davlatlararo (mamlakatlararo) solishtirishlar va mamlakatlarning rivojlanganlik darajalari va turmush darajalari ko'rsatkichlarini (indikatorlarini) baholash.

9.2. Omiliy tahlil modellarini tuzishning va omillarni baholashning asosiy usullari va bosqichlari

Omiliy (latent) tahlilni qo'llash psixologiyada boshlangan. Lekin o'tgan asrning 60-70 yillaridan boshlab omiliy tahlil boshqa sohalarda, jumladan, ijtimoiy-iqtisodiy izlanishlarda ham qo'llanilmoqda. Bu - omi-liy tahlilni o'zini usullarining ham takomillashishiga, ularni matematik-statistik asoslarining chuqurlashishiga, bu esa, o'z navbatida, ushbu usullarning yanada kengroq tarqalishiga olib keldi. Keyin ularga bo'lgan qiziqish sal so'ngandek bo'ldi va hozir, bozor iqtisodiyoti davrida ularga (tahlilga, sintetik miqdoriy indikatorlarga), go'yo, qiziqish yana ortayotgandek.

Omiliy tahlilning asosiy vazifasi - ob'ektlarning kuzatilgan parametrlarini kam sonli ichki omillar orqali chiziqli yoki nochiziqli ifodalashdan iboratdir. Shunisi qiziqki, omillarning o'zi oldindan ma'lum bo'lmasa ham, bunday "yoyilma": (9.2) yoki (9.4) doim mumkindir; hatto, bunday omillar har bir ob'ekt uchun baholanishi, o'lchanishi mumkindir.

Matematik nuqtai nazardan omiliy tahlilning maqsadi - omillarga mos ustunlari soni (m), parametrlarga (ko'rsatkichlarga) mos satrlar sonidan (n) ancha kam bo'lgan $A[n \times m]$, omillar vaznlari matritsasini - topishdan iborat bo'lib, u tanlangan to'plam uchun parametrlar orasidagi korrelyatsiyalar koeffitsiyentlarini zarur aniqlik bilan tiklash imkonini berishi kerak:

$$A * A' \approx R - D^2, \quad (9.6)$$

$A = A(n \times m) = [a_{jp}]$ - $n \times m$ o'lchamli omillar vaznlari matritsasi, $m < n$; A' - transponirlangan $m \times n$ o'lchamli A matritsa; D^2 - diagonalida d_j^2 -lar joylashgan "o'ziga xosliklar" koeffitsiyentlarining diagonal matritsasi;

$$0 < d_j^2 \leq 1, \quad j = 1 \div n.$$

Ushbu (9.6) ifodani omiliy tahlilning fundamental ifodasi (teoremasi, munosabati) deymiz. Uni, boshqacha, quyidagidek yozish mumkin:

$$R(n \times n) \approx A(n \times m) * A'(m \times n) + D^2(n \times n) \quad (m < n);$$

yoki

$$R^- = A * A' \approx R - D^2 \quad (9.7)$$

chapdagi matritsa "hisoblangan korrelyatsiya koeffitsiyentlari matritsasi"; u o'ngdagi birlamchi matritsa R ni zarur aniqlikda tiklash imkonini beradi. Shuning uchun, u - "reduksiyalangan" (qayta tiklangan) korrelyatsiya koeffitsiyentlari matritsasi ham deyiladi. Bu matritsaning diagonalida 1 lar emas, alki undan kichikroq bo'lgan sonlar, ya'ni har bir ko'rsatkichning umumiylik koeffitsiyenti joylashgan:

$$h_j^2 = 1 - d_j^2 < 1. \quad (9.8)$$

Agar n ta ko'rsatkichlarning o'zaro bog'lanishlarini ifodalovchi simmetrik kvadrat korrelyatsiyalar matritsasi $R(n \times n)$ ni, o'lchamlari undan ancha kichik bo'lgan A matritsa yordamida "tiklash", ya'ni (9.7), mumkin bo'lsa, ishonch bilan aniq aytish mumkin, demak, bu "tasodifmas", qandaydir "tendensiya" yoki "qonuniyat" ochilganidir. Bunday hollarda, masalan, quyidagi masaladagidek, $m=2$ ta omil o'zida $n=12$ ta ko'rsatkichlar o'zgarishidagi qonuniyatlarni aks ettirib, hatto ular orasidagi bog'lanishlarni ham deyarli "to'liq ifodalaydi".

Ma'lumki, agar R matritsani (9.7) tarzida ifodalash mumkin bo'lsa, qo'shimcha shartlar ko'rsatilmasa, bu - juda ko'p variantda mumkindir. Bunday A tipdagi matritsalarini bir-biridan "ortogonal o'zgartirishlar" yordamida olish mumkin, masalan:

$$B = A * T, \quad (9.12)$$

bundagi T matritsa $m \times m$ o'lchamli ortogonal matritsadir, ya'ni u shunday matritsaki, uni, o'zining transponirlangan matritsasiga ko'paytmasi birlik matritsani beradi:

$$T^* T = T^{-1} T = I(m \times m). \quad (9.13)$$

Agar, (9.12) dagi A yoki B (9.7) shartni qanoatlantirsa, unda ikkinchisi

ham bu shartni qanoatlantiradi:

$$\mathbf{R} = \mathbf{B}^* \mathbf{B}' = \mathbf{A}^* \mathbf{T}^* \mathbf{T}' \mathbf{A}' = \mathbf{A}^* \mathbf{I}^* \mathbf{A}' = \mathbf{A}^* \mathbf{A}' \quad (9.14)$$

Haqiqatan ham, ko'rinib turibdiki, agar o'zaro ortogonal \mathbf{A} yoki \mathbf{B} matritsalaridan biri (9.7) shartga javob bersa, ikkinchisi ham bu shartni qanoatlantiradi. Shuning uchun, odatda qo'shimcha shart qo'yiladi, masalan, $\mathbf{A}^* \mathbf{A}'$ matritsa (9.7) shartga mos, $\mathbf{A}^* \mathbf{A}$ esa, diagonal bo'lishi talab qilinadi. Ba'zida, a_{ip} koeffitsiyentlardan iborat qandaydir funksionalning, ekstremal qiymat qabul qilishi talab qilinadi. Masalan, shu koeffitsiyentlar kvadratlari yig'indisining maksimum bo'lishiga, mos koeffitsiyentlar kontrast, 0 va 1 ga yaqinroq bo'lishiga harakat qilinadi (quyidagi varimaks-usulidagidek).

Omiliy tahlilda ko'rsatkichlarning tabiiy o'lchov birliklaridan (X_{ji}) "standartlashgan" o'lchov birliklariga (Z_{ji}) o'tish quyiladi:

$$Z_{ji} = (X_{ji} - X_j^{o'n}) / s_j = y_{ji} / s_j, \quad (9.15)$$

X_{ji} - j parametrlarning i ob'ektdagi (davrdagi) "tabiiy o'lchov birliklaridagi" qiymati;

Z_{ji} - j parametrlarning i ob'ektdagi "standartlashgan" qiymati ($j=1 \div n, i=1 \div N$);

y_{ji} - parametrlarning "markazlashgan" (o'rtachaga nisbatan) qiymati;

$X_j^{o'n}$ - j parametrlarning o'rtacha qiymati;

s_j - j parametrlarning o'rtakvadratik qiymati (s_j^2 esa, X_j ning dispersiyasi).

Ikki ta ko'rsatkich (z_j va z_k ; yoki X_j va X_k) orasidagi korrelyatsiya koeffitsiyentlari uchun formula:

$$r_{jk} = 1/N * \sum_{i=1}^N z_{ji} * z_{ki}, \quad (9.16)$$

yoki matritsaviy ko'rinishda

$$\mathbf{R} = 1/N * \mathbf{Z}^* \mathbf{Z}', \quad (9.17)$$

tarzida bo'lib, bundagi $\mathbf{Z} = [z_{ji}]$ - $n * N$ o'lchamli standartlashgan ma'lumotlar matritsasi, u N ta n o'lchamli kuzatuvdan iboratdir.

Standartlashgan parametrlar (va omillar) uchun, (9.4), omiliy tahlil modelining matritsaviy ko'rinishi:

$$\mathbf{z} = \mathbf{A} * \mathbf{f} + \mathbf{D} * \mathbf{u}, \quad (9.18)$$

yoki, barcha N ob'ektlar uchun

$$\mathbf{Z} = \mathbf{A} * \mathbf{F} + \mathbf{D} * \mathbf{U} \quad (9.19)$$

tarzida yozilishi mumkin;

$$\mathbf{Z} = \mathbf{Z}(n * N); \quad \mathbf{U} = \mathbf{U}(n * N).$$

Bundagi \mathbf{A} matritsa (9.6) shartni (teoremani) ham qanoatlantiradi.

Har bir ko'rsatkich z_j standartlashtirilgani uchun, uning dispersiyasi 1 ga teng:

$$s_{z_j}^2 = 1/N * \sum_{i=1}^N z_{ji}^2 = 1. \quad (9.20)$$

(9.18) yoki (9.4) ifodadagi har bir z_{ji} ning qiymatini bunga qo'ysak:

$$s_{z_j}^2 = 1 = \sum_{p=1}^m a_{jp}^2 + 2 * \sum_{p < q} a_{jp} * a_{jq} * f_{pq} + d_j^2, \quad (9.21)$$

bundagi

$$f_{pq} = 1/N * \sum_{i=1}^N F_{pi} F_{qi}, \quad (9.22)$$

bu - p va q umumiy omillar orasidagi korrelyatsiya koeffitsiyentlaridir (ya'ni, yuqoridagi \mathbf{F} matritsaning elementlaridir).

Omillar o'zaro korrelyatsiyaga ega bo'lmasa,

$$s_{zj}^2 = 1 = \sum_{p=1}^m a_{jp}^2 + d_j^2 = h_j^2 + d_j^2, \quad (9.23)$$

bu holda, har bir standartlashgan parametrlar dispersiyasi ikki asosiy qismdan: **umumiylik va xususiylikdan** iborat.

Shunday qilib, omillar koeffitsiyentlari matritsasi A ning har bir satri bo'yicha koeffitsiyentlar kvadratlari yig'indisi - ushbu j parametrlarning (ko'rsatkichning) umumiylikligiga:

$$h_j^2 = \sum_{p=1}^m a_{jp}^2 \quad (j=1 \div n), \quad (9.24)$$

va har bir ustun bo'yicha koeffitsiyentlar kvadratlari yig'indisi esa, p omilning ulushiga (hissasiga) tengdir:

$$V_p = \sum_{j=1}^n a_{jp}^2 \quad (p=1 \div m), \quad (9.25)$$

Bularning yig'indisi esa, barcha umumiy omillarning jami ulushini ko'rsatadi:

$$V = \sum_{p=1}^m V_p, \quad (9.26)$$

buning jami dispersiyaga (standartlashgan parametrlar holida n ga) nisbati "omillashtirishning to'liqligini" baholaydi:

$$r = V/n. \quad (9.27)$$

yoki, shuning o'zi, foizlarda:

$$r\% = V/n * 100\%. \quad (9.28)$$

Demak, (9.6) gipotezaga asoslangan, omillashtirish natijasini - (9.4) yoki (9.18) yoki (9.19) ifodalar tarzida ifodalash mumkin, omillashtirish darajasini esa, (9.27) yoki (9.28) ko'rsatkichlar baholaydi⁴

Amalda qo'llaniladigan omiliy tahlil usullari asosida turli matematik yondashuvlar yotadi. Ularni ikki guruhga bo'lish mumkin: ortogonal (o'zaro korrelyatsiyasiz) omillar va ortogonalmas (o'zaro korrelyatsiyaga ega) omillar sistemasiga olib keladigan usullar. Birinchi tur usullardan asosiysi - bosh omillar usulidir (BOU), u ortogonal va yagona yechim beradi.

Bosh omillar usuli (BOU) algoritmlari juda murakkab bo'lib, tartibi 10 va undan katta korrelyatsion matritsalar uchun hisoblarni kompyutersiz bajarish amalda mumkin emas. Lekin, bu usulning afzalligi - uning universalligida va omillarning tartiblashganligida, u istalgan, hatto, manfiy koeffitsiyentli korrelyatsion matritsalar uchun ham yaraydi. Yana bir xususiyati - birinchi bosh omildan boshqalari - bipolyardir, ya'ni ularning koeffitsiyentlarining taxminan yarmi manfiy ishoralidir. Bu esa - omilni "antonim" bilan ham atash imkonini beradi.

Demak, BOUda - yechim, yuqorida ko'rsatilgandek, barcha yechimlar uchun umumiy bo'lgan shartlarni [masalan, (9.7), (9.18)-shartlar] va yana qo'shimcha:

$$A^*A = \Lambda_m = \text{diag}(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m); \lambda_1 > \lambda_2 > \dots > \lambda_m, \quad (9.29)$$

shartni qanoatlantiradigan qilib olinadi⁵.

⁴ Mavjud dasturlarning har birida test-misol ko'zda tutilgan bo'lib, asosiy masalani yechishdan oldin, zarur bo'lsa, test-misolda uning ish tartibi bilan tanishish imkonini bor. Umuman ham, dasturlarning o'zida ham, yaxlit matritsalar va jadvallar bilan ish ko'rish o'ng'aydir. Konkret-sonli misollar, iqtisodiy o'sish bo'yicha yechilgan ba'zi masalalar keltiriladi.

⁵ Bosh omillar usuli bo'yicha hisoblash protsedurasi - xuddi bosh komponentalar usulidекidek, faqat, n ta emas, birinchi m ta omil ajratiladi. Boshqachasiga, bosh komponentalar usuli - bosh omillar usulining, m q n va barcha $d_j = 0$ uchun, xususiy holidek. Bosh komponentalar usulini qo'llaganda, tanlangan korrelyatsion matritsa diagonalida 1 ga teng bo'lgan sonlar, bosh omillar usulini qo'llaganda esa, diagonalda 1 dan kichik bo'lgan umumiyliklar, ya'ni har biri 1-d_j²

Umumiy omillarning standartlashgan ko'rsatkichlar dispersiyasidagi ulushi:
 $V_p = \lambda_p$ ($p=1 \div m$) - korrelyatsion matritsa R ning o'z xos qiymatlari ($O'XQ$) λ_p ga teng.

Ma'lumki, R korrelyatsion matritsaning $O'XQ$ va $O'XV$ lari spektral teoreмага binoan quyidagi shartga javob beradi:

$$R * Q = Q * \Lambda_m, \quad (9.30)$$

bu yerda Λ_m - diagonal matritsa, Q esa - ortogonal matritsa:

$$Q * Q = I(m * m). \quad (9.31)$$

Demak, $O'XV$ larni aniqlagandan keyin, bular asosida, omillar koeffitsiyentlari matritsasini quyidagi tarzda tuzsak, BOUga mos yechim olamiz:

$$A = Q * \Lambda_m^{1/2}, \quad (9.32)$$

chunki, o'zi

$$R = A * A' = Q * \Lambda_m^{1/2} * (Q * \Lambda_m^{1/2})' = Q * \Lambda_m * Q', \quad (9.33)$$

va demak, bu holda, (9.30) shart kabi, (9.7) shart ham, bajariladi (misol 9.3-jadvalda keltirilgan).

Shunday qilib, amalda BOU bilan yechim olishda, oldin tanlangan korrelyatsion matritsaning diagonalida 1 ga teng bo'lgan sonlar qaralib, bosh komponentalar yechimi (9.32) olinadi, keyin ulardan m tasi ajratilib, ($O'XQ$ lar, $\lambda_p > 1$ lar) uchun umumiyliklar aniqlanib, yana "omillashtiriladi" va h., to bu umumiyliklar (h_j^2) ma'lum aniqlikda "barqarorlashguncha". Iteratsiyalar natijasida - bosh omillar yechimi olinadi va nihoyat, zarur bo'lsa, oxirgi yechim "o'zgartirilib yoki, aniqrog'i, soddalashtirilib", uchinchi o'zgartirilgan yechim olinadi, masalan, varimaks-usul bilan.

Varimaks-usul - talqin etish osonroq bo'lgan o'zgartirilgan yechimlar olishning analitik usullaridan biridir. BOU - ortogonal omillarning yagona tizimini beradi va ularning "vaznlari" kamayish tartibida keladi. Lekin, shu bilan birga, mazmuniy jihatdan, oson va qulay "talqin etiluvchi" yechim ham qaralishi mumkin. Bunday "o'zgartirilgan sodda tarkibli" yechimlar olishning turli usullari bo'lib, kompyuterdan foydalanilganda eng qulayi - aniq mezonli analitik usuldir. Bunday mezonlardan biri - har bir parametr uchun omillar koeffitsiyentlari "kontrast" bo'lishi, ya'ni 0 va 1 ga yaqin koeffitsiyentlar ko'proq, oralik koeffitsiyentlar esa, kamroq bo'lishi talab qilinadi. Parametrlar standartlashtirilgani uchun, - buni "sodda tarkib qoidasi" tarzida ifodalash mumkin: imkoni bo'lsa, har bir parametrning "murakkabligi" birga teng bo'lsin, ya'ni har bir parametr faqat bitta (yoki bir necha) umumiy omil bilan ifodalansin. Albatta, bu - ideal hol.

Umuman, birlamchi (BOU bilan olingan) va o'zgartirilgan (varimaks) yechimlar o'zaro quyidagidek bog'langan. Ortogonal omillar uchun: (9.12) va (9.13)

$q h_j^2 < 1$ ga teng bo'lgan sonlar qaraladi. Shuning uchun, bularni birgalikda qo'llashning umumiy kompyuter dasturini tuzish mumkin. OT dasturi bosh komponentalarga mos yechimdan keyin, bosh omillarga mos yechimni beradi: buning uchun oddiy g'oya amalga oshirildi - parametrlar orasidagi korrelyatsiya koeffitsientlari matritsasining diagonalida 1 lar bilan bosh komponentalar, keyin ularning birinchi m tasiga mos, umumiyliklar olinib, iteratsiyalar natijasida, ularga mos bosh omillar ajratiladi. Keyin esa, oxirigiga mos o'zgartirilgan "soddaroq tarkibli" varimaks-yechim olinadi. Kvadrat R matritsaning o'z xos qiymatlari va o'z xos vektorlarini (X_q va X_V) topish uchun, [17] da ko'rsatilgan samarali usul asos qilib olindi. Umuman, bunday universal kompyuter dasturlarining bo'lishi - tezkor tahlilning "kichik industrial texnologiyasini" oson yo'lga qo'yish imkonini beradi.

shartlar va (9.14) shart ham bajarilgani uchun, har bir satrning o'zini-o'ziga ko'paytmasi, yoki bu holda, parametrlar umumiyliigi o'zgarmaydi:

$$\sum_{p=1}^m b_{jp}^2 = \sum_{p=1}^m a_{jp}^2 = h_j^2 \quad (j = 1 \div n). \quad (9.34)$$

Bu - ularning kvadratlari yig'indisi ham o'zgarmay qoladi degani:

$$\sum_{j=1}^n (\sum_{p=1}^m b_{jp}^2)^2 = \sum_{j=1}^n \sum_{p=1}^m b_{jp}^4 + 2 * \sum_{j=1}^n \sum_{p < q=1}^m b_{jp}^2 b_{jq}^2 = \text{const.} \quad (9.35)$$

Ikkita sonlar yig'indisining o'zgarmay qolishi, bulardan biri oshganda, ikkinchisining kamayishini bildiradi. Demak,

$$\sum_{j=1}^n \sum_{p=1}^m b_{jp}^4 = \max \quad (9.36) \sum_{jq1}^n$$

va

$$\sum_{j=1}^n \sum_{p < q=1}^m b_{jp}^2 * b_{jq}^2 = \min \quad (9.37) \sum_{jq1}^n$$

mezonlari aynan bir xildir.

Bulardan birinchisiga mos yechim - kvartimaks-yechim bo'lib, uni varimaks-yechimning xususiy holidek qarash mumkin [106]. Amalda, varimaks-mezonda koeffitsientlar umumiyliklarga nisbatan "vaznlashtiriladi":

$$\text{Var} = \sum_{p=1}^m \sum_{j=1}^n (b_{jp}/h_j)^4 - 1/n * \sum_{j=1}^n \sum_{p < q=1}^m (b_{jp}^2/h_j^2)^2 = \max. \quad (9.38)$$

Bu funksionalning qiymati yuqoridan cheklangandir, standartlashtirilgan ko'rsatkichlar uchun u doim n dan kichik. Shuning uchun, funksionalning izlanayotgan maksimal qiymati va unga mos yechim doim mavjuddir. Yechim iterativ tarzda izlanadi, har bir iteratsiyada omillarning faqat bir jufti qaraladi: 1 va 2, 1 va 3, ..., 1 va m; 2 va 3, ..., m-1 va m; jami m*(m-1)/2 ta juftlik qaraladi. Iteratsiyalar natijasida (9.38) mezon qiymati oshib boradi va oxiri u barqarorlashib, maksimumga erishadi. Iteratsiyalar, masalan, (9.38), $\text{Var}_i - \text{Var}_{i-1} \leq 10^{-7}$ bo'lganda, to'xtatiladi.

Varimaks-yechimning, oddiy tarkiblilikdan tashqari, yana bir afzalligi bor, u - "omillar invariantlilikga" egadir, ya'ni, masalan, parametrlar to'plami o'zgartirilgan holda ham, u - "general to'plam uchun barqaror" tarkibga egadir. Deylik, n-chi parametrdan boshqalari qoldirilib, uning o'miga yangi ko'rsatkich tahlilga kiritildi, oldingi ko'rsatkichlar uchun "tarkib" (1 va 0 lar joylashuvi) o'zgarmaydi. Qandaydir yangi turg'un va barqaror qonuniyatlar ochish uchun, buning amaliy jihatdan muhimligi - tushunarlidir.

Endi, omillar tahlilidagi ikkinchi muammoga qisqacha to'xtaymiz. "omiliy tahlilning to'g'ri (birlamchi) masalasining yechimi" asosida, "omiliy tahlil teskari (ikkilamchi) masalasining yechimi", ya'ni omillarni, indikatorlarni o'zining baholari qanday topiladi? Buni o'zaro korrelyatsiyasiz omillar sistemasi uchun umumiy tarzda qaraymiz.

Omillarning parametrlar orqali ifodasi:

$$F_p^b = \beta_{p1} * z_1 + \beta_{p2} * z_2 + \dots + \beta_{pn} * z_n \quad (p=1 \div m), \quad (9.39)$$

tarzida, yoki matritsaviy ko'rinishda:

$$f^b = B * z, \quad (9.40)$$

kabi bo'lib, f^b - omillarning baholangan qiymatlarining ustun-matritsasi; u - omillarning "qandaydir eng yaxshi baholaridan" iborat. Masalan, odatda qo'llaniladigan ma'lum eng kam kvadratlar (EKK) mezonni nuqtai nazaridan (9.39) ni standartlashtirilgan ko'rsatkichlar (va omillar) uchun β -regressiya tenglamalaridek qarash mumkin. Va, demak, odatdagidek, normal tenglamalar sistemasini yechib (β_{pj} larga nisbatan), bizga zarur bo'lgan (9.39) dagi koeffitsiyentlar qiymatlarini topamiz.

Bu hol uchun normal tenglamalar sistemasi matritsaviy ko'inishda quyidagidek bo'ladi:

$$R * \beta_p' = a_p, \quad (9.41)$$

bundagi β_p va a_p - p omilga mos koeffitsiyentlar ustunidir.

Barcha p lar uchun: $R * B' = A.$

Bundan: $B = A' * R^{-1} = (A' * A)^{-1} * A'.$ (9.42)

Demak, o'zaro korrelyatsiyaga egamas omillar sistemasi uchun, ma'lum eng kichik kvadratlar (EKKU) mezonni nuqtai nazaridan, eng yaxshi baholar, ya'ni β -koeffitsiyentlar, (9.42) formulaga binoan olinishi mumkin⁶.

Bu baholarning o'zining har bir omil uchun sifatini baholash uchun:

$$R_p^2 = r_{Fp}^2 = \beta_{p1} a_{1p} + \beta_{p2} a_{2p} + \dots + \beta_{pn} a_{np} \quad (9.43)$$

- ko'plik korrelyatsiya koeffitsiyentlari (KKK, ruscha KMK) ishlatilishi mumkin. Oxirgi ifodadagi har bir qo'shiluvchi, go'yo, har bir omillar jufti korrelyatsiyasi uchun har bir parametrning "ulushini yoki vaznini" ko'rsatadi (omiliy tahlil dasturlari yordamida konkret masalalar yechimlari va ularga mos omillar qiymatlari "baholari" ni olish mumkin).

Umuman, ijtimoiy-iqtisodiy masalalarni yechishda omiliy tahlil modellarini amalda tuzishning 6 ta bosqichini ajratishimiz mumkin⁷:

1. Omiliy tahlilning konkret modelini tanlash, unga mos yechim borligini aniqlash.

2. Modelning yagona ekanligini aniqlash.

3. Modelning tarkibiy koeffitsiyentlarini algoritmik hisoblash.

4. Koeffitsiyentlarni statistik baholash (OTning birlamchi masalasi).

5. Omillar qiymatlarini baholash (OTning ikkilamchi masalasi).

6. Model bilan bog'liq turli gipotezalarni tekshirish. Natijalarning talqini.

Omiliy tahlil bo'yicha tayyorlangan va sinalgan dasturlar oxirigidan boshqa, barchasini o'zi bajaradi. Shuning uchun, ularni batafsil izohlash shart bo'lmasa kerak. Natijalar, tayyor holda, to'g'ri talqinga kirishsa bo'ladigan jadval tarzida beriladi. O'zbekistonning iqtisodiy o'sishini ifodalovchi makroiijtimoiy-iqtisodiy ko'rsatkichlarning omiliy tahlili bo'yicha kompyuterda yechilgan masalalardan birining natijalari quyida keltiriladi⁸. O'zi, latent omiliy tahlil bo'yicha jami 12 ta masala yechilgan bo'lib, har bir masalaning natijalari 6 ta jadvalni o'z ichiga oladi. Masalalardan birinchisining natijalari quyidagi 9.1-9.5-jadvallarda, keltiriladi; ilovadagi masalalardan uchinchisi aholi jon boshiga olingan turmush darajasi ko'rsatkichlarning tahliliga mosdir. Uning natijalari ixcham tarzda O'zbekiston aholisining turmush darajasida oxirgi davrlarda kuzatilgan asosiy dinamik tendensiyalarni aks ettirsa, birinchisiiqtisodiy o'sishdagi asosiy tendensiyalarni aks

⁶ Omillarni to'liq baholash usuli deb ataladigan, bu usulni o'z ichiga oluvchi kompyuter dasturi

⁷ Amaliy bosqichlarni bunday ajratish biror manbada ham uchramadi. Aslida, amaliy jihatdan, bunda ham anqlik bo'lgani ma'qul.

⁸ Har bir "masala", uchta omiliy tahlil modelining koeffitsiyentlarini hisoblashni o'z ichiga olib, shunga mos jadvallarda ko'rsatilgan ko'rsatkichlarning konkret to'plamiga va ularning tahliliga mos keladi. Masalalarning natijalari BoshKOJ - bosh komponentalar va bosh omillar dasturi bo'yicha olingan bo'lib, dasturning J lik versiyasi natijalarni tayyor jadval tarzida olish va faylga yozish imkonini beradi. Buning esa, amalda, o'ta muhimligi va qulayligi tushinarlidir (chunki, m., juda ko'p sonlar-natijalarni "qo'lda ko'chirish" ancha vaqt oladi, xatoliklar qo'shilishi mumkin, keyin, ularni kompyuterda qaytadan terishga, yana "ikki ovara" bo'linadi).

ettiradi.

Masalan, 9.2-9.4-jadvallarda mos ravishda bosh komponentalar, bosh omillar usullari va varimaks-usul bilan olingan omiliy tahlilning O'zbekiston uchun konkret sonli modellari keltirilgan.

Ko'rinib turibdi, 9.2-9.4-jadvallardagi modellarda 2 ta omil 12 ta makroiqtisodiy ko'rsatkichlarning o'zgarishlarini, dinamikasini o'zida aks ettirib, shulardagi informatsiyani 90% dan ko'proq aniqlik bilan ko'rsatadi. Bular mos ravishda quyidagidek: komponentalar tahlili modelidagi 2 ta bosh komponentalarga (9.2-jadval) jami dispersiyaning 81,64 va 12,52 foizi (birgalikda 94,16%), omiliy tahlil modelidagi bosh omillarga (9.3-jadval) 81,12 va 12,13 foizi (birgalikda 93,25%), 9.4-jadvaldagi omillarga esa, mos ravishda, 73,12 va 20,13 foiz, birgalikda 93,25%, to'g'ri keladi.

O'zi, umuman, nominal qiymatlar uchun 9.1-jadvalda keltirilgan makroiqtisodiy ko'rsatkichlarning variatsiya koeffitsiyentlarini solishtirishdan ko'rinib turibdi: 5, 7, 3 va 11 ko'rsatkichlarning variatsiyalari ko'proqdir (mos ravishda, tovarlar va materiallar zaxiralarining o'zgarishi, qishloq xo'jaligida qo'shilgan qiymat, yalpi investitsiyalar, bozor almashuv kursi); eng kamlari esa, 12, 8, 9 va 4 dir (aholi soni, sanoatda qo'shilgan qiymat, qurilishda qo'shilgan qiymat yoki daromadlar, davlat xarajatlari). Bu - tushinarlidir. Bular yildan-yilga ko'p sakrab o'zgarmaydi. Masalan, nisbiy o'zgarishlari eng kam ko'rsatkich - aholi sonidir (Z_{12}). Ko'rsatkichlar variatsiyalarining qaralgan davrda aynan qandayligini va nisbatlarini - xuddi shu jadvalda keltirilgan koeffitsiyentlar aniqroq ko'rsatadi (9.1-jadvalga qarang).

Ushbu masalaga mos, lekin, pul ko'rsatkichlarining nominal (so'mdagi) emas, balki real (\$) qiymatlari uchun keltirilgan, variatsiya koeffitsiyentlarining tartibida esa, sal farq bor Bunda, variatsiyalari, nisbiy o'zgarishlari yuqori ko'rsatkichlar: 11, 10, 5 va 7 (mos ravishda, so'mning bozor almashuv kursi, rasmiy almashuv kursi, zaxiralarning o'zgarishi, QXdagi qo'shilgan qiymat); eng kamlari esa, 12, 8, 2 va 9 dir (aholi soni, sanoatda qo'shilgan qiymat yoki daromadlar, aholi iste'moli, qurilishda qo'shilgan qiymat).

Ko'rsatkichlarni, ularning dinamikada o'zgarishidagi umumiylik (o'xshashlik yoki farqlar) tomonidan solishtirsak (bu jihatdan 9.2-9.4-jadvallardagi omiliy tahlilning barcha yechimlari deyarli bir xil natijalarni ko'rsatadi), umumiyliги kam (demak, xususiyliги ko'proq) ko'rsatkichlar, bu: 7, 12 va 11 lardir. Bular, mos ravishda: QXdagi qo'shilgan qiymat (jami daromadlar), mln. so'm; aholi soni, mln. kishi va bozor almashuv kursi, so'm / \$. Bundan xulosa shuki, ushbu ko'rsatkichlarning dinamikasi boshqalaridan biroz farq qilib, bular "o'z dinamik xususiyatlariga" ega.

Keltirilgan uchta yechim ham deyarli bir xil xulosalarga olib keladi; bu holda omiliy tahlil usullari nuqtai nazaridan ularning farqi kam. Lekin, nominal (9.2-9.4-jadvallardagi) va real qiymatlar bo'yicha yechimlar keskin farq qiladi, hatto, asosiy omillar soni ham boshqacha: nominal qiymatlar uchun ikkita, real qiymatlar uchun uchta asosiy omil-tendensiya aniq ajralib ko'rinadi.

Omiliy tahlil natijalarining talqini qoidalariga muvofiq, omillar koeffitsiyentlari yoki vaznlari qiymatlari 0 va 1 oralikda, go'yo uchta intervalga

bo'lib, qarash kerak. Bu holda - 0,35 ga mos va undan katta koeffitsiyentlar statistik "sezilarli" (masalan, 0,7 dan kattalari ancha sezilarli, qolganlari "o'rtacha"), 0,35 dan kichiklari esa, "sezilarlimasdir".

Ana shu nuqtai nazardan, ya'ni statistik sezilarli bog'lanishlar jihatidan, uchta modelda ham birinchi omil (K_1 , F_1 va W_1) - "umumiy iqtisodiy o'sish indikatoriga" mos bo'lib, qaralgan barcha ko'rsatkichlarning (YalM, aholi iste'moli, davlat sarflari va b.) ko'rilgan davrda deyarli bir xil dinamika bilan o'sayotganligini ko'rsatadi (faqat z_5 , z_3 , z_7 ko'rsatkichlar istisno. Bular, mos ravishda, zaxiralarning o'zgarishi, yalpi investitsiyalar, qishloq xo'jaligida qo'shilgan qiymat, ya'ni daromadlardir. Ikkinchi omil (K_2 , F_2) - tovarlar va materiallar zaxiralarning o'zgarishi, mln. so'm (z_5); yalpi investitsiyalar, mln. so'm (z_3) va QXd qo'shilgan qiymat, mln. so'm (z_7) - "mavsumiy yoki davriy" o'zgarishga moyil ko'rsatkichlar bilan bog'liq va ularga mosdir. Buni, shartli, shunga mos "siklik komponenta" deymiz.

Har bir masalada uchinchi modeldagi varimaks-omillar - statistik yetarli baholarga ega bo'lib, ko'rsatkichlar o'zgarishini tabiiyroq "guruhlaydi va izohlaydi". Birinchi masalaning 9.4-jadvaldagi ikkinchi omil (W_2) oldingilardan ancha farq qiladi (K_2 va F_2 dan). U, oldingi modellardagidek, birinchi galda, z_5 - tovarlar va materiallar zaxiralarning o'zgarishi bilan bog'liq ("vazni" $a_{52} = 0,972$), lekin u bilan bog'liq boshqa ko'rsatkichlarning tarkibi butunlay boshqachadir. Bu modelda, ko'rsatkichlar sal "boshqa aspektda" guruhlanadi (9.4-jadval): z_5 , z_3 (koeffitsiyentlari - musbat); z_4 , z_9 , z_{10} , z_{11} , z_{12} , z_8 , z_2 (koeffitsiyentlari - manfiy). Asosiy bo'lmasa ham yana bir tendensiya: z_5 , z_3 ko'rsatkichlar yuqori bo'lgan davrda, z_4 , z_9 , z_{10} , z_{11} , z_{12} , z_8 , z_2 ko'rsatkichlar qiymatining pastroq bo'lishi va aksi kuzatiladi. Ya'ni, davlat (va notijoriy tashkilotlar) xarajatlari (z_4), qurilishda qo'shilgan qiymat (daromadlar, z_9), rasmiy va tijoriy almashuv kurslari (z_{11} , z_{12}) va uy xo'jaliklari iste'moli oshgan davrda, tovarlar va materiallar zaxiralarning (z_5) va yalpi investitsiyalarning (z_3 , mln. so'm) kamayishi kuzatiladi va aksi.

Pul ko'rsatkichlari dollarda baholangan hol uchun ham, ko'rsatkichlar 3 ta guruhga yoki turga aniq ajratiladi: 1) 1, 2, 4, 6-8 ko'rsatkichlar, ya'ni, faqat "umumiy IO' indikator" F_1 bilan bog'liq - vaqt davomida barqaror o'sishi kuzatilayotgan ko'rsatkichlar (nomlari jadvalning o'zida keltirilgan); 2) 10, 11, 12 - faqat F_2 bilan bog'liq ko'rsatkichlar va 3) 5 - faqat F_3 bilan bog'liq. Yana 3 va 9 ko'rsatkichlarning o'zgarishlari xarakteri sal boshqacha ekanligi ham ko'zga tashlanadi. Bu ko'rsatkichlar, boshqalaridan farqli, bir vaqtning o'zida ikkita omil: F_1 va F_3 bilan bog'liq, ya'ni ularning tabiati "murakkabroq". Ushbu ko'rsatkichlardan, z_3 - yalpi investitsiyalarning va z_{12} - qurilish ishlari hajmining va u bilan bog'langan ko'rsatkichlarning o'zaro bog'liqligi va vaqt davomida o'zgarishlarining o'xshashligi va qarama-qarshi ishoraliigi ham tushinarlidir. Sanoat ko'rsatkichi dinamikasi ham (z_8) alohida tendensiyaga ega, uning va davlat sarflarining umumiyliigi va vaznlari kamroq. Bu - uning umumiy tendensiyadan boshqacharoq o'zgarish tendensiyasiga ega ekanligini ham ko'rsatadi. Davlat sarflarining nisbiy avtonomligi va uning makrodarajada qabul qilinadigan qarorlar bilan bog'liqligiga o'xshash, sanoat ko'rsatkichining qaralgan davrda o'sishi ham yana boshqa omillarga nisbatan ko'proq bog'liq bo'lgan.

Ko'rsatkichlarni o'zining o'zgarishlarini omillar asosida bunday guruhlash,

boshqa usullardan kamroq vaqt talab qiladi va aniq “asosga” egadir; “dinamik o’xshashlikning” yoki “farqning” sababi aynan kam sonli asosiy omillar bilan izohlanadi.

Bu modeldagi omillarni o’zining nomi va tabiatiga kelsak (masalan, “real qiymatlar uchun”), ularga quyidagilar mos:

F_1 - “umumiy intensiv o’sish indikator (ishlab chiqarish darajasining nisbiy oshishi, yoki “umumiy taklif oshishining indikator”);

F_2 - “umumiy ekstensiv o’sish indikator (yoki “umumiy talab oshishining indikator”);

F_3 - “sikiik yoki davriy, mavsumiy o’zgarishlar (jarayonlar)”. Bularning birlamchi ko’rsatkichlar bilan bog’lanishlari xarakteri ushbu jadvalning o’zidan yaxshi ko’rinib turibdi, masalan, F_3 omil Z_3 ko’rsatkich bilan judayam yaqindan bog’liq.

Har bir omilning, indikatorning har bir davrdagi (kvartaldagi) qiymati, uning va u bilan yaqin bog’langan (koeffitsiyenti, vazni yuqori va 1 ga yaqin) ko’rsatkichlarning ham shu davrdagi umumiy darajasini ko’rsatadi. Masalan, ushbu qiymatlarga qarab, ushbu omil bilan bog’liq ko’rsatkichlarning eng ko’p o’zgarishi qachonga, qaysi davrga to’g’ri kelishini, qachon ko’proq, kamroq va barqarorroq bo’lganini aytish qiyinmas.

Shuningdek, omillar qiymatlariga asoslanib, kuzatuvlar (ob’ektlar) ham oson guruhlanadi. Ushbu holda kuzatuvlar yil chorakliklari (kvartallar) bo’yicha bo’lgani uchun, ob’ektlarni guruhlashni, konkretrroq, o’xshash va farqli “davrlarni ajratish masalasi” (“zadacha periodizatsii”) kabi qarash mumkin. Buni omillar qiymatlari dinamikasi kekirilgan jadvalga (masalan, 9.5-jadval) qarab ham sezish qiyinmas.

Xususan, qiziq bir qonuniyat seziladi: 9.5-jadvalda ikkinchi omilga to’g’ri kelgan siklik komponentaning qiymati har bir yilning uchinchi choragida (III-IV-kvartalda) yuqoriroq va birinchisida (I-II-kvartalda) nisbatan pastroq bo’lib, bu “mavsumiylik omilining” roli anchaligini ham ko’rsatadi.

Masala 1. Iqtisodiy o’sish ko’rsatkichlarining (12 ta) nominal qiymatlarining tahlili

Jadval 9.1. Omiliy tahlil (OT) modellarida qaralgan asosiy makroiqtisodiy ko’rsatkichlarning o’rtachalari va variatsiyalari

№	Ko’rsatkichning nomi	O’rtachasi	Stardart qiymati	Variatsiya effitsiyenti
1	YalM, Q_0 , mln. so’m	392514,435	314508,690	0,8013
2	Uy xo’jaliklari iste’moli, C_0 , mln. so’m	243968,508	196417,626	0,8051
3	Yalpi investitsiyalar, I_0 , mln. so’m	63399,308	69883,394	1,1023
4	Davlat xarajatlari, G_0 , mln. so’m	83869,427	65425,894	0,7801
5	Tovarlar va materiallar zakira-larining o’zgarishi, mln. so’m	-52287,819	-71220,677	1,3621
6	Jami qo’shilgan qiymat, Y_0 , mln. so’m	338845,262	278066,776	0,8206
7	Jumladan, QX , mln. so’m	105128,523	115511,075	1,0988
8	Sanoat, mln. so’m	59357,873	42616,794	0,7180

9	Qurilish, mln. so'm	27034,462	19844,411	0,7340
10	Rasmiy almashuv kursi, so'm / \$	117,585	98,967	0,8417
11	Bozor almashuv kursi, so'm / \$	340,269	315,928	0,9285
12	Aholi soni, mln. kishi	23,902	0,738	0,0309

O'zbekiston bo'yicha. 1.1995-II.2001 chorakliklar ma'lumotlari asosida; nominal qiymatlar, mln. so'mda. Jami 26 ta kvartal qaraladi ($N=26$; $n=12$) Variatsiya koeffitsiyentlarini salishtirishdan, ko'rinib turibdi, shu davrda eng kam o'zgarish (variatsiya) aholi soniga, eng ko'pi esa, tovarlar va materiallar zaxiralarning o'zgarishiga, yalpi investitsiyalarga. QXda qo'shilgan qiymatga va valyutaning bazor kursiga, to'g'ri keladi. Manba. [21], [92], [97].

Jadval 9.2. Bosh komponentlarning koeffitsiyentlari (vazlari)

Tartib №	omi	komponenta κ_1	komponenta κ_2	umumiylik
z_1	YalM, Q_n , mln. so'm	0,9896	0,1352	0,9975
z_2	Uy xo'jaliklari iste'moli, C_n , mln. so'm	0,9970	0,0175	0,9943
z_3	Yalpi investitsiyalar, I_n , mln. so'm	0,7604	0,6285	0,9732
z_4	Davlat xarajatlari, G_n , mln. so'm	0,9605	-0,0987	0,9324
z_5	Tovarlar va materiallar zaxiralarning o'zgarishi, mln. so'm	-0,3916	0,8989	0,9613
z_6	Jami qo'shilgan qiymat, Y_n , mln. so'm	0,9825	0,1671	0,9932
z_7	Jumladan, QX, mln. so'm	0,8488	0,3543	0,8460
z_8	Sanoat, mln. so'm	0,9770	-0,0164	0,9548
z_9	Qurilish, mln. so'm	0,9616	-0,1759	0,9557
z_{10}	Rasmiy almashuv kursi, so'm / \$	0,9423	-0,1759	0,9189
z_{11}	Bozor almashuv kursi, so'm / \$	0,9399	-0,1154	0,8968
z_{12}	Aholi soni, mln. kishi	0,9129	-0,2060	0,8758
V_1	Omllarning jami "vaznlari", shular, foizda	9,7971 81,64	1,5026 12,52	11,2997 94,16

O'zbekiston uchun, choraklik ma'lumotlar asosida; 1.1995-II.2001 kvartallar (26 ta).

Jadval 9.3. Bosh omillarning koeffitsiyentlari (vaznlari)

T №	Nomi	Omil F_1	Omil F_2	Umumiylik h_i^2
z_1	YalM, Q_n , mln. so'm	0,9894	0,1349	0,9972
z_2	Uy xo'jaliklari iste'moli, C_n , mln. so'm	0,9993	0,0161	0,9988
z_3	Yalpi investitsiyalar, I_n , mln. so'm	0,7607	0,6269	0,9716
z_4	Davlat xarajatlari, G_n , mln. so'm	0,9566	-0,0993	0,9250
z_5	Tovarlar va materiallar zaxiralarning o'zgarishi, mln. so'm	-0,3910	0,8919	0,9484
z_6	Jami qo'shilgan qiymat, Y_n , mln. so'm	0,9847	0,1667	0,9973
z_7	Jumladan, QX, mln. so'm	0,8381	0,3201	0,8048
z_8	Sanoat, mln. so'm	0,9754	-0,0151	0,9515
z_9	Qurilish, mln. so'm	0,9600	-0,1760	0,9526
z_{10}	Rasmiy almashuv kursi, so'm / \$	0,9373	-0,1690	0,9070
z_{11}	Bozor almashuv kursi, so'm / \$	0,9327	-0,1078	0,8816
z_{12}	Aholi soni, mln. kishi	0,9039	-0,1915	0,8538
V_1	Omllarning jami "vaznlari", shular, foizda	9,7346 81,12	1,4552 12,13	11,1898 93,25

O'zbekiston uchun, choraklik ma'lumotlar asosida; 1.1995-II.2001 kvartallar (26 ta).

Jadval 9.4. Varimaks-omillar koeffitsiyentlari

T №	Nomi	Omil W_1	Omil W_2	Umumiylik h_i^2
z_1	YalM, Q_n , mln. so'm	0,9762	-0,2101	0,9972
z_2	Uy xo'jaliklari iste'moli, C_n , mln. so'm	0,9451	-0,3251	0,9988
z_3	Yalpi investitsiyalar, I_n , mln. so'm	0,9287	0,3304	0,9716
z_4	Davlat xarajatlari, G_n , mln. so'm	0,8656	-0,4192	0,9250
z_5	Tovarlar va materiallar zaxiralarning o'zgarishi, mln. so'm	-0,0639	0,9718	0,9484
z_6	Jami qo'shilgan qiymat, Y_n , mln. so'm	0,9826	-0,1785	0,9973
z_7	Jumladan, QX, mln. so'm	0,8970	0,0156	0,8048

Z_9	Sanoat, mln. so'm	0,9119	-0,3463	0,9515	
Z_9	Qurilish, mln. so'm	0,8427	-0,4924	0,9526	
Z_{10}	Rasmiy almashuv kursi, so'm / \$	0,8237	-0,4781	0,9070	
Z_{11}	Bozor almashuv kursi, so'm / \$		0,8403	-0,4190	0,8816
Z_{12}	Aholi soni, mln. kishi	0,7847	-0,4879	0,8538	
V_1	Omillarining jami "vaznlari", shular, foizda	8,7741	2,4157	11,1898	
		73,12	20,13	93,25	

O'zbekiston uchun, choraklik ma'lumotlar asosida: 1.1995-II 2001 kvartallar (26 ia).

Jadval 9.5. Omillar baholarining dinamikada o'zgarish xarakteri

Davr	Komponenta K_1	Komponenta K_2	Omil F_1	Omil F_2	Omil W_1	Omil W_2
1995 I	-1,213	0,262	-1,078	0,292	-0,899	0,646
II	-1,130	0,189	-1,008	0,216	-0,860	0,549
III	-1,022	0,567	-0,872	0,603	-0,596	0,873
IV	-0,949	0,239	-0,837	0,261	-0,686	0,534
1996 I	-1,019	0,162	-0,907	0,190	-0,775	0,490
II	-0,914	-0,033	-0,821	-0,013	-0,766	0,267
III	-0,762	0,445	-0,643	0,474	-0,429	0,671
IV	-0,648	0,229	-0,561	0,250	-0,432	0,430
1997 I	-0,739	-0,159	-0,683	-0,145	-0,685	0,094
II	-0,624	-0,174	-0,573	-0,163	-0,588	0,039
III	-0,288	0,603	-0,186	0,627	0,051	0,661
IV	-0,284	-0,233	-0,315	-0,251	-0,387	-0,131
1998 I	-0,520	-0,177	-0,490	-0,164	-0,512	0,010
II	-0,326	-0,916	-0,372	-0,942	-0,677	-0,772
III	0,096	0,362	0,117	0,365	0,237	0,308
IV	0,240	0,341	0,241	0,345	0,345	0,248
1999 I	-0,168	-0,416	-0,184	-0,410	-0,314	-0,329
II	0,199	-1,610	0,043	-1,672	-0,549	-1,611
III	0,679	0,299	0,637	0,282	0,689	0,053
IV	1,103	2,210	1,208	2,273	1,926	1,758
2000 I	0,335	-0,303	0,285	-0,294	0,164	-0,379
II	0,833	-1,237	0,640	-1,295	0,136	-1,454
III	1,667	-0,604	1,445	-0,693	1,093	-1,153
IV	2,283	2,674	2,273	2,716	3,065	1,821
2001 I	1,188	-0,507	1,048	-0,512	0,797	-0,846
II	1,984	-2,215	1,594	-2,341	0,652	-2,777

Qisqa xulosalar

O'rganilayotgan ob'ektlar (davrlar) bo'yicha ijtimoiy-iqtisodiy ma'lumotlar va ko'rsatkichlar odatda matritsa (jadval) ko'rinishida qaraladi. Ularni va ko'rsatkichlar orasidagi bog'lanishlarni, ularga ta'sir etuvchi umumiy "sabablar va omillarni" bilish va baholash kerak bo'ladi.

Omiliy tahlil (latent omillar tahlili) - kuzatilgan ko'rsatkichlarni (X_j larni), soni ulardan ancha kam bo'lgan, umumiy omillarning (F_p lar) chiziqli kombinatsiyasi kabi ifodalash imkonini beradi.

Ko'p ko'rsatkichlarni oz sonli omillar yordamida oddiy ifodalashning oddiy modeli chiziqli modeldir. Bularning ikki asosiy turi bor: (9.1) va (9.2). bu modellardagi koeffitsiyentlarning ma'nosi omillarning "ulushi" yoki "hissasi", "ta'siri" yoki "vaznini" bildiradi: (9.3).

Omiliy tahlil modelidagi umumiy omillar (F_p) ko'rsatkichlar orasidagi korrelyatsiyani "g'isobga oladi" va shu bilan birga dispersiyaning asosiy qismini "izohlaydi": (9.4).

Omiliy tahlil modeli koeffitsiyentlarini baholashning usullari ko'p bo'lib, kompyuterdan foydalanish imkoniyati bo'lganda, bosh omillar usuli (BOU) o'ng'aydir.

Matematik nuqtai nazardan omiliy tahlilning maqsadi - omillarga mos ustunlari soni (m), parametrlarga (ko'rsatkichlarga) mos satrlar sonidan (n) ancha kam bo'lgan $A[n \times m]$, omillar vaznlari matritsasini - topishdan iborat bo'lib, u tanlangan to'plam uchun parametrlar orasidagi korrelyatsiyalar koeffitsiyentlarini zarur aniqlik bilan tiklash imkonini berishi kerak: (9.6).

Agar korrelyatsiyalar matritsasi $R(n \times n)$ ni, o'lchamlari undan ancha kichik bo'lgan A matritsa yordamida "tiklash" mumkin bo'lsa, bu qandaydir "tendensiya" yoki statistik ma'nodagi "qonuniyat" ochilganini bildiradi.

Omiliy tahlil modellarini tuzishda ko'rsatkichlarning tabiiy o'lchov birliklaridan (X_{ji}) "standartlashgan" o'lchov birliklariga (Z_{ji}) o'tish quyuldir: (9.15).

Omillar koeffitsiyentlari (vaznlari, a_{jp}) - omil va ko'rsatkich orasidagi korrelyatsiyani, ularning kvadratlari ushbu omilning ushbu ko'rsatkich variatsiyasiga qo'shgan "ulushini" bildiradi. A matritsaning satri bo'yicha bularning yig'indisi - ushbu j parametrlarning (ko'rsatkichning) umumiylikiga teng: (9.24). A matritsaning har bir ustuni bo'yicha koeffitsiyentlar kvadratlari yig'indisi esa, p omilning ulushiga (hissasiga) tengdir: (9.25)

Barcha umumiy omillarning jami ulushi omillashtirish darajasini bildiradi: (9.27).

Omillar tahlilidagi ikkinchi muammo "birlamchi masalasining yechimi" asosida, "ikkilamchi masalasining yechimi"ni topishdir. Bu - (2.40), (2.42) kabi.

Omiliy tahlil modellarini amalda tuzish yuqorida sanalgan 6 ta bosqichdan iborat:

Omiliy tahlil bo'yicha sinalgan dasturlar oxirigidan boshqa, barcha ishlarni o'zi bajaradi va natijalarni jadval tarzida beradi.

O'zbekistonning mustaqillik yillaridagi iqtisodiy o'sishini ifodalovchi makroiqtisodiy-iqtisodiy ko'rsatkichlarning omiliy tahlili bo'yicha kompyuterda yechilgan ba'zi masalalarning sonli natijalari keltirildi. Bular O'zbekistonning iqtisodiy o'sishidagi va aholi turmush darajasidagi asosiy tendensiyalarni aks ettiradi.

Statistik sezilarli bog'lanishlar jihatidan, uchta modelda ham birinchi omil (K_1 , F_1 va W_1) - "umumiy iqtisodiy o'sish indikatoriga" mos. Ko'rsatkichlar (YaIM, aholi iste'moli, davlat sarflari va b.) ko'rilgan davrda deyarli bir xil dinamika bilan o'smoqda (faqat z_5 , z_3 , z_7 ko'rsatkichlar istisno, bular, zaxiralarning o'zgarishi, yalpi investitsiyalar, qishloq xo'jaligidagi daromadlardir). Ikkinchi omil (K_2 , F_2) - "mavsumiy" (davriy) o'zgarishga mos "siklik komponenta"dir.

Siklik komponentaning qiymati har bir yilning uchinchi choragida (III-IV-kvartalda) yuqoriroq va birinchisida (I-II-kvartalda) nisbatan pastroqdir.

har bir omilning, indikatorning har bir davrdagi (kvartaldagi) qiymati, uning va u bilan yaqin bog'langan (koeffitsiyenti, vazni yuqori va 1 ga yaqin) ko'rsatkichlarning ham shu davrdagi umumiy darajasini ko'rsatadi.

Iste'mol modellarini amalda, absolyut qiymatlarda (butun aholi uchun) va nisbiy qiymatlarda (aholi jon boshiga yoki bitta oila uchun); ko'rsatkichlarning nominal va real qiymatlari uchun tuzish mumkin. O'zbekiston uchun biroz modellar

ko'effitsiyentlarining amaldagi qiymatlari yillik va choraklik ma'lumotlar asosida baholandi (hisoblarda ishlatilgan KORT.pas - ko'p omilli regression tahlil dasturi masalalar "seriyasini" ketma-ket yechish imkonini beradi)⁹.

Iste'mol va jamg'armalarning har bir modellari guruhi (turi) uchun, modellarning tartibi quyidagidek.

1. Jami aholi uchun.
2. Bitta o'rtacha oila uchun.
3. Aholi jon boshiga.
4. Aholi qo'lidagi daromadlarning nominal qiymatlari uchun.
5. O'rtacha bitta oilaning qo'ldagi daromadlarining nominal qiymatlari uchun.
6. Jon boshiga qo'ldagi daromadlar nominal qiymatlari uchun (o'rtacha 1 kishiga daromadlar minus soliqlardek).

Barcha modellarning, hatto, oddiyalarining ham, statistik xarakteristikalar yomon emas va deyarli bir xildir (xarakteristikalar farqi statistik sezilarmas), lekin, agar bu oddiyroq modellar guruhlarini qandaydir tartiblashtirsa, "statistik jihatdan" quyidagi ketma-ketlik o'rinalidir: 1) 13, 14, 15, 16, 17 va 18; 2) 10, 7, 12, 11, 8 va 9; 3) 2, 1, 3, 6, 4 va 5. Amaliy muhimligi va informativligi jihatidan esa: 1) 18, 17, 16; 15, 14, 13; 2) 12, 11, 10; 9, 8, 7; 3) 6, 5, 4; 3, 2 va 1 (minimal to'plam: 18, 17, 16; 12, 11, 10-modellar).

Jami aholining real iste'molining bashorati uchun (C_{t+1}) 13 va 16-modellar; oilaning real iste'moli uchun (c_{t+1}) 14 va 17-modellar; jon boshiga real iste'mol uchun esa, 15 va 18 modellar qulay. Xuddi shu mulohazalar - mos ravishda, jamg'armalar modellari uchun ham o'rinalidir.

Nazorat va muhokama uchun savollar.

1. Ko'rsatkichlarning variatsiya ko'effitsiyentlari va ular orasidagi korrelyatsiya ko'effitsiyentlarining ma'nosini izohlang.
2. Komponentalar tahlili, bosh komponentalar usuli, omillar tahlili, bosh omillar usuli xususiyatlari qanday va bularning farqi nimadan iborat?
3. Omillar tahlili modellarini tuzishning tartibi (bosqichlari) qanday?
4. Omiliy tahlil modelidagi ko'effitsiyentlar nimani bildiradi?
5. Ko'effitsiyentlarning qaysi qiymatlariga "kuchli", "o'rtacha" va "statistik sezitlarli emas" bog'lanishlar mos keladi?
6. O'zbekiston iqtisodiy o'sish ko'rsatkichlarining omiliy tahlili nimani bildiradi?
7. Iste'mol ko'rsatkichi, aholining iste'molga sarflarini qanday baholash mumkin?
8. O'zbekiston uchun iste'mol va jamg'armalar ekonometrik modellarining asosiy turlari qanday?
9. Investitsion sarflar modellari bo'yicha natijalar nimani ko'rsatadi?
10. O'zbekiston uchun iqtisodiy o'sishning oddiy modellari va ular bo'yicha natijalar qanday?

⁹So'mlardagi ko'rsatkichlar va qiymatlarni. qisqalik uchun, nominal, dollarda (\$ da) baholanganlarini esa, real qiymatlar deymiz.

Asosiy adabiyotlar.

1. Эконометрика. Учебник. /под ред. проф. И.И.Елисейевой. -М.: Финансы и статистика, 2004.
2. Захарченко А.И. Бизнес статистика и прогнозирование в MS Excel. -М.: Изд. дом. «Вильямс», 2004.
3. Горбунов В.К Математическая модель потребительского спроса.Теория и прикладной потенциал. М.: Экономика, 2004.-174с.

Internet saytlar

1. www.ecsocman.edu.ru - Rossiya Federatsiya oliy o'quv yurtlarida o'qitilayotgan fanlar bo'yicha o'quv-uslubiy komplekslar.
2. www.icsti.ru – ilmiy va texnik axborotlar halqaro markazining serveri. Turli bilimlar sohasi bo'yicha ma'lumotlar bazasiga kirish imkoniyatini va chet el miliy hamda halqaro EHM tarmoqlariga kirishni ta'minlaydi.
3. sunny.ccas.ruG'library.html – Jahon kutubxonalari serveri. 45ta mamlakatning 1000 ortiq kutubxonalari kirishni ta'minlaydi.
4. www.edu.ru – Rossiya Federatsiyasining Ta'lim portali. Ushbu portal Rossiyadagi barcha Oliy o'quv yurtlarining saytlariga kirishni ta'minlaydi.
5. www.msu.ru – MDU serveri. Fanlar bo'yicha namunaviy, ishchi dasturlari, elektron adabiyotlarni olishni ta'minlaydi.

10-Bob. Korrelyatsion va regression tahlilning ekonometrik modellashtirishda qo'llanilishi.

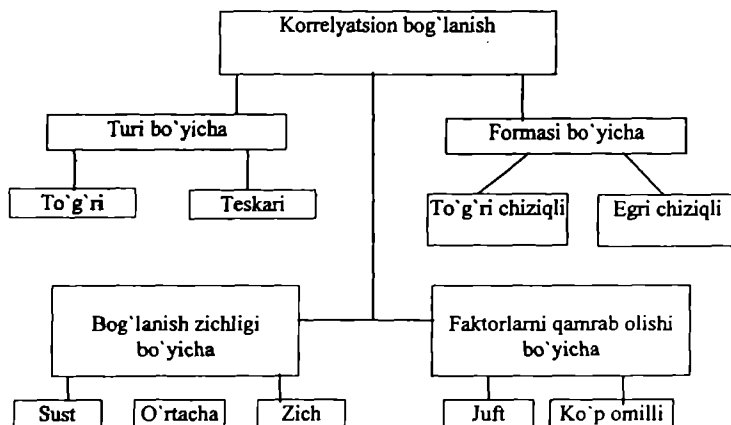
10.1.Hodisalar o'rtasidagi bog'lanishni aniqlash usullari.

Umumlashgan katta sonni tahlil qilish va konkret kuzatishda u yoki bu qonuniyatlarni aniqlash zaruriyatlari ko'pgina iqtisodiy tadqiqotlarning xarakterli xususiyati hisoblanadi. Real borlikda hech bir iqtisodiy zarurat bevosita sof holda namoyon bo'lmaydi.

Bir qiymatli o'zgartirish boshqasining o'rtacha qiymatining o'zgarishiga olib keladigan hollarda bog'lanishni o'rganish katta qiziqish uyg'otadi. Mana shunday bog'lanishga korrelyatsion bog'lanish deyiladi. Korrelyatsiyani tahlil qilishdan maqsad hodisalar o'rtasidagi bog'lanishning zichligini o'rganishdir. Bog'lanishlar o'z mohiyatiga ko'ra, sodda va murakkab bo'lishi mumkin. Ijtimoiy hodisalar, shu jumladan iqtisodiy hodisalar odatda murakkab bog'lanishga ega bo'ladi.

Korrelyatsion tahlil – hodisalar o'rtasidagi bog'lanishni aniqlaydigan usullaridan biri hisoblanadi. Lekin faqat korrelyatsion tahlil bog'lanishning zichligi haqida oddiy baho bera oladi. bu holat iqtisodiy tadqiqotlarda korrelyatsion tahlilni keng qo'llash imkoniyatini beradi. Korrelyatsion tahlil haqida gapirganda, regression tahlilni unutmaslik kerak. Regression tahlil hodisalar o'rtasidagi bog'lanishning statistik tahlil usuli bo'lib, bog'lanish formalarini tahlil qiladi. Regression tahlil natijalari regressiya tenglamalari va koeffitsiyentlarida sifat ifodasiga ega.

Korrelyatsion va regression tahlilning samaradorligini ko'pgina muammolarning hal qilinishiga bog'liq bo'ladi. Korrelyatsion va regression tahlil qilishdan oldin o'rganilayotgan hodisalar o'rtasida bog'lanish har tomonlama sinchiklab tahlil qilinishi lozim. Haqiqatan ham bog'lanish mavjud bo'lsa, korrelyatsion va regression tahlil usulidan foydalanish hamda real ahamiyatiga ega bo'lgan natijalarni olish mumkin bo'ladi.



Korrelyatsion tahlilning birinchi vazifasi korrelyatsion bog'lanish formalari, ya'ni regressiya funksiyasi ko'rinishlarini (chiziqli, darajali, logarifmik va x.k.) aniqlashdan iborat. Bog'lanish formalari tanlash regressiya tahlili va tanlanayotgan funksiya haqidagi ma'lum gipotezalarni ishlab chiqish va tahlil qilishdan boshlanadi. Regressiyalarni tenglashtirish korrelyatsion modellarning tarkibiy qismi bo'lib, uni to'g'ri tanlay bilish modellashning eng mas'uliyatli bosqichi hisoblanadi.

Tahlil vaqtida garchi bir tanlangan formaning to'g'riligini baholashning ba'zi bir usullari ishlab chiqilgan bo'lsa ham bog'lanish formasini tanlay bilish juda muhim hisoblanadi. Iqtisodiy hodisalar o'rtasidagi bog'lanishlarning murakkabligi ko'pincha mavjud hodisalar butun kompleksini tahlil bilan qamrab olish mumkin bo'lmagan holatni keltirib chiqaradi. Regressiyalarni konkret tenglashtirish har doim ma'lum darajada abstraktlash asosida ko'riladi. Regressiya tenglamalarini ko'rish hodisalar o'rtasidagi bog'lanish konkret formasini aniqlashda gipotetik eksperiment hisoblanadi.

10.2. Korrelyatsion modelni tuzish bosqichlari.

Korrelyatsion modelni tuzish quyidagi bosqichlardan iborat:

1. Masalaning qo'yilishi va statistik ko'rsatkichlarini isbotlash.
2. Statistik ma'lumotlarni to'plash va ularni birlamchi qayta ishlash.
3. Juft bog'lanishlarni o'rganish.
4. Bog'lanish shakllarini tanlash va regressiya tenglamalari parametrlarini aniqlash.
5. Masalaning echish natijalarini statistik baholash va modelning iqtisodiy ma'nosi.

Korrelyatsion model tuzishning birinchi bosqichida tekshirish maqsadi shakllanadi, natijaviy va omilli alomatlar tanlanadi, boshlang'ich axborotni olish usuli haqidagi masala hal qilinadi va hokazolar.

Omilli alomatlar tanlash sabablari bilan aniqlanadi. Bu sabablarga hodisalar xususiyatini hisobga olish, model tuzishning maqsadi, boshlang'ich axborotning mavjudligi va boshqalar kiradi. Omillar orasida multikollinearlikning mavjudligi, ya'ni o'rganilayotgan ko'rsatkichni aniqlaydigan omilli alomatlar o'rtasida chiziqli bog'lanish mavjud ekanligini tekshirish muhim ahamiyat kasb etadi. Ikkita omil o'rtasida korrelyatsiya yuqori koeffitsientini ifodalaydigan chiziqli bog'lanish mavjud bo'lsa, u holda ikki axborotdan biri tanlab olinadi. Shuning uchun modelga omillardan biri kiritiladi.

Amalda omillarni ajratish ikki bosqichni tanlash yordamida amalga oshiriladi. Tanlashning birinchi bosqichida o'rganilayotgan hodisalar bilan mantiqiy bog'langan omillar tanlab olinadi. Ikkinchi bosqichda esa maxsus miqdoriy tahlil qilish yo'li bilan ana shu omillar orasidan modelga kiritish uchun asosiy omillar tanlab olinadi.

Ko'p omilli modellarni tuzishda o'rganilayotgan ko'rsatkichlar o'rtasidagi jiddiy bog'lanishlarni aniqlash hamda bog'lanishning eng qulay shakllarini ko'rsatish imkonini beradigan juft qonuniyatlar tahlili muhim bosqich hisoblanadi.

Juft korrelyatsiya koeffitsientlari ko'p parametrlil modelning omil tanlash alomati hisoblanadi. Har doim, buni ko'pchilik olimlar qayd etishgan, natijaviy va

omilli alomatlar o'rtasidagi yuqori koeffitsientli juft korrelyatsiyalar o'rganilayotgan ko'rsatkichga (mazkur omil) jiddiy ta'sir ko'rsatayotganligidan va shunga muvofiq ko'p omilli modelga kiritilishi lozimligidan dalolat beradi.

Omillarni uzil-kesil modelga kiritish maqsadida omilli alomatlar o'rtasidagi bog'lanishlarni miqdoriy baholash lozim. Omillar o'rtasida bog'lanish shaklini tanlashning uchta usuli mavjud:

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

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

O'rganilayotgan iqtisodiy hodisalarning mantiqiy tahlili, bog'lanish shaklini asoslash va tanlashda asos bo'ladi. Shu bilan birga, o'rganilayotgan hodisani tavsiflash uchun eng qulay funksiyalar sinfini asoslash imkonini beradi. Bog'lanishli munosabat aniq shakllarini tanlash, iqtisodiy jarayon haqida boshlang'ich axborotning mavjudligiga bog'liq bo'ladi. Ayrim hollarda mantiqiy tahlil funksiyalar sinfini tanlash imkonini beradi. Bunday hollarda EHM yordamida, ma'lum funksiyalar saralanadi, model parametrlari aniqlanadi hamda natijalar bilan taqqoslanadi.

Mezon sifatida, odatda, ko'plikdagi korrelyatsiya koeffitsienti, Fisher mezoni va o'rta qiymatli approksimatsiya xatoligidan foydalaniladi.

Hisoblashlar ko'lamining ko'p bo'lishi, saralash algoritmining bo'lmasligi, bog'lanish shaklini tanlashda mazkur usuldan foydalanish, korrelyatsion usulning samaradorligini kamaytiradi.

O'zaro bog'lanish xarakteriga qat'iy funktsional ko'rinish berib bo'lmaydigan hollarda korrelyatsion va regression tahlil usullaridan foydalaniladi. Bunday hollarda natijaviy va omilli alomatlar o'rtasidagi bog'lanish o'rtacha qiymat tendensiya ko'rinishida namoyon bo'ladi.

Korrelyatsiya koeffitsientlari bog'lanishni, regressiya tenglamasini va uning shaklini ifoda etadi. Regressiya tenglamalari parametrlari o'sish parametrlarini umumlashtirish yoki ma'lum tadqiqot natijasida o'sish ma'nosiga ega bo'ladi.

Normal taqsimot qonuni shaklida ifodalangan katta sonlar qonuni korrelyatsion va regression tahlilning nazariy asosini tashkil etadi.

Tahlildagi mavjud omillar natijaviy va omilli alomatlar uchun bir vaqtda butun majmua bilan matritsali shaklda qayd qilinadi, shuningdek, ular miqdoriy ifoda etiladi. Korrelyatsion va regression tahlil uslubi doimiy ravishda rivojlanib bormoqda. Mazkur usul xususiy va ko'plikdagi bog'lanishlarni baholash, miqdor va sifat o'rtasidagi korrelyatsiya, chiziqli va chiziqsiz bog'lanishlar singari masalalarni qamrab olgan. Mana shu nazariya asosida zamonaviy ko'p o'lchamli statistik tahlil usuli, shu jumladan, ko'p o'lchamli omillar regressiya usuli singari, turli usullar rivojlanmoqda.

Analitik va sintetik xususiyat, amalda chyegaranmagan tanlamalar hajmi bo'yicha omillarning katta sonini hisobga olish, ma'lumotlarni standart holatda

tasavvur qilish imkoniyatlari korrelyatsion va regrestsion tahlil usulining muhim tomonlari hisoblanadi.

10.3 Oddiy korrelyatsiya va regressiya.

Ikki o'zgaruvchi o'rtasidagi k korrelyatsiya oddiy korrelyatsiya deb yuritiladi. Oddiy korrelyatsiya yuli bilan tahlil qilishdan maqsad ikki hodisa o'rtasidagi bog'lanish zichligining umumlashirilgan bahosi korrelyatsiya indeksi hisoblanadi.

$$R = \sqrt{\frac{\sigma_x^2 - \sigma_y^2}{\sigma_y^2}} = \sqrt{1 - \frac{\sigma_y^2}{\sigma_x^2}} \quad (1)$$

bu yerda: σ_y^2 - natija ko'rsatkich dispersiyasi.

$\sigma_{y_x}^{\wedge}$ - amaliy qiymat natijalari ko'rsatkichidan regressiya tenglamasi asosida nazariy hisoblangan ko'rsatkichdan chetga chiqish o'rtacha kvadrati.

Korrelyatsiya indeksi $0 \leq |R| \leq 1$ doirasida bo'ladi. Agar $R \geq 1$ bo'lsa, funksional bog'lanish bo'ladi. Agar $R < 0$ bo'lsa, u holda o'rganilayotgan hodisalar o'zaro bog'lanmagan bo'ladi.

Bog'lanish zichligi baholanayotgan vaqtda quyidagi klassifikatsiya qo'llaniladi:

... 0,2 --- kuchsiz bog'lanish;

0,2-0,4 --- o'rtacha zichlikdan kuchsizroq bog'lanish;

0,4-0,6 --- o'rtacha bog'lanish;

0,6-0,8 --- o'rtachadan zichroq bog'lanish.

Mazkur klassifikatsiya shartli hisoblanadi. Korrelyatsiya indeksi juft bog'lanish har kaday formasining bog'lanish zichligini baholash uchun to'g'ri keladi. Agar bog'lanish chiziqli bo'lsa, u holda bog'lanish zichligini baholashda moment usuli usulida aniqlangan korrelyatsiyalar koeffitsiyentidan foydalanish mumkin.

$$r = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sigma_x \sigma_y} \quad (2)$$

bu yerda

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{N}} \quad \sigma_y = \sqrt{\frac{\sum(y_i - \bar{y})^2}{N}} \quad (3)$$

Shuningdek, korrelyatsiyalar koeffitsiyenti modifikatsiyasidan ham foydalanish mumkin:

$$r = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{N \sigma_x \sigma_y} \quad (4)$$

$$r = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[N \sum x^2 - (\sum x)^2][N \sum y^2 - (\sum y)^2]}} \quad (5)$$

Korrelyatsiya koeffitsiyenti $-1 \leq r \leq 1$ oralig'ida qiymatga ega bo'ladi.

Korrelyatsiya koeffitsiyentining manfiy qiymati hodisalar o'rtasida teskari bog'lanish mavjud ekanligidan dalolat beradi. Ayrim hollarda korrelyatsiyaning indeksi yoki koeffitsiyenti bilan bir qatorda, determinatsiya koeffitsiyenti dqr^2 deb ataladigan ko'rsatkich ham aniqlanadi. Determinatsiya koeffitsiyenti natijalar ko'rsatkichi va variatsiyasining kaysi qismi faktor ko'rsatkichlari variatsiyasi bilan bog'langanligini ko'rsatadi. Agar tahlil ta'sir qilayotgan faktor qiymatining o'zgarishiga muvofiq hodisalar qiymati taxminan bir tekisda o'zgarishini ko'rsatsa, u holda to'g'ri chizikli bog'lanish mavjudligini ko'rsatadi. Mabodo bu o'zgarish bir tekisda bo'lmasa, unda egri chizikli bog'lanish bo'ladi. Iqtisodiy tadqiqotlarda qo'llanilayotgan korrelyatsion formulalar turli shaklga ega.

10.4. Regressiya tenglamasining formasini tanlash bosqichi.

Iqtisodiy qatorlar dinamikasi o'rtasidagi bog'lanishlar chizigi formasini aniqlayotganda ko'pchilik hollarda quyidagi formalardan foydalaniladi:

Chizikli $y = a_0 + a_1x$ (6)

2-darajali parabola $y = a_0 + a_1x + a_2x^2$ (7)

3-darajali parabola $y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3$ (8)

n-darajali parabola $y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n$ (9)

2-darajali giperbola $y = a_0 + \frac{a_1}{x}$ (10)

b-darajali giperbola $y = a_0 + \frac{a_1}{x^b}$ (11)

logarifmik $\log y = a_0 + a_1x$ (12)

yarim logarifmik $y = a_0 + a_1 \ln x$ (13)

ko'rsatkichli funksiya $y = a_0 a_1^x$ (14)

darajali funksiya $y = a_0 x_1^{a_1}$ (15)

logistik funksiya $y = \frac{a_0}{1 + a_1 e^{-bx}}$ (16)

Funksiyalar parametri odatda eng kichik kvadratlar usuli bilan aniqlanadi. Normal tenglamalar sistemasi (7) sistemaga o'xshash bo'ladi. Ba'zi bir funksiyalarning grafigi 1-shaklda ko'rsatilgan.

Logistik funksiya y ni qiymati oldin x ning tekis o'zgarishda tezlatilgan sur'atda orta boradi.

Regressiya tenglamasining formasini tanlashda quyidagilarga rioya qilish lozim:

1. Bog'lanishning umumiy shakli, bog'lanishning tabiati va xarakteriga nisbatan professional tushuncha bilan mos kerak.

2. Imkoni boricha interpretatsiya va amaliy qo'llashda oson bo'lgan tenglamalarning eng sodda formalaridan foydalanish lozim. Boshlang'ich

ma'lumotlarning grafik tasviri-tarqoq diagramma va regressiyalarning empirik chiziqlari regressiyalarini tenglama formalarini tanlashda katta yordam ko'rsatadi.

10.5. Avtokorrelatsiya tahlili.

Vaqtli qatorlarning keyingi va oldingi hadlari o'rtasidagi korrelyatsion bog'lanish hisoblanadi. Avtokorrelatsiyaning mavjuli qatorlar dinamikasi darajalarining o'zaro bog'liqligidan, keyingi hadlarning oldingi hadlarga kuchli darajada bog'liqligidan dalolat beradi. Chunki korrelyatsion tahlil usulini o'zaro bog'langan har bir qator darajasi statistik mustaqillikka ega bo'lgan, o'rganilayotgan qatorlar dinamikasida avtokorrelatsiya mavjudligini aniqlash lozim bo'lgan hollardagina tadbqiq etish mumkin. Avtokorrelatsiya mavjudligini tekshirish jarayoni quyidagicha amalga oshiriladi. r_a (hisob) qiymati hisoblanadi:

$$r_a(x uco\theta) = \frac{\sum z_i z_{i+1}}{\sum z_i^2} \quad (17)$$

Bunda: $z_i = y - \bar{y}$ - qoldiq miqdor;

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

$$v = \sqrt{\frac{\sum \left(\frac{y - \bar{y}}{\bar{y}} \cdot 100 \right)^2}{n}} \quad (18)$$

Bunda: \bar{y} nazariy qatorlar dinamikasining o'rtacha qiymati. Shundan so'ng quyi intervali y_i ($1-VG'100$) yuqori interval bo'yicha y_i ($1QVG'100$) ishonch intervallari hisoblab chiqiladi.

Quyidagi holatlar korrelyatsion tahlil usulini bashoratlashda qo'llashda xatoliklarga olib kelishi mumkin:

- bashoratlashtirilayotgan hodisa ko'rsatkichlari dinamikasini aniqlashda muhim ahamiyatga ega bo'lgan faktorlar imkonini ola bilmaligi;
- korrelyatsion tenglamalar koeffitsiyentlari ularning qiymatini aniqlaydigan sharoitlar o'zgarishi bilan qiymatining o'zgaruvchanligi;
- bir qiymat o'zgarishining bashorati boshqa bir qancha qiymatlar o'zgarish qiymati bilan almashtiriladi.

10.6. Ishonchlilik darajasini tekshirish mezonlari.

Tahlil qilinayotgan qatorlar dinamikasi har doim anchagina uzunroq qatorlarning tanlamasi hisoblanadi. Shuning uchun korrelyatsion tahlil natijalari ishonchlilikini har tomonlama tekshirish lozim.

Korrelyatsion va regression tahlil mustahkamligini tekshirish uchun Fisher mezonini z , Student mezonini t va kriteriya F qo'llaniladi.

Fisher mezonini - z . Ingliz statisti Fisher korrelyatsion va regression tahlillarning ishonchlilikini tekshirish uchun logarifmik funksiyadan foydalanish usulini ishlab chiqdi:

$$z = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{1+r}{1-r} \right) \quad (19)$$

z taqsimot kichik tanlanmada normalga yaqin bo'ladi. F. Mills Nq 12 va $p=0,8$ (p -bosh to'plamda korrelyatsiya koeffitsiyenti)da r va z taqsimot grafisini o'tkazadi. z o'rta kvadratik xato quyidagi formula bo'yicha topiladi:

$$\sigma_z = \frac{1}{\sqrt{N-3}} \quad (20)$$

Ushbu formulada σ_z o'rta kvadratik xato faqat taqsimot hajmiga, ya'ni z taqsimoti bog'lanish zichligiga bog'liq bo'lmaydi. r va z ga o'tish tegishli jadvallar bo'yicha amalga oshiriladi va korrelyatsion va regression tahlil natijalari mustahkamligini tekshirish uncha qiyin bo'lmaydi. Fisher z mezonidan boshqa maqsadlarda ham foydalanishi mumkin. Masalan,

1. Korrelyatsion koeffitsientlari boshqa tanlama farqlarni amalga oshirish hamda baholash;
2. Korrelyatsiyaning ikkita tanlama koeffitsiyentining mavjud farqini baholash;
3. Agar tanlama bitta to'plamda o'tkazilgan bo'lsa, korrelyatsiyaning eng yaxshi koeffitsiyentini aniqlash.

Studentning t mezonini. Mazkur kriteriy Student taxallusli ingliz matematigi Uilyam Gosset tomonidan ishlab chiqilgan.

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

$$t = \frac{\bar{x} - m}{s} \sqrt{v+1} \quad (21)$$

Bunda: m - bosh o'rtacha;

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

\bar{x} , s - tegishli tanlama to'plam arifmetik o'rtacha qiymati va o'rta kvadratik chetlamasi.

Korrelyatsiya juft koeffitsiyentining tekshirish uchun $N-2$ erkinlik darajasini t taqsimotga ega bo'lgan formula orkali qiymat aniqlanadi.

Agar $t > t$ bo'lsa nolinchii gipotezani qo'llab bo'lmaydi va binobarin bosh to'plamda chiziqli korrelyatsiya mavjud. Uning ishonchli ta'rifi sifatida

korrelyatsiyaning chiziqli koeffitsiyenti namoyon bo'ladi. Chiziqsiz bog'lanishda R korrelyatsiyasining indeksi mustahkamligi ham xuddi shu usulda tekshiriladi. Bunday hollarda (21) formuladagi korrelyatsiya koeffitsiyenti korrelyatsiya indeksi R bilan almashtiriladi. To'plamli korrelyatsiya koeffitsiyenti R kvadratik o'rta xatoga ega.

$$\sigma_R = \frac{1 - R^2}{\sqrt{N - n - 1}} \quad (22)$$

Bunda: n - regressiyalar koeffitsiyenti soni.

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

$$t_R = \frac{R\sqrt{N - n - 1}}{1 - R^2} \quad (23)$$

bunda: $N - n - 1$ - erkin darajalar soni;

t_R - jadval qiymati bilan solishtiriladi.

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

$$t_{aj} = \frac{a_j}{\sigma_{aj}} \quad (24)$$

qiymati asosida regressiya koeffitsiyentlarining ishonchliligi tekshiriladi.

Oddiy chiziqli korrelyatsiya holatida regressiya koeffitsiyentining a_1 kvadratik o'rta xatosi quyidagi formula asosida aniqlanadi:

$$\sigma_{a_1} = \sqrt{\frac{\sum (y - \bar{y}_x)^2}{(N - 2) \sum (x - \bar{x})^2}} \quad (25)$$

σ_{aj} - to'plamli korrelyatsiyada a_1 koeffitsiyent quyidagicha aniqlanadi:

$$\sigma_{aj} = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N - n - 1} C_{jj}} \quad (26)$$

Bunda C_{jj} - normal tenglamalar sistemasi teskari matritsasining diagonal element matritsasi.

Kriteriy - F. Bu kriteriy ingliz statistigi R. Fisher tomonidan ishlab chiqilgan. To'plamli korrelyatsiya koeffitsiyentlarining ishonchliligini tekshirish uchun quyidagi qiymatdan foydalaniladi:

$$F = \frac{R^2(N - n)}{(1 - R^2)(n - 1)} \quad (27)$$

yoki

$$F = \frac{\sum (y - \bar{y})^2 (N - n)}{(N - 1)(y - \bar{y}_x)^2}$$

bunda: N - kuzatishlar soni;

n - faktorlar soni.

Agar $F > F_{\alpha}$ bo'lsa $k_1 = n - 1$, $k_2 = N - n$ erkinlik darajasiga hamda ...

qiymatlar tenglamasiga ko'ra, korrelyatsiya koeffitsiyentini ishonchli deb hisoblash mumkin.

Korrelyatsion va regression tahlillarni qo'llash vaqtida, faktor tanlab olishda va ulardan modellarda foydalanishdagi asosiy qonun-qoidalar quyidagilardan iborat:

1. Faktorlarni o'rganish bilan qamrab olinadigan ro'yhat chegaralangan, faktorlari esa nazariy asoslangan bo'lishi lozim.
2. Modelga kiritilgan barcha faktorlar miqdor o'zgarishlarga ega bo'lishi kerak.
3. Tadqiq qilinayotgan (o'rganilayotgan) to'plam sifatli bir jinsli bo'lishi lozim.
4. Faktorlar o'zaro funksional bog'lanmasliklari shart.
5. Kelajakda faktorlar o'zaro ta'sirni ekstrapolyatsiya qilish uchun modellardan foydalanilayotgan vaqtda xarakter jiddiy o'zgarishligi, statistik mustahkam bo'lishi lozim.
6. Regression tahlilda har bir faktorning (x) qiymatiga bir xil regressiya natijali alomat (y) taqsimoti normal yoki yaqin darajada mos kelishi lozim.
7. O'rganilayotgan faktorlar tadqiqiy natija alomatli mantiqan davriy bo'lishi lozim.
8. Natijali alomatga jiddiy ta'sir ko'rsatadigan faqat muhim faktorlar ta'sirini ko'rib chiqish lozim.
9. Regressiyalar tenglamalariga kiritilgan faktorlar soni katta bo'lmasligi lozim. Chunki faktorlar sonining katta bo'lishi asosiy faktorlar - dalillardan diqqatni jalb etadi. Faktorlar soni kuzatishlar sonidan besh-olti marotaba kam bo'lishi kerak.
10. Regressiya tenglamalarining faktorlari- dalillari turli xil xatolar ta'sirida buzilishiga olib keladigan xatoliklar bo'lmasligi kerak. Faktor- dalillar o'rtasida funksional yoki shunga yaqin bog'lanishlarning mavjudligi multikollinear borligini ko'rsatadi. Multikollinear mavjudligi esa bu faktorlar natijali alomatlarining bir tomonga ta'sir etishidan dalolat beradi.

Multikollinear faktorlarini hisobga olganda regressiya o'rta kvadratik tenglamasi oshib boradi. Shuning uchun faktorlarda multikollinear mavjud bo'lganda mantiqiy mulohazalarga amal qilib, ulardan birini o'chirish lozim. Multikollinear mavjud bo'lganda normal tenglamalar sistemasi matritsasi noaniq matritsaga aylanib koladi. Bu esa ularni xal qila olmaslikka olib keladi.

11. Kuzatishlar sonini oshirish uchun ularning makonda takrorlanishidan foydalanish mumkin emas. Makonda hodisalarning o'zgarishi avtoregressiyani vujudga keltirish mumkin. Avtoregressiya esa statistikadagi mavjud alomatlar o'rtasidagi bog'lanishni ma'lum darajada buzadi. Shuning uchun ko'rsatkichlar dinamik qatorlarida regression bog'lanishni o'rganish statistikadagi bog'lanishni o'rganishdan tubdan fark qiladi.
12. Xar bir faktor- dalil bo'yicha normal taqsimotga ega bo'lishi shart emas. Bu regression tahlilni natijali, alomatli qiymat va tasodifsiz qiymatli faktolari alomatlar o'rtasidagi bog'lanishni ifodalovchi sifatida ta'riflashdan kelib chiqadi.
13. Faktorli alomatlarni natural birlikda ulchashda nisbiy qiymatlarga nisbatan ortiqroq ko'rish lozim. Nisbiy qiymatlar o'rtasidagi korrelyatsiya regressiyasi tenglamasi parametrlar qiymati bog'lanish mazmunini buzishi mumkin.

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 bir- biri bilan uzviy bog'langan. Regressiya tenglamalarini tuzishda bog'lanish 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.

Nazorat va muhokama uchun savollar.

1. Ekonometrik modellashning asosiy vazifasi nimalardan iborat?
2. Korrelyatsiya tahlili usulini mohiyatini tushuntirib bering.
3. Regressiya tahlili usulini asosiy bosqichlari.
4. Bashorat modelini adekvatligini baholovchi mezonlari.
5. Korrelyatsion va funksional bog'lanishni farqi nimadan iborat?
6. Omillarni tanlash va bosqichini asosiy shartlarini aytib bering.
7. Korrelyatsiya koeffitsiyentini mustahkamlashni aniqlashda Student mezonini qo'llanilishi.
8. Bashorat modelini tanlashda kandy mezonlar qo'llanadi?
9. Eng kichik kvadratlar usulini asosiy goyasi.
10. Model adekvatligini baholashda Darbin-Votson mezoni kandy qo'llanadi?

Asosiy adabiyotlar

1. Мур Дж.У. Экономическое моделирование в Microsoft Excel. -М.: Изд. дом. «Вильямс», 2004.
2. Эконометрика. Учебник. /под ред. проф. И.И.Елисейевой. -М.: Финансы и статистика, 2004.
3. Кулинич Е.И. Эконометрия. -М.: Финансы и статистика, 2003.

Internet saytlari

1. www.ictcouncil.gov.uz - Kompyuterlashtirishni rivojlantirish bo'yicha Vazirlar Mahkamasi muvofiq lashtiruvchi Kengashining sayti.
2. www.ecsosman.edu.ru - Rossiya Federatsiya oliy o'quv yurtlarida o'qitilayotgan fanlar bo'yicha o'quv-uslubiy komplekslar.

11-Bob. Ishlab chiqarish funksiyalari va ularning xususiyatlari

11.1. Ishlab chiqarish funktsiyalarning umumiy xossalari.

Ishlab chiqarish funktsiyasi yozuvining umumiy formasi quyidagichadir:

$$Y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) + \varepsilon \quad (1)$$

bunda: Y - mahsulot chiqarish xajmi;

x_1, x_2, \dots, x_n - ishlab chiqarish omillari;

ε - tasodifiy miqdorlar.

Qo'shimcha mahsulot umumiy mahsulotga ishlab chiqarish resurslarining har bir keyingi biriligi tomonidan qo'shilgan kattalikni harakterlaydi. Xi resursi uchun qo'shimcha mahsulotlar (ishlab chiqarish sirti og'ish burchagining tangensi yoki harajatlar - chiqarishning egri chizig'i) quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\frac{\partial Y}{\partial x_i} = f'_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (2)$$

i va j resurslar almashinuvining so'ngi normasi quyidagicha aniqlanadi:

$$\frac{\alpha_i}{\alpha_j} = \frac{f'_i(x_1, x_2, \dots, x_n)}{f'_j(x_1, x_2, \dots, x_n)} \quad (3)$$

Bunday tenglamalar izokvant tenglamalari (xarajat kombinatsiyalari turlicha bo'lganda bir xil darajadagi harajatlar) deyilib, ishlab chiqarish darajasidan bir resurs xarajatini boshqa resursning chiqarish va xarajat darajasi funktsiyasi tarzida ifodalash yo'li bilan keltirib chiqariladi, ya'ni:

$$x_i = f^*(y, x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (4)$$

bunda f^* funktsionaldir.

Izoklinallar tenglamasi mahsulot chiqishining ortishi uchun xarajatlar kombinatsiyasidagi o'zgarishlarning yo'nalishini ko'rsatadi:

$$\frac{\alpha_i}{\alpha_j} = -k \quad (5)$$

bunda k - qayd qilingan miqdor.

Amaliy hisob-kitoblar resurslarning optimal kombinatsiyalarini topish uchun eng so'nggi samaradorliklar nisbati ular narxining nisbati bilan qiyoslanadi, shuning uchun k qo'llanayotgan resurslar narxining nisbatini ifodalaydi.

Qarorni qabul qilish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqishga taalluqli amaliy xarakterdagi tadqiqotlarda tadqiqotchi yuqorida ko'rsatilgan iqtisodiy ko'rsatkichlar asosida qo'llanilayotgan resurslarning optimal miqdori va strukturasi aniqlashi lozim. Ishlab chiqarish funktsiyalari, shuningdek resurslarni tumanlar yoki ishlab chiqarish tarmoqlari o'rtasida taqsimlashda ham qo'llanilishi mumkin. Chyeklangan resurslarni (masalan, o'g'it, kapital qo'yilmalar va x.k.) tarmoqlar yoki xo'jaliklar o'rtasida taqsimlashda Lagranj ko'paytuvchilaridan foydalanib, ishlab chiqarishning reyssion tenglamalari tizimi tuziladi.

Ishlab chiqarish funktsiyalarining apparati matematikaning boshqa metodlaridan farq qilib, ba'zi afzalliklarga ega: funktsiya va argument o'rtasidagi

aloqalar aniqroq bayon qilinadi; har bir resurs sarfining samaradorligi, shuningdek uning funktsiyaga absolyut va nisbatan «musaffo» ta'siri ko'rsatiladi.

Ishlab chiqarish funktsiyasidan, agar u bexato belgilangan va haqiqatga muvofiq bo'lsa, samarali foydalanish mumkin. Agar ishlab chiqarish funktsiyasi rejali davr, xarajatlar normasi va ishlab chiqarish texnologiyasidagi o'zgarishlar hisobga olingan holda ishlab chiqarishdagi mantiqiy aloqalarni o'rganish asosida olingan bo'lsa, uning formasi aloqalarning haqiqiy formasiga yaqin bo'ladi. Bunday aniq funktsiya formasini bilgan holda funktsiyaning kerakli parametrlarini uning o'zgarishlar sohasiga chyecklanishlar yuklamay olish mumkin bo'ladi. Statistik material asosidagina olingan funktsiyalar ishlab chiqarish jarayonining mantiqini va undagi bo'lishi mumkin bo'lgan o'zgarishlarni nazarda tutmasligi mumkin. Shuning uchun milliy iqtisodiyot bo'yicha iqtisodiy hisob-kitoblarda uning tenglashtiriladigan ma'lumotlar doirasidagi qiymatidan foydalaniladi.

Ishlab chiqarish funktsiyasi tushunchasi model spetsifikasi bilan, modelda belgilovchi omillar statik axborotda dalil mavjudligi hamda xatoliklar yo'qligi bilan uzviy bog'langandir. Shuning uchun model tuzishda ikki zaruriyat hal etiladi: birinchidan, modelga imkoni boricha barcha omil-argumentlar kiritiladi, ikkinchidan, model mukammal va katta bo'lmasligi kerak, aks holda undan amalda foydalanish qiynlashadi.

11.2. Bir-birini o'rnini bosuvchi resursli ishlab chiqarish funktsiyalari va elastiklik koeffitsientlari.

Elastiklik koeffitsientlarining iqtisodiy mazmuni shundan iboratki, ular mustaqil o'zgaruvchilar (x) bir foizga o'zgarganda samarali (natijali) ko'rsatkich (y) qanchaga o'zgarishini ko'rsatadi. Darajali funktsiyani harajatlar 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 hususiyatlarni aks ettiradi. Bu mazkur funktsiyaning xilma-xil iqtisodiy jarayonlarni bayon qilishda universal qo'llanilishini belgilaydi.

$Yqf(X)$ ishlab chiqarish funktsiyasida resurslar bir-birining o'rnini bosishi haqidagi taxmin mahsulot chiqarishning ayni bir hajmini resurslarning turli kombinatsiyalarida ham olish mumkin degan ma'noni anglatadi.

Resurslardan foydalanish samaradorligi o'rtacha hamda eng so'ngi samaradorlikdan iborat ikki asosiy ko'rsatkich bilan xarakterlanadi.

Resursning o'rtacha samaradorligi quyidagi funktsiyadir:

$$\mu_i = \frac{f(x)}{x_i}$$

Resursning eng so'nggi samaradorligi ishlab chiqarish funktsiyasining xususiy hosilasi tarzida aniqlanadi:

$$\rho_i = \frac{df(x)}{dx_i}$$

$\rho_i(x)$ miqdor i birlik resurs sarfining chyecksiz kichik orttirmasidagi miqdordir.

Biror ikki resurs k va l resurslarning eng so'nggi samaradorligining nisbati tarzida aniqlanadi:

$$g_u = \frac{dx_k}{dx_l} = -\frac{g_k(x^1)}{g_l(x^1)} \leq 0$$

Bir xil resurslarning ikkinchi resurslar o'rini ekvivalent ravishda bosishida izokvanta bo'ylab grafik harakat muvofiq keladi. Ekvivalentli 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 harajatlardan, mahsulot chiqarishning elastiklik koeffitsientidan ham foydalaniladi, Elastiklik koeffitsienti E tegishli argument bir protsentga o'zgaranda funktsiya o'zgarishi miqdorini ko'rsatadi.

11.3. Ikki omilli ishlab chiqarish funktsiyasi.

Milliy iqtisodiyotni bashoratlash iqtisodiy modellari tizimi bilan uyg'unlashgan ishlab chiqarish funktsiyalari regional bashoratlarni ishlab chiqishda muhim matematik apparatga aylanishi mumkin. Ulardan keng foydalanish uchun bu ishlab chiqarish funktsiyalarini takomillashtirish zarur. Odatda Kobba-Duglas tipdagi ishlab chiqarish funktsiyasining parametrlari eng kichik kvadratlar usuli bilan hisoblanadi. Lekin R.D. Bleyer va R. Lyuski eng kichik kvadratlar usuli bilan baholangan funktsiyalar parametrlarining siljimasligini isbotlashga muvaffaq bo'ldilar. Soddalashtirish uchun ular stoxastik spetsifikalik ikki omilli ishlab chiqarish funktsiyasi xodisasini ko'rib chiqdilar.

$$y = AK^\alpha L^\beta e^{U_0} \quad (20)$$

bunda U_0 - ixtiyoriy parametr bo'lib, u moddiylashgan texnologik taraqqiyotni yoki sof mahsulot qiymatini ko'rsatadi. Ishlab chiqarish funktsiyalarini tuzish va ulardan foydalanish ilmiy-texnika taraqqiyotiga va uning o'sish sur'atini baholashga ham bog'liqdir. Masalan, bu omillarda kapital mablag'larni sarflash va tejash turlari mavjuddir. Ishlab chiqarish funktsiyasidan mehnat unumdorligi va fond bilan ta'minlanganlik ko'rsatkichlari o'rtasidagi bog'liklikni ko'rsatuvchi ifodani hosil qilish mumkin. Buning uchun $y = \gamma K^\alpha L^\beta$ tipidagi funktsiya L ga bo'linadi, ya'ni

$$\frac{y}{L} = \gamma \left(\frac{K}{L} \right)^\alpha$$

Doimiy elastik funktsiyani almashtirish ancha umumiy ikki resursli bo'lib, unda elastiklik koeffitsientlar yig'indisi birga teng bo'lmaydi, shuning uchun ham u bir jinqli emas:

$$y(t) = \delta [\alpha_1 L(t)^{-\beta} + \alpha_2 K(t)^{-\beta}]^{\frac{1}{\beta}}$$

Elastiklik koeffitsienti $\delta = \frac{1}{1+\beta}$ ko'rinishda bo'ladi. Ko'rilyotgan vaqtga

nisbatan iqtisodiy jarayonlarni tasvirlashda ishlab chiqarish funktsiyalari statistik va dinamik turlarga ajraladi. Statistik funktsiyalar mazkur vaqt bo'lagidagi iqtisodiy tizimni matematik-statistik modellashtirishga, ya'ni determinatsiyalangan holati uchun

hizmat qiladi. Agar tizim determinatsiya qilgan deb faraz qilinsa, uning kelajakdagi holatini aytib bo'lmaydi. Ishlab chiqarish funksiyasining dinamik ko'rinishi tizimning rivojlanish tarixini bilgan holda uning t davrdagi holatini aniqlashi hamda iqtisodiy o'sish omillarini ifodalashi mumkin.

11.4. Ishlab chiqarish funksiyalar bo'yicha bashoratlantirish bosqichlari.

Ekonometrik model deganda, bashoratlantirish ob'ektning barcha mavjud omillarini o'zaro bog'lanishini ifodalovchi regressiya tenglamalar tizimlari tushuniladi.

Ilmiy tadqiqotlarda keng tarkalgan ekonometrik tenglamalar - bu ishlab chiqarish funksiyasidir. Ishlab chiqarish funksiyalarini qurishdan maqsad - ishlab chiqarish jarayonini natijalariga omillarning ta'siri darajasi va xarakteristikalarini aniqlash, miqdoriy baholashdir.

Ishlab chiqarish funksiyalari turli ko'rinishga ega bo'lib, analitik ko'rinishi bo'yicha ikki guruhga bo'linadi: to'g'ri chiziqli va egri chiziqli.

Noma'lum o'zgaruvchilar soni bo'yicha ishlab chiqarish funksiyalari quyidagilarga bo'linadi:

- bir omilli: ishlab chiqarish mahsuloti, yoki asosiy fondlar, yoki mehnat harajatlari bilan bog'liqligini bildiradi;

- ko'p omilli: ishlab chiqarilgan mahsulot bir nechta omillar bilan bog'langan.

Ishlab chiqarish funksiyalar bo'yicha bashoratlash uchun ketma-ket bir nechta bosqichlardan o'tish lozim:

1. Berilgan ma'lumotlar asosida korrelyatsion tahlil o'tkaziladi:

- a) xususiy korrelyatsiya koeffitsiyentlar matritsasi hisoblanadi;

- b) juft korrelyatsiya koeffitsiyentlari matritsasi hisoblanadi.

2. Korrelyatsion tahlil natijasida tanlangan omillar asosida regressiya tenglamasi quriladi;

3. Qurilgan tenglama quyidagi mezonlar bo'yicha baholanadi:

- a) Fisher mezoni;

- b) Styudent mezoni;

- v) Darbin-Uotson mezoni;

- g) Ko'plik korrelyatsiya koeffitsiyenti;

- d) Determinatsiya koeffitsiyenti;

- ye) approksimatsiya xatoligi.

4. Qurilgan tenglama mezonlarga mos kelsa, keyin asosiy ko'rsatkich tenglama asosida bashorat davri hisoblanadi.

5. Ishlab chiqarish funksiyasini asosiy xususiyatlari quyidagilar hisoblanadi:

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

11.5. Bir necha resursli ishlab chiqarish funktsiyalari.

Faktorlararo bog'lanishni faqatgina bitta ishlab chiqarish funktsiyasi orqali qarab chiqmasdan, ularni ekonometrik tenglamalar tizimi yordamida tahlil etish mumkin.

Ekonometrik tenglamalar tizimi uch xilga bo'linadi:

a) tizimga bir-biri bilan bog'lanmagan tenglamalar kiradi. Har biri alohida yechilib, umumiy iqtisodiy-matematik modelni bir qismi bo'lib koladi;

b) tizimga bir-biri bilan bog'langan statistik xususiyatga ega bo'lgan tenglamalar kiradi. Masalan, ishlab chiqarilgan mahsulotga bir nechta omillar, ya'ni ishchilar soni va asosiy fondlar o'z ta'sir kuchini ko'rsatadilar. O'z navbatida, ishchilar soni aholi soni bilan va asosiy fondlar miqdori kapital qo'yilmalar bilan bog'langan. Buning natijasida ekonometrik tenglamalar tizimi quyidagi ko'rinishda yozilishi mumkin:

$$Y = f(OPF, PPP)$$

$$PPP = f(L)$$

$$OPF = f(KK),$$

bu yerda Y - asosiy ko'rsatkich, RRR - 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 jarayon tahlil etish uchun va uni asosiy ko'rsatkichlarni bashorat davriga hisoblash uchun berilgan ma'lumotlar asosida, ya'ni yalpi mahsulot (VAL), ishchilar soni (RRR), asosiy fondlar (OPF), ish xaqi fondi (ZAR), kapital qo'yilmalar (KV), har yili ishga kirgizadigan asosiy fondlar (OWF) kabi ko'rsatkichlarni tenglamalar tizimi orqali yezib chikamiz:

$$VAL = f(OPF, PPP) \quad (1)$$

$$PPP = f(VAL, ZAR) \quad (2)$$

$$ZAR = f(VAL, KV) \quad (3)$$

$$OWF = f(KV, OPF) \quad (4)$$

$$\text{OPF} = f(\text{OPF}(-1), \text{KV}) \quad (5)$$

$$\text{KV} = f(\text{FN}) \quad (6)$$

$$\text{FN} = f(\text{ND}) \quad (7)$$

Yuqorida keltirilgan tenglamalar tizimi bir biri bilan bog'lanib, ketma-ket hisoblanadi, ya'ni (7) tenglama yyechilib, uni natijalari omil sifatida (6) tenglamaga kapital qo'yilmalar hisoblash uchun ishlatiladi. O'z vaqtida (6) tenglamani natijalari (5) tenglamani yyechish uchun ishlatiladi.

Bu ekonometrik tenglamalar tizimida bashorat vaqtiga bir ko'rsatkich aniqlanib, uni natijasi orqali qolgan asosiy ko'rsatkichlarni aniqlash mumkin. Model iqtisodiyotga mos bo'lgan yo'nalishlarni, bog'lanishlarni aks etirishi kerak.

Iqtisodiy o'sishni natijaviy ko'rsatkichi - bu milliy daromadni dinamikasi. Ishlab chiqarish jarayoniga va iqtisodiy o'sishga o'z ta'sirini ko'rsatadigan asosiy omillarga ishchilar soni, ishlab chiqarish fondlari, tabiat resurslari kiradi. Yaratilgan milliy daromad yoki pirovard mahsulot iste'mol fondi va jamg'arish fondidan iborat. Ular o'z navbatida ishlab chiqarish jarayonida foydalanadigan resurslardan uchun ishlatiladilar. Iqtisodiy o'sishni logik modeli makroiqtisodiy jarayonda

$$Y=f(X_1, X_2, X_3),$$

bu yerda Y -milliy daromad yoki pirovard mahsulot;

X_1, X_2, X_3 - ishchilar resurslari, ishlab chiqarish fondlar, tabiiy xomashyolar.

Makroiqtisodiy funksiyalar yordamida ishlab chiqarish samaradorligini, xomashyo samaradorligini va ularni almashishini, ilmiy - taraqqiyotni iqtisodiy o'sishiga ta'sirini va ularga o'xshash ko'rsatkichlarni tahlil etish mumkin. Analitik misollardan tashqari iqtisodiy o'sishni bashorat ko'rsatkichlarni makrotenglamalar yordamida hisoblash mumkin.

Zamonaviy makrodaraja tahlilda Kobb-Duglas tenglamasini ahamiyati katta, chunki uni asosida ishlab chiqarish jarayonida o'z ta'sirini ko'rsatadigan omillarni tahlil etish mumkin.

Bu tenglamani kamchiligi shundaki, omillar orasida ilmiy - texnik taraqqiyot ko'rsatkichlari, texnika, texnologiya ko'rsatkichlari ko'rsatilmagan.

Qisqa xulosalar.

Iqtisodiyot jamiyatning moddiy boyliklarini ishlab chiqarish, taqsimlash va iste'mol qilishni amalga oshiruvchi funktsional kichik tizimdir. Har qanday ishlab chiqarish individuum tomonidan tabiat predmetlarining ma'lum ijtimoiy forma doirasida va shu forma vositasida o'zlashtirilishdir. Iqtisodiy kibernetika moddiy tizimdagi moddiy axborotni qayta o'zgarishlarini va aloqalarini o'rganadi. Jamiyat nuqtai nazaridan iqtisodiyot umuman tashqi, tabiiy resurslarni moddiy ne'matlarga aylantiruvchi funktsional kichik tizim sifatida namoyon bo'ladi. Iqtisodiyotni ijtimoiy tizim sifatida ko'rib chiqishda ishlab chiqarishning sotsial-iqtisodiy sharoitlari

o'rganiladi. Iqtisodiyot resurslar kichik tizimi tarzida o'rganilganda esa birinchi o'ringa ishlab chiqarish-texnik aloqalar qo'yiladi.

Ishlab chiqarishning muhim omillarini mehnat bilan iqtisodiy tizim doiralarida ma'lum hamda maqsadga muvofiq formalarda uyg'unlashtirish ishlab chiqarish jarayonini yaratadi. Iqtisodiy tahlilda agregatsiya katta ahamiyatga egadir. Agregatsiyalash ko'rsatkichlarni biror belgisiga ko'ra birlashtirish, yiriklashtirish jarayonidir. Iqtisodiy kibernetikada agregatsiyalash juda zarurdir, chunki hech bir model real mavjud bo'lgan barcha xilma-xil mahsulotlar, resurslar va aloqalarni o'ziga sig'dira olmaydi. Iqtisodiyotni boshqarish jarayoni quyi bosqichdan yuqori bosqichga o'tishda ko'rsatkichlar agregatsiya qilinadi, natijada ularning soni kamayadi. Agregatsiyalash tarmoqlararo balans metodida muhim ahamiyatga egadir.

Nazorat va muhokama uchun savollar.

1. Qatorlar to'g'risida tushunchalar va ularni tuzish qoidalari.
2. Moddiy ishlab chiqarish.
3. Ishlab chiqarish funktsiyalarning umumiy xossalari.
4. Bir-birini o'rmini bosuvchi resursli ishlab chiqarish funktsiyalari.
5. Ishlab chiqarish funktsiyasi va ularning turlari.
6. Chiziqli va nochiziq ishlab chiqarish funktsiyalari, ularning xususiyatlari.
7. Ikki omilli ishlab chiqarish funktsiyasi.
8. Ishlab chiqarish funktsiyalar bo'yicha bashoratlantirish bosqichlari.
9. Ishlab chiqarish funktsiyasida ϵ - tasodifiy miqdorlarlar o'rni.
10. Resursning o'rtacha samaradorligi ko'rsating.

Asosiy adabiyotlar

1. Мур Дж.У. Экономическое моделирование в Microsoft Excel. -М.: Изд. дом. «Вильямс», 2004.
2. Эконометрика. Учебник. /под ред. проф. И.И.Елисейевой. -М.: Финансы и статистика, 2004.
3. Замков О.О. и др. Математические методы в экономике :Учебник.- М.: Изд-во «Дело и сервис»,2004.-368С.
4. Захарченко А.И. Бизнес статистика и прогнозирование в MS Excel. -М.: Изд. дом. «Вильямс», 2004.

Internet saytlari

1. www.ddi.uz - Raqamli Rivojlanish dasturining sayti.
2. www.rosinf.ru - «Rosinformresurs» birlashmasining serveri. Loyihalashtirilayotgan va ishlab chiqilayotgan axborot mahsulotlari va xizmatlari haqida axborotlar.
3. www.msu.ru - MDU serveri. Fanlar bo'yicha namunaviy, ishchi dasturlari, elektron adabiyotlarni olishni ta'minlaydi.
4. www.mesi.ru - Moskva iqtisod-statistika instituti serveri. Fanlar bo'yicha namunaviy, ishchi dasturlari, elektron adabiyotlarni olishni ta'minlaydiG'

12-Bob. Iqtisodiy ko'rsatkichlarni bashoratlashda ishlab chiqarish funksiyalaridan foydalanish

12.1. Ishlab chiqarish funksiyalarini bashorat modellarida qo'llash.

Iqtisodiy o'sishni natijaviy ko'rsatkichi - bu milliy daromadni dinamikasidir. Ishlab chiqarish jarayoniga va iqtisodiy o'sishga o'z ta'sirini ko'rsatadigan asosiy omillarga ishchilar soni, ishlab chiqarish fondlari, tabiiat resurslar kiradi. Yaratilgan milliy daromad yoki pirovard mahsulot iste'mol fondi va jamg'arish fondidan iborat. Ular o'z navbatida ishlab chiqarish jarayonida foydalanadigan resurslardan uchun ishlatiladilar. Iqtisodiy o'sishni logik modeli makroiqtisodiy jarayonda

$$Y=f(X_1, X_2, X_3),$$

bu yerda

Y -milliy daromad yoki pirovard mahsulot;

X_1, X_2, X_3 - ishchilar resurslari, ishlab chiqarish fondlari, tabiiy xomashyolar.

Makroiqtisodiy funköiyalar yordamida ishlab chiqarish samaradorligini, xomashyo samaradorligini va ularni almashishini, ilmiy - taraqqiyotni iqtisodiy o'sishiga ta'sirini va ularga o'xshash ko'rsatkichlarni tahlil etish mumkin.

Analitik misollardan tashqari iqtisodiy o'sishni bashorat ko'rsatkichlarni makrotenglamalar yordamida hisoblash mumkin.

Zamonaviy makrodaraja tahlilda Kobba-Duglas tenglamasini ahamiyati katta, chunki uni asosida ishlab chiqarish jarayonida o'z ta'sirini ko'rsatadigan omillarni tahlil etish mumkin.

Bu tenglamani kamchiligi shundaki, omillar orasida ilmiy - texnika taraqqiyotini ko'rsatkichlarini, texnika, texnologiya ko'rsatkichlari ko'rsatilmagan.

12.2. Ekstropolyatsiya usuli to'g'risida umumiy tushunchalar

Bashoratlashda ekstrapolyatsiya usuli o'rganiladigan ob'ektning rivojlanishiga taalluqli bo'lgan omillarning doiraviylik, o'zgarimaslik shartiga asoslangan bo'lib, ob'ektning o'tmishdagi va shuncha asoslanib kelajakdagi rivojlanish qonuniyatlarini o'rganadi.

Dinamik qatorlarning o'zgarish darajalariga qarab ekstrapolyatsiya oddiy va murakkab bo'lishi mumkin. Bashoratlashning oddiy ekstrapolyatsiya usuli tenglamalarining absolyut qiymatlari, qatorlarning o'rtacha qiymatlari, o'rtacha absolyut o'sish va o'sishning o'rtacha tezligiga nisbatan o'zgarimas qiymatlarga ega degan xulosaga asoslangan. Bashoratning murakkab ekstrapolyatsiya usuli, trendni ifodolovchi statistik formulalarni qo'llashga asoslangan bo'lib ikki turga: takomillashgan va analitik turlarga bo'linadi. Bashoratning takomillashgan usulida vaqt bo'yicha ketma-ket keladigan bashorat qiymatlarini avvaldan mavjud bo'lgan ko'rsatkichlar asosida hisoblab topiladi. Bunga o'zgaruvchan va eksponensial o'rta

qiymat, garmonik vaznlar avtoregression o'rtta qiymat, garmonik vaznlar avtoregression o'zgartirish usullari kiradi. Analitik usul eng kichik kvadrat usuli yordamida f_t - ning determinik tarkibini aniqlashdan iboratdir.

12.3. Bir o'lchamli vaqtli qatorlarni modellashtirish usullari.

Qisqa muddatga bashoratlash keng qo'llaniladigan bashoratlash usuli ekstrapolyatsiya usulidir. Ekstrapolyatsiya usuli bashoratlashni odatda bir o'lchamli vaqtli qatori asosida amalga oshiradi. Ma'lumki bir o'lchamli vaqtli qatorlarni modellashtirish usullari iqtisodiy ko'rsatkichlarning dinamik qatorlarga asoslangan bo'lib quyidagi to'rt tarkibiy qismlardan tashkil topgandir: 1) tahlil qilinadigan jarayonning uzoq davrda rivojlanish qonuniyatlari yo'nalishi tendensiyasi, 2) tahlil qilinadigan jarayonda ayrim hollarda uchraydigan mavsumiy tarkibiy qismlar; 3) davriy tarkibiy qismlar; 4) tasodifiy omillar sababi yuzaga keladigan tasodifiy tarkibiy qism.

Rivojlanish yo'nalishi (tendensiyasi) rivojlanishining uzoq muddatli evolyutsiyani bildiradi. Dinamik qatorlarning rivojlanish yo'nalishi silliq 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'rtta darajalar yo'nalishi; dispersiya yo'nalishi; avtokorrelatsiya yo'nalishi mavjuddir.

O'rtta daraja yo'nalishi f_t ko'rinishda funksiya bo'ladi. Dispersiya yo'nalishi - vaqtli qatorlarning empirik qiymatlarining trend tenglamalari yordamida aniqlangan qiymatlaridan chetlanish. Avtokorrelatsiya yo'nalishi - vaqtli qatorlarning darajalari o'rtasidagi bog'liqliklarning o'zgarishi.

Iqtisodiy-ijtimoiy jarayonlarni modellashtirish keng tarqalgan usuli vaqtli qatorlarni tekislash usulidir. Tekislash har xil usullar mavjud bo'lib, ularning eng asosiy qatorlarning amaldagi qiymatlarini hisoblab topilganlari bilan almashtirishdir.

Chiziqli trendlar keng tarqalgan bo'lib ularni umumiy holda quyidagicha yozamiz:

$$\bar{y}_t = \sum_{r=-q}^s a_r y_{t+r} \quad (1)$$

Bu yerda:

\bar{y}_t - t davrda tenglama qiymatlarini tekislash;

a_r - t davrdan masofada turgan qatorlar darajasining vazni;

s - t davrdan so'ng darajalar soni;

q - t davrgacha bo'lgan darajalar soni.

a_r vazni qabul qiladigan qiymatlarga qarab (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 :

$$\bar{y}_t = a_0 a_1^t$$

$$\bar{y}_t = a_0 a_1^{kt + b_1 t^2}$$

$\bar{y}_t = b + a_0 a_1^t$ 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 ye - natural logarifm asosi

4) Gompers egri chizigi:

$$\bar{y}_t = k a_0^t$$

Egri chizikli aniqlashning boshqa yo'li birinchi, ikkinchi va x.k. darajalar ayirmasini topishdan iboratdir ya'ni:

$$\Delta_1 = y_t - y_{t-1}, \quad \Delta_2 = \Delta_1 - \Delta_{1,t-1}, \quad \Delta_3 = \Delta_2 - \Delta_{2,t-1}$$

Bu jarayon ayirmalar bir-biriga tenglashguncha davom etadi.

12.4. Bashoratda ekstrapolyatsiya usullaridan foydalanish.

O'rtacha absolyut o'sish bo'yicha ekstrapolyatsiya. Bashorat iqtisodiy rivojlanish variantlarini avvalgi rivojlanish omillari va yo'nalishlari bashorat qilinish davrida ham saqlanib qoladi degan gipoteza kelib chiqib aniqlaydi. Bunday gipoteza qilishga iqtisodiy holat va jarayonlarning yetarlicha inertligi sabab bo'ladi.

Dinamik qatorlarning ekstrapolyatsiyasi asosida bashorat qilish har qanday statistik bashoratlashlar singari erishilishi lozim bo'lgan aniq maqsadga yo'naltirilgan yoki intervalli bo'lishi mumkin.

Ekstrapolyatsiyani umumiy holda quyidagi funksiya qiymatini aniqlash deb qarash mumkin.

$$y_{t+l} = f(y_t, l, a_j)$$

bu yerda y_{t+l} - dinamik qatorning bashorat qilinadigan qiymati;

l - oldindan aytilishi lozim bo'lgan davr;

y_t - ekstrapolyatsiyaga asos qilib olingan qatorlar darajasi;

a_j - trend tenglamalari parametrlari.

Bir o'lchamli dinamik qatorlar ekstrapolyatsiyalashning eng oddiy usuli shu qatorlarning o'рта xarakteristikasini qo'llash hisoblanadi:

- o'rtacha darajalar, o'rtacha absolyut o'sish va o'sishning o'rtacha tezligi.

Qatorlarning o'rtacha darajasi asosida ijtimoiy-iqtisodiy holatlarni ekstrapolyatsiyalashda bashorat qilinuvchi daraja qatorlar darajasining o'rtacha qiymatiga teng bo'ladi:

$$y'_{t+l} = \bar{y}$$

Bu holda ekstrapolyatsiya 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 bashorat 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 mezoni qiymati

$S_{\bar{y}}$ - o'rtacha kvadrat xatolik va u $S_{\bar{y}} = \frac{S}{\sqrt{n}}$ yordamida aniqlanadi.

O'rtacha absolyut o'sish bo'yicha ekstrapolyatsiya. Agar rivojlanish yo'nalishi chiziqli deb qabul qilinsa, ekstrapolyatsiya o'rtacha absolyut o'sish bo'yicha amalga oshiriladi.

$$\sigma_{\text{qol}}^2 \leq \rho^2 \quad \rho^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sum \Delta_i}{n}$$

bu yerda σ_{qol}^2 - dispersiya qoldig'i

$\sum \Delta_i$ - ning boshlang'ich va oxirgi qiymatlari oralig'idagi o'sish miqdori

Bizni kiziqtirgan $y_{i,t}$ ning bashorat qiymatlarini topish uchun absolyut o'sish $\bar{\Delta}$ ni aniqlash lozim. Keyin y_i ning ekstrapolyatsiyalashga asos qilib olingan dinamik qator darajalarini aniqlab olib ekstrapolyatsiya formulasini quyidagicha yozamiz.

$$y_{i,t} = y_i + \bar{\Delta}t,$$

t - oldindan aniqlanish davri.

O'rta o'sish tezligi bo'yicha ekstrapolyatsiya dinamik qatorlar ko'rsatkichni egri chiziq yo'nalishida bo'ladi degan xulosaga asoslanadi. Bunda bashorat qilinadigan qator quyidagicha aniqlanadi:

$$y_{i,t} = y_i \bar{T}_p^t$$

\bar{T}_p - o'rta geometrik formula yordamida hisoblangan o'sishning o'rtacha tezligi.

Trendlarning ekstrapolyatsiyalashning uchala usullari ham oddiy usullardir.

12.5.O'rtacha absolyut usuli bo'yicha ekstrapolyatsiya.

Agar rivojlanish yo'nalishi chiziqli deb qabul qilinsa ekstrapolyatsiya o'rtacha absolyut o'sish bo'yicha amalga oshiriladi.

$$\sigma_{\text{xon}}^2 \leq \rho^2 \quad \rho^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sum \Delta_i}{n}$$

σ_{xon}^2 - dispersiya qoldig'i

$\sum \Delta_i$ - ning boshlang'ich va oxirgi qiymatlari oralig'idagi o'sish miqdori.

Bizni qiziqtirgan $y_{i,t}$ ning bashorat qiymatlarini topish uchun absolyut o'sish $\bar{\Delta}$ ni aniqlash lozim. Keyin y_i ning ekstrapolyatsiyalashga asos qilib olingan dinamik qator darajalarini aniqlab olib ekstrapolyatsiya formulasini quyidagicha yozamiz.

$$y_{i,t} = y_i + \bar{\Delta}t$$

t - oldindan aniqlanish davri

O'rta o'sish tezligi bo'yicha ekstrapolyatsiya dinamik qatorlar ko'rsatkichni egri chiziq yo'nalishida bo'ladi degan xulosaga asoslanadi. Bunda bashorat qilinadigan qator quyidagicha aniqlanadi:

$$y_{i,t} = y_i \bar{T}_p^t$$

\bar{T}_p - o'rta geometrik formula yordamida hisoblangan o'sishning o'rtacha tezligi.

Trendlarning ekstrapolyatsiyalashning uchta usullari ham oddiy usullardir.

Qisqa xulosalar.

Bashoratlashda ekstrapolyatsiya usuli o'rganiladigan ob'ektning rivojlanishiga taalluqli bo'lgan omillarning doiraviylik, o'zgarimaslik shartiga asoslangan bo'lib, ob'ektning o'tmishdagi va shuncha asoslanib kelajakdagi rivojlanish qonuniyatlarini o'rganadi.

Dinamik qatorlarning o'zgarish darajalariga qarab ekstrapolyatsiya oddiy va murakkab bo'lishi mumkin. Bashoratlashning oddiy ekstrapolyatsiya usuli tenglamalarining absolyut qiymatlari, qatorlarning o'rta qiymatlari o'rtacha absolyut o'sish va o'sishning o'rtacha tezligi nisbatan o'zgarimas qiymatlarga ega degan xulosaga asoslangan. Bashoratning murakkab ekstrapolyatsiya usuli, trendni ifodolovchi statistik formulalarni qo'llashga asoslangan bo'lib ikki turga: moslashgan va analitik turlarga bo'linadi. Qisqa muddatga bashoratlash keng qo'llaniladigan bashoratlash usuli ekstrapolyatsiya usulidir. Ekstrapolyatsiya usuli bashoratlashni odatda bir o'lchamli vaqtlar qatori asosida amalga oshiradi. Ma'lumki bir o'lchamli vaqt qatorlarini modellar usullari iqtisodiy ko'rsatkichlarning dinamik qatorlarga asoslangan bo'lib quyidagi to'rt tarkibiy qismlardan tashkil topgan.

Iqtisodiy-ijimoiy jarayonlarni modellarining keng tarqalgan usuli vaqt qatorlarni tekislash usulidir. Tekislashgan har xil usullari mavjud bo'lib ularning eng asosiylari qatorlarning amaldagi qiymatlarini hisoblab topilganlari bilan almashtirishdir.

Bashorat iqtisodiy rivojlanish variantlarini avvalgi rivojlanish omillari va yo'nalishlari bashorat qilinish davrida ham saqlanib qoladi degan gipoteza kelib chiqib aniqlaydi. Bunday gipoteza qilishga iqtisodiy holat va jarayonlarning yetarlicha inertligi sabab bo'ladi.

Dinamik qatorlarning ekstrapolyatsiyasi asosida bashorat qilish har qanday statistik bashoratlashlar singari erishilishi lozim bo'lgan aniq maqsadga yo'naltirilgan yoki intervalli bo'lishi mumkin.

Nazorat va muhokama uchun savollar.

1. Bashoratlashning ekstrapolyatsiya usuliga ta'rif bering.
2. O'rtacha absolyut o'sish bo'yicha ekstrapolyatsiya nima?
3. Ishlab chiqarish funksiyalarini bashorat modellarida qo'llash yo'llari qanday?
4. Dinamik qatorlarning rivojlanish yo'nalishiga ta'rif bering?
5. Trend deganida nimani tushunasiz?
6. Tasodifiy tarqibiy qismini qanday tushunasiz?
7. Chiziqli trendlarni ko'rsating.
8. Egri chiziq deganida nimani tushunasiz?
9. Gompers egri chizig'ini ko'rsating.
10. O'rtacha kvadrat xatolikni qanday tushunasiz?

Asosiy adabiyotlar

1. Эконометрика. Учебник. /под ред. проф. И.И.Елисеевой. -М.: Финансы и статистика, 2004.
2. Замков О.О. и др. Математические методы в экономике :Учебник.- М.: Изд-во «Дело и сервис»,2004.-368С.
3. Ивашев-Мусатов О. С. Теория вероятностей и математическая статистика. Учеб. пособ. 2-е изд. М.:ФИМА,2003.- 224с.
4. Захарченко А.И. Бизнес статистика и прогнозирование в MS Excel. -М.: Изд. дом. «Вильямс», 2004.
5. Горбунов В.К. Математическая модель потребительского спроса.Теория и прикладной потенциал. М.: Экономика, 2004.-174с.

Internet saytlari

1. www.rosinf.ru – «Rosinformresurs» birlashmasining serveri. Loyihalashtirilayotgan va ishlab chiqilayotgan axborot mahsulotlari va xizmatlari haqida axborotlar.
2. www.icsti.ru – ilmiy va texnik axborotlar halqaro markazining serveri. Turli bilimlar sohasi bo'yicha ma'lumotlar bazasiga kirish imkoniyatini va chet el miliy hamda halqaro EHM tarmoqlariga kirishni ta'minlaydi.
3. www.msu.ru – MDU serveri. Fanlar bo'yicha namunaviy, ishchi dasturlari, elektron adabiyotlarni olishni ta'minlaydi.
4. www.mesi.ru – Moskva iqtisod-statistika instituti serveri. Fanlar bo'yicha namunaviy, ishchi dasturlari, elektron adabiyotlarni olishni ta'minlaydi.

13-Bob. Mavsumiy tebranishlar

13.1. Mavsumiy tebranishlar to'g'risida tushuncha.

Ekonometrik modellar turkumi, ijtimoiy-iqtisodiy bog'liqlikni kengroq yoritgan holda, ayniyat va yagona usulda aniqlandigan regression ko'paytmalardan tarkib topgan bo'lib, shu sababdan ularni boshlang'ich shaklida tuzilmaviy tenglama deb ataydilar. Tuzilmaviy tenglamalarning o'ng tomoni avvaldan aniqlangan o'zgaruvchilardan iborat bo'lib, ular tizimning kechikuv endogen o'zgaruvchilar va qator egzogen o'zgaruvchilardan tashkil topgan. Har bir tenglamada bitta qidirilayotgan endogen o'zgaruvchi ishtirok etadi. Bularga qo'shimcha tarzda ayrim modellar o'ziga ayniyat va tenglamalarni ham kiritgan bo'lib, bularning o'lchamlari baholanmaydi, balki aprior asosida beriladi.

Ekonometrik tenglamalarning tuzilmaviy tizimi va ularning o'lchamlari iqtisodiy taxlilda salmoqli qiziqishga ega bo'lib, iqtisodiyotning asl moxiyatini tushunishga imkon yaratib, qarorlar qabul qilishda muhim qurol bo'lib xizmat qiladi.

Tarmoqni majmui ekonometrik tenglamalari tizimini shakllantirish o'rinda vujudga kelgan O'zbekistonda qishloq xo'jaligining rivojlantirishning asosiy tendentsiyalari va qonuniyatlarini sifatli tahlili, uning iqtisodiy o'sish dinamikasining yaxlitligi bilan tavsiflanadigan asosiy iqtisodiy o'lchamlari orasidagi bog'liqlikni o'rganish imkoniyatini berdi. Qishloq xo'jaligining rivojlanishini modellashtirish va oldindan taxmin qilishda, keyinchalik quyidagi belgilashlar qabul qilindi.

Endogen o'zgaruvchilar: $\Delta K_t^\alpha, K_t^\alpha$ - qishloq xo'jaligiga mo'ljallangan asosiy ishlab chiqarish fondlarini sof o'sishi va o'lchami, mln. so'm; A_t^α - asosiy ishlab chiqarish fondlarining amortizatsiya fondlari miqdori, mln. so'm; I_t^α, I_t^{α} - qishloq xo'jaligiga, jumladan suv xo'jaligi qurilishiga qo'yiladigan kapital qo'yilmalarning umumiy hajmi mln. so'm; $\Delta N_t, N_t$ - qishloq xo'jaligidagi umumiy ekin maydonlari o'sishi va o'lchamlari, ming ga; H_t - qishloq xo'jaligiga yetkazib beriladigan mineral o'g'itlar miqdori ming tonna; L_t^α - ishtirok etadigan ishlovchilarning o'rtacha yillik miqdori, ming kishi; P_t^α ba Y_t^α - qishloq xo'jaligidagi yalpi va sof mahsulotning hajmi, mln. so'm; M^α - qishloq xo'jaligidagi materil harajatlari, mln so'm.

Kechikuvchi endogen o'zgaruvchilar: $K_{t-1}^\alpha, L_{t-1}^\alpha, Y_{t-1}^\alpha$ - asosiy ishlab chiqarish fondlari, ishlovchilar soni va $t-1$ yilda sof mahsulot hajmi.

Avaldan aniqlangan o'zgaruvchilar: $I_{t-1}^\alpha, I_{t-2}^\alpha$ ba I_{t-2}^α - qishloq xo'jaligiga ishlab chiqarish kapital qo'yilmalarning t - yildagi bir, hamda ikki yilga kechikishi bilan hajmi, mln. so'm; S_t - respublikaning jamg'arma fondi, mln. so'm; P_{inp} - sanoatning yalpi mahsulot hajmi, mln. so'm; T - vaqt; Q - suv resurslar hajmi, mlrd. m³.

Ekonometrik modelda 8 ta oldindan aniqlangan va kechikayotgan o'zgaruvchili 12 ta tenglama bor. Ular chiziqli tenglamalar yechish algoritmlaridan birining yordamida yechish mumkin. Model nisbatan agrigirlangan va mos shaklda qishloq xo'jaligi rivojlanishining hal qiluvchi parametrlarining asosiy bog'liqliklarini aks

ettiradi, hamda tarmoqning o'sish sur'atlarini sifat va miqdor ko'rsatkichlarini yillar bo'yicha va uzoq muddatli davrga hisob-kitobini ko'zda tutadi.

Ekonometrik model rekursiv va dinamik hisoblanib, tarmoq rivojining dinamikadagi qonuniyatlarini tasavvur etish imkoniyatini yaratadi. Model o'lchamlari mustahkam bo'lib, demakki, qisqa muddatli va uzoq muddatli multiplikatorlarni hisoblash mumkin.

Model teskari aloqalarning bir asosiy zanjiriga ega:

$$K_t^{ca} \rightarrow P_t^{ca} \rightarrow Y_t^{ca} \rightarrow S_t \rightarrow I_t^{ca} \rightarrow I_t^{ca} \rightarrow \Delta K_t^{ca} \rightarrow K_t^{ca} \quad (1)$$

Bu o'zgaruvchilar ekonometrik modelning asosiy negizini tashkil qiladilar. Shu bilan birgalikda S_t , I_t^{ca} parametrlari, ekonometrik modellarini yechish yo'li bilan hosil qilinadi.

Qishloq xo'jaligidagi moddiy harajatlarning yalpi mahsulot hajmiga bog'liqligi aks ettiruvchi (1) tenglama, qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishidagi sof mahsulot hajmini topish va oldindan aytib berish uchun nazorat qiymatiga ega. Model faqatgina oldindan aytib berish qiymatiga ega bo'ligina qolmasdan, undan, oldindan aniqlangan o'zgaruvchilarga oid axborotga ega bo'lgandagi reja bajarilishining nazaroti uchun ham ishlatilishi mumkin, ya'ni amalda qishloq xo'jaligidagi ishlab chiqarishga bog'liqlikni solishtirishning zarur vositasi hisoblanadi.

Tuzilmaviy ekonometrik model umumlashtirib, oddiy shaklga ega bo'lishi mumkin:

$$BX_t + CZ_t = \eta_t, \quad (2)$$

bunda X_t - n endogen o'zgaruvchilarning vektori; Z_t - m ekzogen o'zgaruvchilarning vektori; η_t - n xatolarning vektori.

(2) tizimning har bir tenglamasi iqtisodiy ko'rsatkichlardan biri o'zgarishi qonuniyatlari o'zgarishini yoritib beradi. Ekonometrik modelning mo'ljallanishi shundan iboratki, ya'ni, qanday usulda (Z_t) ekzogen o'zgaruvchilar va ayrim (η_t) tasodifiy xatolar qiymatlari asosida endogen o'zgaruvchilar qiymatlari aniqlanishini belgilashdir.

Agar matritsa o'ziga bo'lsa, tuzilmaviy modeldan keltirilgan modelga o'tsa bo'ladi. Bunda har bir endogen o'zgaruvchilarning va ayrim tasodif og'ishmalarning funksiyasi hisoblanadi. Shuning uchun:

$$X_t = AZ_t + \varepsilon_t, \quad (3)$$

bunda

$$A = -B^{-1}C; \quad \varepsilon_t = B^{-1}\eta_t. \quad (4)$$

Ekonometrik modelning keltirilgan formulasidan bevosita oldindan aytib berish uchun foydalanish mumkin, chunki masala oldindan aniqlangan o'zgaruvchilarning taxmin qilingan qiymatlariga mos keladigan endogen o'zgaruvchilar qiymatlarini topishdan iborat.

Tuzilmaviy va keltirilgan parametrlar orasida bir jihatli moslikning mavjudligi identifikatsiyalash muammolari bilan bog'liq. Uning ahamiyati ayniqsa eng kichik kvadratlari bevosita usulida tenglamalar o'lchamlarini baholashda juda salmoqli. Identifikatsiyalash keltirilgan shaklning hisoblangan parametrlari asosida tuzilmaviy parametrlarni aniqlash mumkinligi savolga javob beradi. Natijada identifikatsiya dastlabki ko'rsatkichlar muammosiga emas, balki o'ziga xoslik muammosiga borib taqaladi.

Ekonometrik modellar yuqori identifikatsiyalangan, to'la identifikatsiyalanmagan va aniq identifikatsiyalangan darajasiga ega bo'ladi. Birinchi modellar keltirilgan shakl koeffitsientlari asosida ikki va undan ortiq bir tuzilmaviy parametr qiymatlarini olish mumkin bo'lsa; ikkinchi modellar esa keltirilgan shakl koeffitsientlari asosida tuzilmaviy parametrlarni aniqlashga imkoniyat bermasa, o'zo'miga ega bo'ladi; aniq identifikatsiyalangan modelda tuzilmaviy tenglamalar parametrlari faqat keltirilgan shakl koeffitsientlari asosida aniqlanadi.

13.2. Ekonometrik modellarda identifikatsiya muammolari

Har bir ekonometrik model uch jihatga ega: matematik mazmun, matematik tuzilma va statistik afzallik. Mantiqiy borliq va modelni tugallanganligi uning matematik shakli bilan aniqlanadi. Statistik tavsifi uni parametrlarini baholash jarayoni bilan aniqlangan. Agar model statistik nuqtai-nazardan to'liq baholanmagan bo'lsa, bu holda haqqoniy axborot olingan taqdirda ham parametrlar yetarli darajada asoslanmagan bo'ladi. Ekonometrikda bu modelni identifikatsiya muammosi deb ataladi. Ushbu muammoni yechish yo'llarini ko'ramiz. Tadbirkor ishlab chiqargan X tovar uchun oddiy statik ekonometrik modelni ko'rib o'tamiz:

$$X_d = \alpha_0 + \beta_0 P + u \quad (5)$$

$$X_s = \alpha_1 + \beta_1 P + v \quad (6)$$

$$X_d = X_s \quad (7)$$

Bu modelda X_d va X_s mos holda tovar talabi va taklifining miqdori, P - tovar narxi, u va v turli tasodifiy o'zgaruvchilar, α_0 , α_1 , β_0 , va β_1 - regressiya parametrlari. Agar α_0 , va α_1 doimiyalar ma'lum bo'lsa bu holda ushbu uchta tuzilmaviy tenglamalar muvozanat narx va tovar miqdorini topish uchun yechilishi mumkin. Sotilayotgan tovarning haqiqiy narxi va haqiqiy miqdori talab va taklif funksiyalarining kesishishi natijasi hisoblanadi.

Parametrlarni berilgan qiymatlari uchun juft (R,X) mavjud va bu geometrik tarzda talab funksiyasi va taklif funksiyasini kesishish nuqtasi sifatida keltirilishi mumkin. Faraz qilamizki, bizni tanlanmamiz har bir davrdagi muvozanat narxni va tovar miqdorini ko'rsatuvchi ikki vaqtli ma'lumotlardan tashkil topgan. Bunda ushbu savol tug'iladi: qaysi tenglama kuzatilgan ma'lumotlarni nisbatan aniqroq aks ettiradi?

Vaqtli tanlanma tarqoqlik nuqtalari sifatida joylashishi mumkin. Tarqoqlik nuqtalari, holatini aniqlash joiz. Bu hodisa identifikatsiyaga ta'luqli bo'lib,

tadqiqotchilar unga barcha ekonometrik modellarni qurishda duch keladilar. Ayni paytda esa ma'lumotlar talab va taklif funksiyasini yoki ular aralashmasini identifikatsiya qilish, yoki qilmasligini aniqlash lozim. Ma'lum shartlarni qabul qilgan holda quyidagi natijalarni olamiz:

1) Faraz qilamizki, talab funksiyasi vaqt davomida o'zgar olmaydi, taklif funksiyasi esa sezilarli tarzda siljiydi. Bu holda yuqorida ko'rsatib o'tilgan modelda talab funksiyasi doimiy, taklif funksiyasi parametrlari esa o'zgaradi. Agar talab tenglamasi taklif tenglamasiga nisbatan barqaror bo'lsa, bu holda narxdagi va sotuv miqdoridagi o'zgarishlar taklif egrisining siljishiga bog'liq bo'ladi. Demakki, talab egrisi ma'lumotlar bilan identifikatsiyalangan. Ushbu xodisaga misol tariqasida qishloq xo'jaligi mahsulotlari taklifi funksiyasini keltirish mumkin.

2) Faraz qilamizki talab egrisi sezilarli darajada siljigan holda taklif egrisi o'zgar mas. Bu avvalgi misolning butunlay qarama-qarshisi. Taklif funksiyasi parametrlari (ishlab chiqarish omillari narxi, texnologik sharoitlar) unchalik sezilmaydigan tarzda o'zgaradi yoki umuman o'zgar olmaydi lekin ayni vaqtning o'zida talab egrisi parametrlari anchagini o'zgaradi. Taklif nuqtalarining joylashishi taklif egrisini identifikatsiyalaydi. Bu holda statik ma'lumotlar taklif funksiyasining hisoblash uchun foydalanilishi mumkin lekin talab egrisini ushbu ma'lumotlar asosida hisoblash ancha mushkul.

3) Faraz qilamizki ikki funktsiya (talab va taklif) sezilarli darajada siljiydi. Bu nisbatan umumiy holat. Bu holatda talab funksiyasi ham, taklif funksiyasi ham xaqiqiy ma'lumotlar asosida identifikatsiya qilinmaydi.

Ko'rib o'tilgan vaziyatlar identifikatsiya roli haqida kengroq tushuncha olish imkonini beradi. Identifikatsiyaning uch holati xaqida gapirish mumkin. Birinchi holatda identifikatsiya qilinmaydi; Bunda parametrlarning barcha to'plami faqatgina statistik tarzda hisoblanishi mumkin emas. Ikkinchi holatda model aniq identifikatsiya qilinadi. Bu shunday vaqtda ro'y beradiki, bunda tuzilmaviy tenglamaning barcha parametrlarining samarali bahosini olish imkoniyati bor. Uchinchisida esa model yuqori darajada identifikatsiya qilinadi, bunda chyeklovchi shartlar asosida tuzilmaviy parametrlarni hisoblash imkoni bor.

Shunday qilib, agar modeldagi bir tenglama to'liq identifikatsiya qilinmasa, model ham to'liq identifikatsiya qilinmagan model deb ataladi. Xuddi shunday ya'ni model yuqori darajada identifikatsiya qilingan bo'lsa. Bunday model nostoxastik hisoblanadi. Bu shuni anglatadiki ya'ni tanlanma ma'lumotlarni miqyosi va aniqligiga qaramay tuzilmaviy parametrlar statistik tarzda hisoblanishi mumkin emas. Boshqa tarafdin olib qaraganda, yuqori darajada identifikatsiya qilingan modelning barcha parametrlari eng yaxshi tanlanma ma'lumotlar yoki uzoq davr mobaynida olib borilgan hisob-kitoblar asosida topilishi mumkin. Bu yerdan to'liqmas va yuqori darajada identifikatsiyalangan modellar o'rtasidagi farq kelib chiqadi.

13.3. Regression model o'zgaruvchilarini nochiziqiligi va uni hal etish usullari.

Yuqorida biz eng kichik kvadratlar usuli yordamida baholanadigan chiziqli modellarni tuzish usullarini ko'rib o'tdik. Chiziqli model yetarli darajada egiluvchan

(barqaror) bo'lgani regressiyani turli shakllari ko'rinishlariga yo'l qo'ygani bilan ko'pgina foydali funksional shakllarga ega emas. Quyida biz o'z parametrlari nochiziqli hisoblangan modellarni tekshirib chiqamiz. Quyidagi formula regression modelni umumiy ko'rinishi hisoblanadi:

$$y_i = h(x_i, \beta) + \varepsilon_i \quad (8)$$

Chiziqli model hususiy holatda bo'lishi mumkin. Lekin bu hol unga bir qancha imkoniyatlarni beradi. Masalan quyidagi model chiziqliga aylantirilishi mumkin emas:

$$y = \beta_1 + \beta_2 e^{\beta_3 x} + \varepsilon \quad (9)$$

U chiziqli aylanadir, qachonki quyidagi tenglama ham nochiziqli hisoblansa:

$$y = \beta_1 x_1^{\beta_2} x_2^{\beta_3} + e^{\varepsilon} \quad (10)$$

Lekin bizni tahlil uchun u chiziqli regression model sifatida ko'riladi. Ikkinchisi tenglamani ikki tarafini logarifmlash orqali chiziqiga aylantiriladi.

Regression tahlilning kontekstida (8) model parametrlarini baholashni qo'llovchi usul yordamida tavsiflash mumkin.

Quyidagilar (9) funktsiya parametrlarining eng kichik kvadratlar usuli yordamida baholash uchun birlamchi shart hisoblanadi:

$$\frac{\partial S(\beta)}{\partial \beta_1} = -2 \sum_i [y_i - \beta_1 - \beta_2 e^{\beta_3 x_i}] = 0 \quad (12)$$

$$\frac{\partial S(\beta)}{\partial \beta_2} = -2 \sum_i [y_i - \beta_1 - \beta_2 e^{\beta_3 x_i}] e^{\beta_3 x_i} = 0 \quad (13)$$

$$\frac{\partial S(\beta)}{\partial \beta_3} = -2 \sum_i [y_i - \beta_1 - \beta_2 e^{\beta_3 x_i}] x_i \beta_2 e^{\beta_3 x_i} = 0 \quad (14)$$

Bu tenglamalar umumiy yechimga ega emas. Ayrim yo'l qo'yishlardan so'ng nochiziqli regression modelni quyidagi usul yordamida aniqlamiz.

Ta'rif. Nochiziqli regression model bu yerda tenglamalar yordamida keltirilganki, bu tenglamalar uchun parametrlarning eng kichik kvadratlar usuli yordamida baholashni birlamchi shartlari nochiziqli funktsiya hisoblanadi.

Shunday qilib, chiziqsiz hisoblash texnikasi atamalarida keltirilgan bo'lib, ushbu atamalar regressiya funktsiyasi shaklini emas, balki parametrlarini baholash uchun qullaniladi.

Quyida keltirilgan model nochiziqli model hisoblanadi:

$$y = h(x, \beta) + \varepsilon \quad (15)$$

Nochiziqli regression modellar uchun olingan ko'pgina natijalar β_0 bo'lganda $h(x, \beta)$ Teylor funktsiyasi chiziqli shaklga keltirilishiga asoslangan:

$$h(x, \beta) \cong h(x, \beta^0) + \sum_k \frac{\partial h(x, \beta)}{\partial \beta_k} \Big|_{\beta=\beta^0} (\beta_k - \beta_k^0) \quad (16)$$

Yuqoridagi model chiziqlashtirilgan regression model deb ataladi. O'xshash hadlarni keltirilgan holda quyidagini olamiz:

$$h(x, \beta) \cong h(x, \beta^0) + \sum_k \beta_k^0 \frac{\partial h(x, \beta)}{\partial \beta_k} \Big|_{\beta=\beta^0} + \sum_k \beta_k \frac{\partial h(x, \beta)}{\partial \beta_k} \Big|_{\beta=\beta^0} \quad (17)$$

Aytaylik, \tilde{x}_k k - dаражадаги $\partial h(x, \beta^0) / \partial \beta_k^0$ xususiy hosilaga teng bo'lsin.

Ma'lum β_0 qiymat uchun u noma'lum parametrlarni funktsiyasi emas, balki tanlanma funktsiya hisoblanadi. Endi quyidagiga ega bo'lamiz:

$$h(x, \beta) \equiv \left[h^0 - \sum_i \tilde{x}_i^0 \beta_i^0 \right] + \sum_i \tilde{x}_i^0 \beta_i^0 - h^0 - \tilde{x}^0 \beta^0 + \tilde{x}^0 \beta^0 \quad (18)$$

Ma'lum bo'lgan hadlarni tenglamaning chap tarafiga qo'yib regression modelni olamiz:

$$\tilde{y}_0 = y - h^0 + \tilde{x}^0 \beta^0 - \tilde{x}^0 \beta^0 + \varepsilon^0 \quad (19)$$

Eng kichik kvadratlar usuli - parametrlarni baholashning eng qulay usuli. Ko'p sonli tahliliy natijalar statistika uchun olingan bo'lib, bu statistika, masalan asoslilikni va asimptotik me'yoriylilikni baholashda qo'llaniladi. Lekin, xatolar me'yoriy taqsimlangan holdan tashqari boshqa barcha hollarda ushbu usul samarali baholash uchun hizmat qilishiga ishonch hosil qilish mushkul.

Asimptotik natijalarni olish uchun biz $((1G'n)X'X)$ tanlanma momentlar matritsasi musbat aniqlangan Q matritsaga mos tushadi deb taxmin qilamiz. Shunga o'xshash tarzda, biz xuddi shartlarni ular parametrlarni xaqiqiy qiymatlarida hisoblangan holda chiziqilashtirilgan modellarni erkin o'zgaruvchilarga qo'yamiz. Shuning uchun quyidagi kelib chiqadi:

$$p \lim \left(\frac{1}{h} \right) \tilde{X} \tilde{X}' = p \lim \left(\frac{1}{h} \right) \sum_i \left[\frac{\partial h(x_i, \beta^0)}{\partial \beta^0} \right] \left[\frac{\partial h(x_i, \beta^0)}{\partial \beta^0} \right]' = \tilde{Q} \quad (20)$$

bunda Q - musbat aniqlangan matritsa.

Boshqatarafdan olib qaraganda, eng kichik kvadratlarni nochiziq usul bahosini asimptotik xususiyatlari berilgan. Bu holda \tilde{X} xosilalari regressiya tenglamasini erkin o'zgaruvchilari sifatida ko'rib o'tilgan edi.

(20) matrisa musbat aniqlangan matritsa bilan mos tushishi oid shartlar o'z ichiga X erkin o'zgaruvchilari matritsasi ustunlari chiziqli erkinligini anglatuvchi cheklamalarni olgan.

Eng kichik kvadratlarni nochiziqli usulida funktsiya mezoni bo'lib quyidagicha hisoblanadi:

$$S(b) = \sum_i [y_i - h(x_i, b)]^2 = \sum_i e_i^2 \quad (21)$$

Og'ish kvadratlari minimumi uchun birlamchi shart bo'lib quyidagi hisoblanadi:

$$g(b) = -2 \sum_i [y_i - h(x_i, b)] \frac{\partial h(x_i, b)}{\partial b} = 0 \quad (22)$$

Shuni ta'kidlash kerakki, quyidagi formula chiziqli model shartlari bilan mos tushadi va nochiziqli optimallashtirish standart masalasi hisoblanadi:

$$g(b) = -2 \tilde{X}' e$$

Ushbu masala miqdoriy usulda hal qilinishi mumkin. ushbu holatda ko'pincha Gauss-Nyuton usuli qo'llaniladi.

Ayrim hollarda vektor-parametr yangicha rol o'ynashi mumkin. Bu holda hisoblashlar yangidan amalga oshiriladi. Iteratsiya, vektorlarni keyingi parametrlari bilan mos tushishi taxmin bo'yicha farq kichraymagunga qadar davom ettiriladi.

Bu usulni ustunliklaridan biri shuki, bunda \tilde{Q}^{-1} baho iteratsiyasi natijasi, σ^2 o'lchash ko'paytuvchini chyetlagan holda, asimptotik kovariatsion matritsani aniq

bahosini beradi. σ^2 bahoni asosligini quyidagi qoldiqdan foydalangan holda o'ratish mumkin:

$$\sigma^2 = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_i [y_i - h(x_i, b)]^2 \quad (23)$$

IG'n-k to'g'rilangan erkinlik darajasi katta ahamiyatga ega emas, chunki barcha natijalar asimptotik harakterga ega. (23)

baho maksimal aqiqatga yaqinlik bahosi hisoblanadi. Ko'rsatilganki:

$$b \xrightarrow{e} N\left[\beta, \frac{\sigma^2}{n} Q^{-1}\right], \quad (25)$$

bunda

$$Q = p \lim \left(\frac{\tilde{X}\tilde{X}}{n} \right) \quad (26)$$

Taxminni tekshirib ko'rish va xulosa chiqarish avvaliga bo'limlardan qo'llangan usullar yordamida amalga oshirish mumkin. Muammo regressiyani muvofiqlik mezonini baholashda vujudga keladi. Unda

$$R^2 = 1 - \frac{\sum e_i^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2} \quad (27)$$

va bu noldan birgacha bo'lgan qiymatlarni qabul qiladi. Lekin bu kattalik aloqa zichligini yanada aniqroq tarzda yoritib beradi.

Qisqa xulosalar.

Ekonometrik modellar turkumi, ijtimoiy-iqtisodiy bog'liqlikni kengroq yoritgan holda, ayniyat va yagona usulda aniqlandigan regression ko'paytmalardan tarkib topgan bo'lib, shu sababdan ularni boshlang'ich shaklida tuzilmaviy tenglama deb ataydilar. Tuzilmaviy tenglamalarning o'ng tomoni avvaldan aniqlangan o'zgaruvchilardan iborat bo'lib, ular tizimning kechikuv endogen o'zgaruvchilar va qator egzogen o'zgaruvchilardan tashkil topgan. Ekonometrik tenglamalarning tuzilmaviy tizimi va ularning o'lchamlari iqtisodiy taxlilda salmoqli qiziqishga ega bo'lib, iqtisodiyotning asl mohiyatini tushunishga imkon yaratib, qarorlar qabul qilishda muhim qurol bo'lib xizmat qiladi.

Ekonometrik model rekursiv va dinamik hisoblanib, tarmoq rivojining dinamikadagi qonuniyatlarini tasavvur etish imkoniyatini yaratadi. Model o'lchamlari mustahkam bo'lib, demakki qisqa muddatli va uzoq muddatli multiplikatorlarni hisoblash mumkin.

Agar matritsa o'ziga bo'lsa, tuzilmaviy modeldan keltirilgan modelga o'tsa bo'ladi. Bunda har bir endogen o'zgaruvchilarning va ayrim tasodif og'ishmalarning funksiyasi hisoblanadi. Tuzilmaviy va keltirilgan parametrlar orasida bir jihatli moslikning mavjudligi identifikatsiyalash muammolari bilan bog'liq.

Identifikatsiyalash keltirilgan shaklning hisoblangan parametrlari asosida tuzilmaviy parametrlarni aniqlash mumkinligi savolga javob beradi. Natijada identifikatsiya dastlabki ko'rsatkichlar muammosiga emas, balki o'ziga xoslik muammosiga borib taqaladi. Ekonometrik modellar yuqori identifikatsiyalangan, to'la identifikatsiyalanmagan va aniq identifikatsiyalangan darajasiga ega bo'ladi.

Tuzilmaviy tenglamalar tizimidan keltirilgan tenglamalar tizimiga o'tish va multiplikatorlarni hisoblash usulini ko'rib chiqamiz. Oldindan aytib berish muddadlaridan farqli o'laro bunda uzoq muddatli va qisqa muddatli multiplikatorlar hisoblanadi.

Har bir ekonometrik model uch jihatga ega: matematik mazmun, matematik tuzilma va statistik afzallik. Mantiqiy borliq va modelni tugallanganligi uning matematik shakli bilan aniqlanadi. Statistik tavsifi uni parametrlarini baholash jarayoni bilan aniqlangan. Agar model statistik nuqtai-nazardan to'liq baholanmagan bo'lsa, bu holda haqqoniy axborot olingan taqdirda ham parametrlar yetarli darajada asoslanmagan bo'ladi. Ekonometrikda bu modelni identifikatsiya muammosi deb ataladi.

Nazorat va muhokama uchun savollar.

1. Mavsumiy tebranihlarda ekstropolyatsiya usulini tushuntirib bering.
2. Mavsumiy tebranihlarning xosil bulishini tushuntirib bering.
3. Bir o'lchamli vaqqli qatorlarni modellashtirish usullari.
4. Ko'p o'lchamli vaqqli qatorlarni modellashtirish.
5. Bashoratning ekstropolyatsiya usullari.
6. Ekonometrik modellarda identifikatsiya muammolari.
7. Regression model o'zgaruvchilarini nochiziqiligi va uni hal etish usullari.
8. Endogen o'zgaruvchilarning, ekzogen o'zgaruvchilarning va xatolar vektorlarning qanday tushunasiz.
9. Funksiya parametrlarning eng kichik kvadratlar usuli yordamida baholashini ko'rsating.

Asosiy adabiyotlar

1. Мур Дж.У. Экономическое моделирование в Microsoft Excel. -М.: Изд. дом. «Вильямс», 2004.
2. Эконометрика. Учебник. /под ред. проф. И.И.Елисейевой. -М.: Финансы и статистика, 2004.
3. Захарченко А.И. Бизнес статистика и прогнозирование в MS Excel. -М.: Изд. дом. «Вильямс», 2004.
4. Горбунов В.К Математическая модель потребительского спроса. Теория и прикладной потенциал. М.: Экономика, 2004.-174с.

Internet saytlari

1. www.icsti.ru – ilmiy va texnik axborotlar halqaro markazining serveri. Turli bilimlar sohasi bo'yicha ma'lumotlar bazasiga kirish imkoniyatini va chet el milliy hamda halqaro EHM tarmoqlariga kirishni ta'minlaydi.
2. www.msu.ru – MDU serveri. Fanlar bo'yicha namunaviy, ishchi dasturlari, elektron adabiyotlarni olishni ta'minlaydi.
3. www.mesi.ru – Moskva iqtisod-statistika instituti serveri. Fanlar bo'yicha namunaviy, ishchi dasturlari, elektron adabiyotlarni olishni ta'minlaydi.

«Ekonometrik modellashtirish asoslari» mavzusida Yangi pedagogik texnologiyalarni o'qitish.

Respublikamizda amalga oshirilayotgan tub islohotlar ta'lim sohasini jahon standartlari darajasiga ko'tarish, ta'lim sifatini oshirish va bu orqali noaniqlik va tavakkalchilik elementlariga ega bo'lgan bozor munosabatlari sharoitida iqtisodiyotning turli sohalarida mustaqil qaror qabul qila oladigan raqobatbardosh mutaxassis kadrlarni tayyorlashda iboratdir. Mamlakatimizda ta'lim sohasida olib borilayotgan islohotlar natijasida jahonning yetakchi mamlakatlaridagi to'plangan boy tajribalarni o'rganish orqali yangi ta'lim yo'nalishlari, yangi ta'lim standartlari joriy etila boshladi. Bunga misol qilib «Informatika va informatsion texnologiyalar» ta'lim yo'nalishini keltirish mumkin.

Ushbu ta'lim yo'nalishining 3-kurs bakalvriat talabalariga 1 va 2-semestrda «Ekonometrika» fani o'qitiladi. Fanga o'quv rejasi bo'yicha jami 140 soat ajratilgan, jumladan: 54 soat ma'ruza mashg'ulotlari, 36 soat amaliy mashg'ulotlar va 50 soat mustaqil ta'lim.

«Ekonometrika» fani o'ziga xos fan bo'lib, unda iqtisodiyot bo'yicha iqtisodiy bilimlarga matematik apparat va axborot texnologiyalarini qo'llagan holda talabalarga ekonometrik modellashtirish tamoyillarini, aniq iqtisodiy jarayonlari uchun modellar yaratishni o'rgatishdan iboratdir.

«Ekonometrik modellashtirish asoslari» mavzusini o'qitishda yangi pedagogik texnologiyalarni qo'llash xususiyatlarini ko'rib chiqamiz.

Dastlab mavzuning rejasi beriladi va ushbu mavzu 4 soatga mo'ljallanganligi uchun quyidagi 6 ta savol ko'rib chiqiladi:

1. Iqtisodiyotda ekonometrik modellashtirishning zarurligi. (20 min.)
2. Ekonometrik modellashtirish usullari tasnifi. (20 min.).
3. Ekonometrik modellashtirish bosqichlari. (40 min.).
4. Ekonometrikada optimal dasturlash usulini qo'llash. (40 min.).
5. Chiziqli va chiziqsiz dasturlashning umumiy masalasi. (20 min.).
6. Qavariq va kvadratik dasturlash masalalari. (20 min.).

Endi talabalarning vazifalarini (o'qitishdan kutiladigan natijalarni) aniqlaymiz.

Ushbu mavzuni tugatgandan so'ng talaba quydagilarni:

- «Model» va «modellashtirish» tushunchalarini ta'riflay oladi;
- Ekonometrik modellashtirishda qo'llaniladigan asosiy matematik usullar va modellarning turlarini sanab o'tadi;
- Ekonometrik modellashtirish tamoyillarini izohlay oladi;
- Iqtisodiy jarayonlarining murakkab iqtisodiy, ijtimoiy, tashkiliy, texnik tomonlarini modellashtirish xususiyatlarini ochib beradi;
- Aniq iqtisodiy jarayonlariga ekonometrik modellarni qo'llay oladi;
- Chegaralangan iqtisodiy resurslardan optimal assortimentdagi mahsulotlarni ishlab chiqarish masalasini yechishda optimal dasturlash usulidan foydalanadi;
- Ekonometrik modellashtirishda matematik yondashuvdan foydalanishga va bozor talablarini hisobga olib turli assortimentda mahsulot ishlab chiqarishga o'zining munosabatini bildiradi.

Uslubiy ko'rsatmalar: bunda talabalarga nima uchun o'qituvchining maqsadlaridan oldin o'qitishdan kutilayotgan natijalar rejalashtirilayotganligi tushuntiriladi. Bu quyidagicha amalga oshiriladi, ya'ni iqtisodiy jarayonlarini matematik modellashtirish, to'g'ridan-to'g'ri hisob-kitobdan tubdan farq qiladi. Ekonometrik modellashtirish paytida shunday qonuniyatlar aniqlanadiki, buni an'anaviy usullarda aniqlash yoki hisobga olish mumkin emas. Bundan tashqari ekonometrik modellashtirishda qo'llaniladigan axborot texnologiyalari, masalalarni yechishga sarflanadigan vaqtni ancha qisqartiradi va ko'p variantli yechimlarni olish imkonini beradi hamda qaror qabul qiluvchi shaxs ushbu variantlar orasidan eng ko'p samara beruvchi variantni tanlaydi.

O'qituvchining maqsadlari:

1. Iqtisodiy tizimlarining murakkabligini ko'rsatib berish.
2. Ekonometrik modellashtirishning zarurligi tushuntirish.
3. Talabalarga «model», «modellashtirish» va ular bilan bog'liq yangi tushunchalarni tanishtirish.
4. Ekonometrikada matematik usullar va modellarni qo'llashni asoslash.
5. Talabalarni modellashtirish tamoyillari bilan tanishtirish.
6. Ekonometrik modellashtirishning asosiy afzalliklari va kamchiliklarini tushuntirish.
7. Ekonometrikada qo'llaniladigan matematik usullar va modellarning tasniflashni tushuntirish.
8. Noaniqlik va tavakkalchilik sharoitida optimal qaror qabul qilish murakkab jarayon ekanligini asoslash.
9. Aniq iqtisodiy jarayonlari uchun iqtisodiy-matematik modellarni tuzishni o'rgatish.
10. Ekonometrik modellashtirish bo'yicha turli xil masalalarni tuzish va ularni yechish usullarini o'rgatish.
11. Olingan natijalarni tahlil qilishni o'rgatish.
12. Talabalarni bevosita dars jarayoniga faol qo'shilib ketishini ta'minlash.
13. Talabalarda iqtisodiy jarayonlarida ekonometrik modellarni qo'llashdan qoniqish hissiyotini uyg'otish va ularda kelajakdagi biznes faoliyatini olib borish niyatlarini rejalashtirish maqsadlarini shakllantirish.

Nazorat ishlari:

1. Modellashtirish usulining an'anaviy usullardan farqli tomonlari nimalardan iborat?
2. Ekonometrikada qo'llaniladigan matematik usullar va modellarning tasnifini keltiring.
3. Resurslar chegaralanganligi va ishlab chiqarish imkoniyatlarining mohiyati nimada?
4. Ekonometrik modellashtirishda qo'llaniladigan optimal dasturlash usulining mohiyati nimadan iborat?
5. Ikkilangan masalalarni tuzishdan maqsad nima? Ikkilangan baholarning iqtisodiy ma'nosini ta'riflab bering.

Mavzuni o'rganish bo'yicha quyidagi adabiyotlar tavsiya etiladi:

1. Абдуллаев О.М., Исmoilов А.А., Ишназаров А.И. Информационные технологии в решении экономических задач. –Т.: ТГЭУ, 2005.
2. Мур Дә.У. Экономическое моделирование в Microsoft Excel. –М.: Изд. дом. «Вильямс», 2004.
3. Эконометрика. Учебник. под ред. проф. И.И.Елисейевой. –М.: Финансы и статистика, 2004.
4. Захарченко А.И. Бизнес статистика и прогнозирование в MS Excel. –М.: Изд. дом. «Вильямс», 2004.

Mavzuning birinchi savoli talabalarga tushuntirib berilgandan so'ng, doskaga quyidagi iqtisodiy va matematik tushunchalar yoziladi:

- resurslar;
- optimal dasturlash modeli;
- maqsad funksiya;
- sof raqobat;
- funksiya;
- sabab-oqibat bog'lanishlar;
- model;
- chiziqli funksiya;
- raqobat;
- ekonometrik jarayonlari;
- ishlab chiqarish;
- ichki va tashqi muhit;
- tayyor mahsulotlar bozori;
- dasturiy vositalar;
- grafik usul;
- taqqoslash usuli;
- ko'p omilli model;
- optimallashtirish mezonlari.

Ushbu terminlar asosida talabalar kategorial obzor (ko'zdan kechirish) texnologiyasi yordamida ularni quyidagi jadvalga kiritadilar.

Iqtisodiy tushunchalar	Matematik tushunchalar	Iqtisodiy-matematik tushunchalar
Resurslar	Funksiya	Maqsad funksiya
Sof raqobat	Chiziqli funksiya	Ko'p omilli model
...

Talabalar yuqorida keltirilgan barcha tushunchalarni jadvalning kerakli ustunlariga yozib chiqadilar. Ba'zi bir tushunchalar to'g'risida savol-javob ham bo'lishi mumkin, ya'ni ushbu tushuncha bir paytning o'zida ham iqtisodiy, ham matematik hamda iqtisodiy-matematik tushunchalarga kirishi mumkin.

Ushbu holda talabalar kichik guruhlariga bo'linib, berilgan jadvalni kelishgan holda yoki bahs-munozara o'tkazgan holda to'ldirishlari ko'zda tutiladi.

Mavzuning birinchi savoli kirish savoli bo'lib talabalarga quyidagilarni tushuntirib oladi:

- «ekonometrika» fanning asosiy maqsad va vazifalarini;

- iqtisodiyotda ekonometrik modellashtirishning zarurligini;
- matematik usullar va modellar ahamiyatini;
- bozor munosabatlari sharoitida iqtisodiy ko'rsatkichlarning tahlili va bashoratida ekonometrik modellardan foydalanishligini.

Reja bo'yicha birinchi va ikkinchi savollar tugagandan so'ng talabalar quyidagilarni bilib oladilar va tushunchalar hosil qiladilar (kognitiv yoki bilish maqsadlari):

- «model», «modellashtirish», an'anaviy usullar, «matematik model», «modellashtirish usullari», «dinamik model», «statik model» kabi tushunchalarga ta'rif bera oladilar;

- iqtisodiy jarayonlarida qo'llaniladigan iqtisodiy-matematik modellarni va ekonometrik usularni tasniflay oladilar;

- ana'naviy usullar va matematik usullar orasidagi farqlarni aniqlay oladilar;

- murakkab iqtisodiy jarayonlarini o'rganishda ekonometrik usullar va modellarni qo'llashni tushuntira oladilar.

Uchinchi savol tugagandan so'ng talabalar quyidagilarni bilib oladilar va tushunchalar hosil qiladilar (kognitiv yoki bilish maqsadlari):

- «boqich», «maqsad», «parametr», «ichki va tashqi informatsion aloqalar», «ko'rsatkichlar», «tenglamalar va tengsizliklar», «iqtisodiy ma'lumotlar», «iqtisodiy tahlil» kabi tushunchalarga ta'rif bera oladilar;

- modellashtirish jarayonini shartli ravishda bosqichlarga bo'lish va ketma ket joylashish darajasini aniqlashni tushuntira oladilar.

Mavzuning to'rtinchi savolini boshlaganda talabalardan iqtisodiy bilimlari tekshiriladi, ya'ni ular «Iqtisodiy nazariya» va «Mikroiqtisodiyot» fanlarida olgan bilimlari qay darajada ekanligi aniqlanadi.

Buning uchun ularga ishlab chiqarish imkoniyatlari, resurslarning chegaralanganligini qanday tushunishlari bo'yicha savol beriladi. Ushbu savolga talabalar individual yoki kichik guruhlariga bo'linib javob berishlari mumkin.

O'qituvchi doskada resurslarni chegaralanganligi va ishlab chiqarish imkoniyatlari to'g'risida misollar keltirib, ularning grafiklarini chizib ko'rsatadi. Shundan so'ng aniq misolni talabalar tomonidan bajarilishini so'raydi.

Talabalar kichik guruhlariga bo'linib, topshiriqni bajaradilar.

So'ngra o'qituvchi chegaralangan resurslardan qanday samarali foydalanib, bozor talablari asosida qanday assortimentdagi mahsulotlarni ishlab chiqarish mumkin, shu bilan birga biznes korxonasi qanday foyda darajasiga erishishi mumkin? – degan savol bilan talabalarga murojaat qiladi? Va talabalarga og'zaki quyidagi test savollariga javob berishlarini so'raydi. Talabalar diagnostik test bajaradilar:

1. Chegaralangan resurslardan qanday samarali foydalanish mumkin?

a) ishlab chiqarilgan mahsulotlarni qimmat narxlarda sotish orqali;

b) foydalanilayotgan resursning chekli samaradorligi uning narxiga teng bo'lganda;

v) ishlab chiqarishda resurslardan oqilona foydalanilganda;

g) resurslarni faqat bitta sotuvchidan xarid qilganda.

To'g'ri javob b) hisoblanadi. O'qituvchi to'g'ri javob bergan talabalarning javoblarini ma'quullaydi.

Shundan so'ng o'qituvchi doskada optimal dasturlash usulini matematik formulalar, tenglamalar, tengsizlik ko'rinishida yozib, har bir formulalarda keltirilayotgan o'zgaruvchilarning ham matematik, ham iqtisodiy ma'nolarini tushuntiradi.

Optimal dasturlash usulining asosiy shartlarini tushuntirib bo'lgandan so'ng, keltirilgan barcha tenglamalar va tengsizliklarni bir sistemaga keltirib, unga optimal dasturlashning matematik modeli ekanligini ta'kidlaydi.

Ushbu model orqali yechiladigan masalalarni optimal dasturlash masalasi ekanligini ta'kidlaydi.

Optimal dasturlash modellari orqali yechilishi mumkin bo'lgan masalalarni keltirib o'tadi: resurslardan optimal foydalanish masalasi, materiallarni optimal qirqish masalasi, diyeta masalasi, firmadagi ishlab chiqarish uskunalarini optimal yuklash masalasi, fermer xo'jaliklarida yerlardan optimal foydalanish masalasi, assortiment masalasi va boshqalar.

Reja bo'yicha to'rtinchi savol tugagandan so'ng talabalar quyidagilarni bilib oladilar va tushunchalar hosil qiladilar (kognitiv yoki bilish maqsadlari):

- «resurslarning chegaralanganligi», «ishlab chiqarish imkoniyatlari», kabi tushunchalarga ta'rif bera oladilar;

- aniq iqtisodiy jarayonlariga optimal dasturlash usulini qo'llay oladilar;

- korxonalar uchun optimal ishlab chiqarish hajmini aniqlashning iqtisodiy-matematik modelini tuza oladilar;

- modeldagi har bir o'zgaruvchining matematik va iqtisodiy ma'nolarini tushuntirib beradilar;

optimal dasturlash usuli yordamida qaysi turdagi masalalarni yechishni tasniflay oladilar;

- ishlab chiqarish korxonalarida optimal dasturlash usulini qo'llashni tushuntira oladilar.

Nihoyat, mavzuning beshinchi va oltinchi savollar yuqorida ko'rib o'tilgan savolning mantiqiy davomi hisoblanadi. Bu savol o'qituvchidan nafaqat matematik bilimlar, balki iqtisodiy sohadagi bilimlarni ham talab qiladi.

O'qituvchi talabalarga optimal dasturlash masalasini yechishni tushuntirib beradi. Masalaning natijalari nimalardan tashkil topishi, qanday o'zgaruvchilar yechimga ega bo'lishi, qaysi mahsulotlar optimal rejaga kirishi, qaysi resurslar taqchil yoki chegaralangan ekanligini tushuntirib beradi va faktlar yordamida asoslab beradi.

O'qituvchi berilgan yoki dastlabki masala va ikkilangan masalalarga ta'rif berib, ularning o'xshash va farqli tomonlarini tushuntiradi. Ushbu masalalarning yechimi bir xil ekanligini asoslab beradi. Ikkilangan masalaning iqtisodiy ma'nosini tushuntirib beradi.

Shundan so'ng talabalarga qisqa (10 minut davomida) esse yozish vazifasini topshiradi. Esse «Muzqaymoq ishlab chiqaruvchi firmaning foydasini maksimalashtiruvchi iqtisodiy-matematik model tuzish» mavzusida bo'ladi.

Talabalar kichik guruhlariga bo'linib, berilgan mavzudagi esseni yozadilar.

Darsning tugashidan avval o'qituvchi talabalardan biznes jarayonlarida iqtisodiy-matematik usullar va modellarni qo'llash bo'yicha o'zlarining tuyg'ulari va taassurotlarini so'zlab berishni taklif etadi.

Dars mobaynida faol bo'lgan talabalarni yuqori baho bilan yoki yuqori reyting balli qo'yish orqali **rag'batlantiradi**.

O'qituvchi tomonidan talabalar mustaqil ravishda tayyorlanib kelishlari uchun «Ekonometrika» fani bo'yicha ma'ruzalar matnida «Ekonometrik modellashtirish asoslari» mavzusida keltirilgan masalalarning iqtisodiy-matematik modellari va ikkilangan masalalarini tuzib kelish **vazifasi topshiriladi**.

TDIUda «Ekonometrika» fanidan ma'ruza mashg'ulotini o'tkazish uchun TEKNOLOGIK KARTA

Mavzu: «Ekonometrik modellashtirish asoslari»

Vaqt: 4 soat

O'qitishdan kutiladigan natijalar yoki ta'lim oluvchilarning vazifalari:		
Nimani biladi va tushunadilar (kognitiv yoki bilish maqsadlari)	Nima qiladi (psixomotor maqsadlar)	Nimani his etadilar (affektiv yoki emotsional-qimmatli maqsadlar)
«Model», «modellashtirish», «matematik model», «modellashtirish usullari», « chegaralangan resurslar», «ishlab chiqarish imkoniyatlari», «dinamik model», «statik model» tushunchalariga ta'rif beradi .	Mavzuning tushunchalari bo'yicha kichik guruhlarda ishlaydi .	Iqtisodiy jarayonlarini ekonometrik modellashtirish zarurligini anglaydi .
Iqtisodiy jarayonlari murakkab jarayonlar ekanligini tushuntirib beradi va ularni o'rganish, tahlil qilishda matematik usullar va modellarni qo'llashni asoslab beradi .	Iqtisodiy jarayonlarining qaysi sohalarida ekonometrik usullar va modellarni aniqlash bo'yicha kichik guruhlarda ishlaydi .	Modellashtirish masalalariga, an'anaviy usullarga, modellashtirish masalalariga qiziqishini namoyon qiladi . Aniq iqtisodiy jarayonlarini modellashtirish masalalarini muhokamasiga o'z qiziqishini namoyon qiladi . O'z mahsulotlarini bozorga mo'ljallangan turli xil firmalarning ekonometrik modellarini aytib beradi . Turli xil ekonometrik modellariga misol keltiradi . Matematik usullar va an'anaviy usullarni tahlil qiladi .
Ekonometrik modellashtirishning mohiyatini ochib beradi .	Turli xil iqtisodiy-matematik modellarni qo'llash bo'yicha unchalik katta bo'lmagan esse yozadi . (Mavzu: «Muzqaymoq ishlab chiqaruvchi firmaning foydasini maksimalashtiruvchi iqtisodiy-matematik model tuzish»)	Mahsulotlarni assortiment bo'yicha ishlab chiqarish masalasini echishda jamoaviy faoliyat olib boruvchilar bilan hamkorlikka intilishini namoyon etadi .

O'qituvchi strategiyasi yoki o'qitishning o'quv tarbiyaviy maqsadi: «model», «modellashtirish», «matematik model», «modellashtirish usullari», «resurslar», «chegaralangan resurslar», «ishlab chiqarish imkoniyatlari» tushunchalarining mohiyatini ochib berish.		
Asosiy o'quv savollari:	Ta'lim oluvchilarni faollashtirish va ta'lim olishga undash (buni o'rganish ularga nima uchun kerak, ular bu bilimlari bilan nima qiladilar, ular xayotda qanday kerak bo'ladi).	Mashg'ulotni ta'minlash.
1. Iqtisodiyotda ekonometrik modellashtirishning zarurligi	Qo'yidagilarni bilib olasiz: - «model» tushunchasini; - «modellashtirish» tushunchasini; - «matematik modellashtirish» tushunchasini; - ekonometrik modellarning afzalliklarini.	Adabiyotlar: 1. Замков О.О., и др. Математические методы в экономике. – М.: Дело и Сервис, 2004.
2. Ekonometrik modellashtirish usullari tasnifi	Qo'yidagilarni bilib olasiz: - asosiy ekonometrik usullarini; - «dispersion tahlil» tushunchasini; - «korrelyatsiya tahlili» tushunchasini; - «regressiya tahlili» tushunchasini; - «omilli tahlil» tushunchasini; - modellar turlarini.	Adabiyotlar: 1. Эконометрика. Учебник./под ред. проф. И.И.Елисеевой. - М.: Финансы' и статистика, 2004. 2. Горбунов В.К. Математическая модел потребительского спроса. Теория и прикладной потенциал. М.: Экономика, 2004.-174с
3. Ekonometrik modellashtirish bosqichlari	Qo'yidagilarni bilib olasiz: - ekonometrik modellarni tuzish qancha bosqichlardan tashkil topadi; - rejalashtirish davri kabi ko'rsatkichlar aniqlanishini; - tuzilgan iqtisodiy-matematik modelning miqdoriy echimini aniqlanishini; - olingan natija iqtisodiy tahlil qilinishi va optimal variant tanlanishi.	Adabiyotlar: Замков О.О., и др. Математические методы в экономике. – М.: Дело и Сервис, 2004. 2. Абдуллаев О.М., Исмоилов А.А., Ишназаров А.И. Информационные технологии в решении экономических задач. – Т.: ТГЕУ, 2005.
4. Ekonometrikada optimal dasturlash usulini qo'llash	Qo'yidagilarni bilib olasiz: - resurslar chegaralanganligini; - matematik dasturlash usuli yordamida echiladigan asosiy masalalarni; - chizikli matematik tenglamalar va tengsizliklar tizimini tuzishni; - chizikli dasturlash masalasini echish texnologiyasini.	Adabiyotlar: 3. Эконометрика. Учебник./под ред. проф. И.Елисеевой. - М.: Финансы' и статистика, 2004. 4. Горбунов В.К. Математическая модел потребительского спроса. Теория и прикладной потенциал.

		M.: Экономика, 2004.-174с
5. Chiziqli va chiziqsiz dasturlashning umumiy masalasi	Qo'yidagilarni bilib olasiz: - dastlabki va ikkilangan masalalarning mohiyatini; - ikkilangan masalalarni tuzish usullarini; - olingan natijalarni taxlil qilishni. Talabalar resurslarning ikkilangan baxosi ularning taqchilligini va maxsulotlarning ikkilangan baxolari ularni ishlab chiqarish samaradorligini ko'rsatishini bilib oladilar.	Adabiyotlar: 1.Замков О.О., и др. Математические методы в экономике. – М.: Дело и Сервис, 2004. 2. Абдуллаев О.М., Исmoilов А.А., Ишпазаров А.И. Информационные технологии в решении экономических –задач. – Т.: ТГТУ, 2005.
6. Qavariq va kvadratik dasturlash masalalari	Qo'yidagilarni bilib olasiz: - chiziqsiz dasturlashda lokal va global optimal tushunchalarni; - maqsad funksining kvadratik formasini; - Kvadratik va separabel dasturlash masalalarini echish usullarini; - dinamik dasturlashning usullarini.	Adabiyotlar: 1. Замков О.О., и др. Математические методы в экономике. – М.: Дело и Сервис, 2004. 2. 2. Абдуллаев О.М., Исmoilов А.А., Ишпазаров А.И. Информационные технологии в решении экономических – задач. – Т.: ТГТУ, 2005.
Mashqlar:		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Ekonometrik modellashtirishning zarurligi. 2. Ekonometrikaning qullanish sohalarini tushuntirib bering. 3. Ekonometrik modellashtirish usullari tasnifi. 4. Ekonometrik modellarni tuzish boskichlarini aytib bering. 5. Iqtisodiy model so'zini tushuntirib bering. 6. Ekonometrikada chiziqli dasturlash masalalarining kullashni tushuntirib bering. 7. Chiziqli dasturlashning umumiy masalasi. 8. Chiziqli dasturlashning to'g'ri va ikkilangan masalalari nimalardan iborat. 9. Chiziqsiz dasturlashning umumiy masalasi. 10.Chiziqli va chiziqsiz dasturlash masalasini echish usullarini aytib bering. 11.Qavariq dasturlash masalasi. 12.Qvadratik dasturlash masalasi. 13.Chiziqsiz dasturlashda lokal va global optimal tan tushunchasi ta'riflab bering. 14.Qavariq dasturlash masalasining asosiy xususiyatlari. 15.Separabel dasturlash masalasi. 16.Taqribiy usullar nima uchun yaratilgan. 17.Gradiyent usulini ta'riflab bering. 18.Dinamik dasturlash deb nimani aytamiz. 		
Baxolash: 10 minut davomida test o'tkazish.		

Izohli lug'atlar

Model – lotincha **modulus** so'zidan olingan bo'lib, o'lchov, me'yor degan ma'noni anglatadi.

Iqtisodiy model – iqtisodiy obektlarning soddalashtirilgan nusxasidir.

Statistik masalalar – barcha parametrlari vaqtincha boglik ravishda o'zgaraydigan masalalar.

Dinamik dasturlash - parametrlari o'zgaruvchan miqdor bo'lib ular vaqtining funksiyasi.

To'plam birligi – kuzatish talab etiladigan element.

Variatsiya – belgining o'zgarishidir.

Variant – o'zgaruvchi belgining konkret ifodasidir.

Chastota – absolyut miqdor bo'lib har variantning to'plamda necha bor uchrashuvini ko'rsatadi.

Variatsiya chegarasi – variatsion qatoming ekstremal qiymatlar Farqiga aytiladi.

Dispersiya – variantalining arifmetik o'rtachadan farqlarining o'rtacha kvadrati.

O'rtacha kvadratik farq (b) – belgining o'zgarishini ifodalaydi.

Avtokorrelyatsiya – dinamik qatordagi ketma – ket qiymatlar orasidagi bogliklik.

Avtoregressiya – dinamik qatoming oldingi qiymatlarining keyingi qiymatlariga ta'sir regressiyasi.

Kollinearlik – ikki omil orasidagi chiziqli boglanish.

Multikollinearlik – bir necha omillar boglanishi.

Iqtisodiy statistik modellashtirish usuli – bozor iqtisodiyoti subektlarining iqtisodiy faoliyati tahlili va rivojlantirishni takomillashga qaratilgan tadbirlardan biridir.

Xodisaning nisbiy chastotasi - xodisa ruy bergan sinashlar sonining aslida o'tkazilgan jami sinashlar soniga nisbatiga aytiladi.

Xodisaning nisbiy chastotasi - xodisa ruy bergan sanashlar soning aslida o'tkazilgan jami sinashlar soni nisbatiga aytiladi.

To'la gruppa - sinashning yagona mumkin bo'lgan xodisalari to'plamiga aytiladi.

Qarama qarshi xodisalar - to'la grupp tashkil etuvchi yagna mumkin bo'lgan ikkita xodisaga aytiladi.

Tasodifiy miqdor - avvaldan noma'lum bo'lgan va oldindan inobatga olib bo'lmaydigan tasodifiy sabablarga boglik bo'lgan hamda sinash natijasida bita mumkin bo'lgan qiymat qabul qiluvchi miqdorga aytiladi.

Matematik kutilish - mumkin bo'lgan qiymatlarning eng kichigidan katta eng kattasidan esa kichik.

Chetlanish - tasodifiy miqdor Bilan uning matematik kutilishi orasidgi farqqa aytiladi.

Dispersiya – tarqoqlik.

O'rtacha kvadratik chetlanish - dispersiyadan olingan kvadrat ildizga aytiladi.

Ekspontensial – ko'rsatkichli bashorat –oldindan aytish, oldindan aytilgan xulosa.

Korrelyatsiya - funksional xarakterga ega bo'lmagan extimoliy bog'lanish, bir necha alomat (omillar) aloqasini tekshirish.

Diskret – diskret, uzlukli.

Gipergeometrik – gipergeometrik.

Vaqtli qator - iqtisodiy xodisalarning makonda o'zgarishini ifodalayotgan sonlar ketma-ketligini kuzatish deb ataladi.

Eng kichik kvadratlar usulining natijasida izlanayotgan tenglamalar tendensiyasining izlanayotgan tenglamalar tendensiyasining shunday parametrlari xosil bulgan funksiya minimumga aylanadi.

Regressiya – omilli, chiziqli bog'liklik (analitik bog'liklik)

Eksponenta – eksponenta ko'rsatkichli funksiya.

Matritsa – matritsa biror elementlar, sonlar, ifodalardan tuzilgan to'g'ri burchakli jadval.

Ierarxik – iyerarxik (shajara)

Logistik – mantiq

Adekvatlik – adekvat, har jihatdan muvofiq, o'xshash.

Identifikatsiya – aynan tenglash, birday deb qarash.

Determinatsiya koeffitsiyenti - natijaviy ko'rsatkichning necha foizga modelga kiritilgan omillardan tashkil topishini aniqlaydi.

Darbin-Uotson mezon - natijaviy omil qatorida avtokorrelyatsiya mavjudligini ko'rsatadi.

Multikollinearlik - bu bog'liq bo'lmagan omillar orasida zich aloqaning mavjudligi.

Regressiya tenglamasi - bog'liq va bog'liq bo'lmagan omillar orasidagi munosabatni ko'rsatadi.

Elastiklik koeffitsiyenti - bu bog'liq bo'lmagan omilning 1 foizga o'zgarishi, natijaviy omilning qanchaga o'zgarishini ko'rsatadi.

Regressiya koeffitsiyenti - bog'liq bo'lmagan omilning bir birlikka o'zgarishi, natijaviy omilning qanchaga o'zgarishini ko'rsatadi .

Korrelyatsion tahlil - o'zgaruvchi miqdorlar orasidagi o'zaro munosabati.

Bashoratlash - bu ko'rsatkichlarning istiqboldagi holatini aniqlash.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YHATI:

I.Qonunlar, farmonlar, qarorlar va Prezident Karimov I.A. asarlari.

1. «Ахборот эркинлиги принциплари ва кафолатлари тўғрисида»ги Ўзбекистон Республикасининг қонуни. Тошкент шаҳри, 2003 йил.
2. Ўзбекистон Республикасининг «Ахборотлаштириш тўғрисида» Қонуни, «Халқ сўзи», 2004 й., 11-феврал.
3. Ўзбекистон Республикасининг «Электрон тижорат тўғрисида» Қонуни, «Халқ сўзи», 2004 й., 21-май.
4. 2005-2010 йилларда компьютер ва ахборот технологияларини ривожлантириш, «Интернет»нинг халқаро ахборот тизимларига кенг кириб боришини таъминлаш дастурини ишлаб чиқишни ташкил этиш чора-тадбирлари тўғрисида» Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг Қарори, «Халқ сўзи», 2001 й., 24-май.
5. «Компьютерлаштиришни янада ривожлантириш ва ахборот-коммуникация технологияларини жорий этиш чора-тадбирлари тўғрисида» Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг Қарори, «Халқ сўзи», 2002 й., 8-июн.
6. «Компьютерлаштиришни янада ривожлантириш ва ахборот-коммуникация технологияларини жорий этиш тўғрисида» Ўзбекистон Республикаси Президенти Фармони. «Халқ сўзи», 2002 й., 6-июн.
7. Каримов И.А. Ўзбекистон иқтисодий ислохотларни чуқурлаштириш йўлида. –Т.: Ўзбекистон, 1995.
8. Каримов И.А. Ўзбекистон XXI аср бўсағасида: хавфсизликка таҳдид, барқарорлик шартлари ва тараққиёт кафолатлари. -Т.: Ўзбекистон, 1997.
9. Каримов И.А. «Ўзбекистон буюк келажак сари». Тошкент, 1994 йил.
10. Каримов И.А. «Ўзбекистон XXI асрга интилмоқда». Тошкент, 1997 йил.
11. Каримов И.А. «Озод ва обод ватан, эркин ва фаровон ҳаёт – пировард мақсадимиз». Тошкент, 2001 йил.
12. Каримов И.А. «Ўзбекистон бозор иқтисодиётига ўтишнинг ўзига хос йўли». Ўзбекистон, 1999 йил.
13. Каримов И. А. Бизнинг бош мақсадимиз жамиятни янгилаш, мамлакатни модернизация ва ислоҳ этишдир. Тошкент: «Ўзбекистон», 2005. 96 бет
14. Ўзбекистон Республикасида кичик ва ўрта бизнес корхоналари ривожланишининг асосий кўрсаткичлари. -Т.: Давлат Мулк қўмитаси, 2004.

II.Mahalliy darsliklar, o'quv qo'llanmalar va ma'ruza matnlari

15. Маҳмудов Н.М., Сичева Н.И., Балтаева Л.Р. Фирмалар ва тармоқларнинг иш фаолиятини моделлаштириш. Ўқув қўлланма, Т: ТДИУ, 2003.

16. Сычева Н.И., Балтаева Л.Р., Ишназаров А.И., Саидов З.Х., Саидов М.М. Транспортни бошқаришда компьютер технологиялари. Ўқув қўлланма. -Т.: ТАЙИ, 2003.
17. Сычева Н.И., Балтаева Л.Р., Ишназаров А.И. Компьютер технологиялари асосида фирма ва тармоқларда юқларни ташишни моделлаштириш ва бошқариш. Ўқув қўлланма. -Т.: ТДИУ, ТАЙИ, 2003.

III. Mustaqil davlatlar Hamdo'stligi va Yevropa davlatlaridagi darsliklar, o'quv qo'llanmalar va ma'ruza matnlari

18. Айвазян С. А. Прикладная статистика и основы эконометрики: Учебник. - М.: ЮНИТИ, 2003.
19. Барроу К., Барроу П., Браун Р. Бизнес - планирование: плановое руководство. -М.: ФАИР-ПРЕСС, 2003.
20. Варкуев Б.Л. Модели макроэкономики. -М.: МГУ, ТЕИС, 2004.
21. Гельман В.Я. Решение математических задач средствами Excel. Практикум. -СПб.: Питер, 2003.
22. Горбунов В.К. Математическая модель потребительского спроса. -М.: Экономика, 2004.
23. Доутерти К. Введение в эконометрику. -М.: ЮНИТИ, 2003.
24. Замков О.О. и др. Математические методы в экономике. -М.: Дело и Сервис, 2004.
25. Захарченко А.И. Бизнес статистика и прогнозирование в MS Excel. -М.: Изд. дом. «Вильямс», 2004.
26. Кремер Н.Ш. Эконометрика: Учебник. -М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003.
27. Карминский А.М., Нестеров П.В. Информатизация бизнеса. -М.: Финансы и статистика, 2004
28. Магнус Я.Р. Эконометрика: Начальный курс. -М.: Дело, 2003.
29. Махлакова С.В. Моделирование бизнес-процессов с All fusion Process Modeler. -М.: Диалог-МИФИ, 2004.
30. Максимова О.В., Невзорова Б.И. Информационные технологии для экономистов. -Ростов н/Д.: Феникс, 2004.
31. Моррел Д. Как делать прогнозы в бизнесе. Руководство для предпринимателей. -М.: НРРО, 2004.
32. Мур Дж.У. Экономическое моделирование в Microsoft Excel. -М.: Изд. дом. «Вильямс», 2004.
33. Портер М.Э. Конкуренция. Пер. с англ. -М.: Изд. дом Вильямс, 2003.
34. Никонова И.А. Финансирование бизнеса. -М.: Альпина Паблишер, 2003.

35. Теленов Ю.Ф. Реинжиниринг бизнес-процессов. Компонентная методология. -М.: Финансы и статистика, 2004.
36. Уотсон-младший Г.Дж. Релегия бизнеса. -СПб.: Питер, 2004.
37. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Статистический анализ данных на компьютере. /под ред.В.Э.Фигурнова. -М.: ИНФРА-М, 2003.
38. Уткин В.Б., Балдин К.В. Информационные системы и технологии в экономике. Учебник. -М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003.
39. Эддоус М., Стэнфилд Р. Методы принятия решения. -М.: ЮНИТИ, 2000.
40. Эконометрика. Учебник. /под ред. проф. И.Н.Елисеевой. -М.: Финансы и статистика, 2004.
41. Экономико-математические методы и прикладные модели. Учебное пособие. /Под ред. В. В. Федосеева.. -М.: ЮНИТИ, 2003.
42. Яковец Ю.В. Эпохальные инновации XXI века. -М.: Экономика, 2004.

IV. Mustaqil davlatlar Hamdo'stligi va Yevropa davlatlari monografiya, jurnallaridagi ilmiy maqolalar

43. Tauchen G. Solving the Stochastic Growth Model by Using Quadrature Methods and Value-Function Iterations // *Journal of Business and Economic Statistics*. Январь 1990. Vol. 8. No. 1. P. 49-51
44. M.Harrison, S.R.Pliska. Martingales and stochastic integrals in the theory of continuous trading // *Stochastic Processes and their Applications*. August 1981. Vol. 11. No. 3. P. 215-260.
45. P.K.Asea, S.J.Turnovsky. Capital Income Taxation and Risk-Taking in a Small Open Economy // *Journal of Public Economics*. Январь 1998. Vol. 68. No. 1. P. 55-90.

V.Foydalanilgan doktorlik va nomzodlik dissertatsiyalari

46. Рихсимбоев О. Ўзбекистон Республикасида кичик ва ўрта бизнеснинг устувор йўналишларини эконометрик башоратлаш.//икт.фан. номзод.учун ёз.дисс. Т. ТДИУ, 2003.
47. Агзамов Ф.С. Интернет тизимига кириб бориши ва унинг самарадорлиги.//икт.фан. номзод.учун ёз.дисс.Т., ТДИУ, 2005.

VI. Foydalanilgan magistrlik dissertatsiyalari va bitiruv malakaviy ishlar

48. Нажимов Р. Банк фаолиятидаги таваккалчилик турлари ва уларни модуллаштириш. // Битирув малакавий иши,Т.2001,ТДИУ.
49. Бегалиев А.А. Банк фаолиятида пассив оқимларини моделлаштириш ва

башоратлаш.// Битирув малакавий иши,Т.2001,ТДИУ.

50. Мухамедов Х.Б. Эконометрический анализ монетарной политики государства.// Магистрлик диссертацияси, Т,2002, ТДИУ.
51. Абдуллаев У.А. Банк фаолияти ва банк хатарларини баҳолаш усуллари.// Магистрлик диссертацияси, Т,2002. ТДИУ.

VII. Halqaro anjumanlar materiallari

52. Габдуллин А.Р., Саяпова А.Р. Межотраслевой баланс как инструмент анализа и прогнозирования региональной экономики. //Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Экономическое развитие отраслей народного хозяйства в рыночных условиях». Часть 2. - Киров: Изд-во ВятГУ, 2002.- С.22-27
53. Канзафарова Г.Г. Применение межотраслевого баланса в анализе и прогнозировании параметров региональной экономики. Всероссийская конференция, г. Нефтекамск, «Социально-экономические проблемы переходного периода», июнь 2002 г

VIII. Me'yoriy hujjatlar

54. Государственный образовательный стандарт высшего образования подготовки бакалавра по направлению В 341000 - *Информационные системы в экономике* . Утвержден Постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан 01.09.2001г.

IX.Pedagogik va ahborot texnologiyalar boyicha o'quv adabiyotlar, uslubiy ko'rsatmalar.

55. Голиш Л.В. Технологии обучения на лекциях и семинарах в экономическом ВУЗе. Т. ТГЭУ, 2005г.
56. Гольш Л.В. Технологизация обучения в экономическом ВУЗе. Т. ТГЭУ, 2005г.
57. Абдуллаев А.М., Исмоилов А.А., Ишназаров А.И. Информационные технологии в решении экономических задач. Т., ТГЭУ, 2005г.
58. Ишназаров А.И., Мухитдинов Х.Т., Мўминова М.А. Нуруллаева Ш.Т. Эконометрик моделлаштириш ва вақтли қаторларнинг математик таҳлилида TSP пакетидан фойдаланиш бўйича ўқув-усlubий қўлланма. Т., ТДИУ, 2004 й.

X.Statistik to'plamlar, internet yangiliklari, web-saytlar

51. Ўзбекистон Республикасида кичик бизнес корхоналари

ривожланишининг асосий кўрсаткичлари. -Т.: Давлат Мулк кўмитаси, 2003.

52. Инсон таракқиёти тўғрисида маъруза, Ўзбекистон 2004 йил

53. Ўзбекистон иқтисодиёти. Таҳлилий шарҳ. 2004 йил 1 ярим йиллик. Сентябрь 2004. 6-сон

54. <http://sunny.ccas.ru/library.html> – Jahon kutubxonalari serveri. 45ta mamlakatning 1000 ortiq kutubxonalariga kirishni ta'minlaydi.

55. www.icsti.ru – ilmiy va texnik ahborotlar halqaro markazining serveri. Turli bilimlar sohasi bo'yicha ma'lumotlar bazasiga kirish imkoniyatini va chet el milliy hamda halqaro EHM tarmoqlariga kirishni ta'minlaydi.

56. [/www.uzsci.net](http://www.uzsci.net) – O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi qoshidagi O'zbek Ilmiy va Maorif tarmog'ining serveri.

57. www.ictcouncil.gov.uz - Kompyuterlashtirishni rivojlantirish bo'yicha Vazirlar Mahkamasi muvofiqlashtiruvchi Kengashining sayti.

58. www.ecsoman.edu.ru - Rossiya Federatsiya oliy o'quv yurtlarida o'qitilayotgan fanlar bo'yicha o'quv-uslubiy komplekslar.

59. www.unitech.uz - O'zbekistondagi telekommunikatsiya xizmati.

60. sunny.ccas.ru/library.html – Jahon kutubxonalari serveri. 45ta mamlakatning 1000 ortiq kutubxonalariga kirishni ta'minlaydi.

61. www.nber.com – AQShning “Iqtisodiy tadqiqotlar milliy byurosi” serveri. Butun dunyodan olingan iqtisodiy tadqiqotlar bo'yicha ilmiy maqolalarni olishni ta'minlaydi.

62. www.mesi.ru – Moskva iqtisod-statistika instituti serveri. Fanlar bo'yicha namunaviy, ishchi dasturlari, elektron adabiyotlarni olishni ta'minlaydi.

63. www.edu.intalev.ru - Biznes jarayonlarini modellashtirish bo'yicha Rossiya Federatsiyasi INTALEV kompanyasining rasmiy sayti. Biznes jarayonlarida ahborot texnologiyalarini qo'llash bo'yicha materiallar mavjud.

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

Ro'yxatga olindi
№ _____
200__ yil "___" _____

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'рта
maxsus ta'lim vazirining 200__ yil "___"
_____dagi "___" – sonli buyrug'i
bilan tasdiqlangan

EKONOMETRIKA fanining

O'QUV DASTURI

- 300000 – Ijtimoiy fanlar, biznes va huquq**
- 340000 – “Biznes va boshqaruv” ta'lim sohasining**
- 5340100 - «Iqtisodiyot» ta'lim yunalishi («Iqtisodiyotda axborot tizimlari») bakalavriat talabalari uchun**

Fanning o'quv dasturi Oliy va o'rta maxsus, kasb-hunar ta'limi o'quv-metodik birlashmalari faoliyatini muvofiqlashtiruvchi kengashning 200_yil "____" _____dagi "____" – son majlis bayoni bilan ma'qullangan

Fanning o'quv dasturi Toshkent Davlat iqtisodiyot universitetida ishlab chiqildi.

Tuzuvchilar:

Abdullaev O.M. – “Axborot texnologiyalari” kafedrası, i.f.d., professor
Ishnazarov A.I. – “Axborot texnologiyalari” kafedrası, katta o'qituvchi
Mo'minova M.A. – “Axborot texnologiyalari” kafedrası, katta o'qituvchi
Nurullaeva Sh.T. – “Axborot texnologiyalari” kafedrası, katta o'qituvchi

Taqrizchilar:

Sultonov B. – Toshkent moliya instituti, i.f.n., dotsent
Qaipbergenov B.T. – O'zR FA “Matematika va informatika” instituti,
laboratoriya mudiri, t.f.n., dotsent

Fanning o'quv dasturi Toshkent Davlat iqtisodiyot universiteti Ilmiy-metodik kengashida tavsiya qilingan (200_yil “____” _____dagi “____”-sonli bayonnoma)

KIRISH

«Ekonometrika» murakkab iqtisodiy tizimlarning modellashtirish asoslarini o'rgatishdan, aniq iqtisodiy ob'ektlar misolida modellashtirishning qo'yilishi, ularning iqtisodiy mazmuni, masalalarni kompyuter dasturlarida echish va olingan natijalarni iqtisodiy talqin qilish kabi bosqichlarni o'rgatishdan iboratdir.

«Ekonometrika» fanni o'qitishdan maqsad - talabalarda bozor munosabatlari sharoitida milliy iqtisodiyot va uning tarmoqlari kabi murakkab iqtisodiy tizimlarni ekonometrik modellashtirish asoslarini o'rgatishdan, o'rganilayotgan jarayonlarga iqtisodiy-statistik va iqtisodiy- matematik usullarni qo'llashni, iqtisodiy dinamikani o'rganishda turli xil funktsiyalar, ekonometrik modellarni kompyuter dasturlari yordamida echish va olingan natijalarni iqtisodiy tahlil qilish kabi bosqichlarni o'rgatishdan iboratdir.

Mazkur fan o'quv rejasidagi «Mikroiqtisodiyot», «Makroiqtisodiyot», «Tahlilning matematik usullari va bashorat qilish», «Axborotlar texnologiyasi», «Statistika» kabi fanlar bilan aloqada bo'ladi.

Fanni o'qitishning asosiy vazifasi bo'lib, talabalarda turli mulkchilik shaklidagi korxonalarining bozor sharoitida qaror qabul qilish jarayonlarini amalga oshirishda, ularning iqtisodiy ko'rsatkichlarini tahlil qilishda va ushbu sohada vujudga kelishi mumkin bo'lgan amaliy muammolarni echishda iqtisodiy-matematik usullar va modellar hamda zamonaviy axborot texnologiyalaridan samarali foydalana olishni shakllantirishdan iborat.

«Ekonometrika» fani ma'ruza, amaliy va tajriba mashg'ulotlaridan iborat bo'lib, ma'ruza va amaliy mashg'ulotlarini o'tishda zamonaviy ilg'or pedagogik texnologiyalardan "Aqliy hujum", "Loyihalash usuli", "keys-stadi foydalaniladi. Tajriba darslari maxsus kompyuter sinflarida zamonaviy axborot texnologiyalarini qo'llash orqali olib boriladi hamda barcha echiladigan masalalarning iqtisodiy talqini talabalarga o'rgatiladi.

Fan bo'yicha talabalarning bilimi, o'quvi va ko'nikmasiga qo'yiladigan talablar.

Talaba:

- bozor iqtisodiyotini ishlash va rivojlanish mexanizmi to'g'risida;
- bozor iqtisodiyotining tavakkalchilik va noaniqlik elementlarga ega bo'lishini;
- iqtisodiy ko'rsatkichlarning doimiy o'zgarishda bo'lishini;
- ishlab chiqarish jarayonlarini tahlil qilishda axborotlardan foydalanish bo'yicha;
- ekonometrik modellashtirish tamoyillari to'g'risida;
- ekonometrik modellar tuzishda axborot va kompyuter texnologiyalaridan foydalanish bo'yicha;
- iqtisodiy tizimlarning faoliyat ko'rsatish samaradorligi va unga ta'sir qiluvchi omillar to'g'risida **tasavvurga ega bo'lmog'i lozim;**
- iqtisodiy jarayonlarning murakkab tuzilishga ega ekanligini;
- zamonaviy bozor iqtisodiyoti faoliyat ko'rsatish mexanizmining nazariy asoslarini;
- iqtisodiy jarayonlarning tasodifiy xarakterga ekanligini;

- ehtimollar nazariyasi va matematik statistika asoslarini;
- murakkab iqtisodiy tizimlarning ekonometrik modellarini tuzish tamoyillarini;
- zamonaviy axborot texnologiyalaridan foydalanib ekonometrik modellarni tuzishni va tahlil qilishni;
- ekonometrik modellarni aniq iqtisodiy tizim va jarayonlarga qo'llay olishni **bilishi kerak.**
- murakkab iqtisodiy tizimning statistik ma'lumotlari asosida ular holatini tahlil qilish va xulosalar chiqarish;
- ishlab chiqarish jarayonlari to'g'risidagi ma'lumotlar asosida turli xil matematik funksiyalarni tuzish va ular asosida firmalar, tarmoqlar va korxonalar holatini tahlil va prognoz qilish;
- zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida iqtisodiy tizimlar rivojlanishining ko'p variantli echimlarini olish va ilmiy asoslangan xulosalar chiqarish;
- zamonaviy bashoratlash usullarini bilishlari va amalda qo'llashlari bo'yicha **ko'nikmalarga ega bo'lishi kerak.**

ASOSIY QISM

Fan bo'yicha ma'ruza mavzulari va ularning mazmuni

Ekonometrik modellashtirish asoslari

Ekonometrikaga kirish. Fanning maqsadi va vazifalari. Ekonometriya va uning statistika va boshqa fanlar bilan aloqasi. Iqtisodiy tizimlar va jarayonlarning murakkabligi. Iqtisodiyotni ekonometrik modellashtirishning zarurligi. Ekonometrik modellarni yaratish shartlari. Ekonometrik modellarning statistik bazasi. Bozor munosabatlari sharoitida iqtisodiy ko'rsatkichlarning tahlili va bashoratida ekonometrik modellardan foydalanish. Iqtisodiyot ierarxiya tizim, iqtisodiyot murakkab tizim, Modellashtirish, o'zgaruvchilar, tenglamalar sistemasi, asosiy maqsad, xalq xo'jaligi va uning tarmoqlari, aniq iqtisodiy ob'ektlar, iqtisodiy talqin qilish, matematik usullar va modellar ahamiyati. Moddiy, mehnat va pul resurslaridan oqilona foydalanish, hisoblash ishlarini mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish, usullari tasnifi. Dispersion tahlil, korrelyatsiya tahlili, regressiya tahlili, omilli tahlil, indekslar nazariyasi.

Statistik tushunchalar.

Asosiy tushunchalar. Iqtisodiy ma'lumotlarning statistik tabiati. Tasodifiy miqdor to'g'risida tushuncha. Bosh to'plam va tanlama tushunchalari. Iqtisodiy ma'lumotlarni qayta ishlash. Diskret tasodifiy miqdorlar. Uzuksiz tasodifiy miqdorlar. Tasodifiy miqdor taqsimotining miqdoriy xarakteristikalari. O'rtacha qiymat. Matematik kutilish. Dispersiya. Tasodifiy miqdorning standart chetlanishi. Tasodifiy miqdorning variatsiya koeffitsienti. Statistika to'plam, asosiy to'plam, tanlama, cheklangan, cheksiz. To'plam birligi, kuzatish, talab, element. Belgi, arifmetik o'rtacha. Variatsiya. Variant, variatsion qator. Chastota, absolyut miqdor, nisbiy chastota, Variatsiya chegarasi, ekstremal qiymat. O'rtacha chiziqli farq, torttirilmagan, torttirilgan. Dispersiya, variantlarning arifmetik o'rtachasi, o'rtacha kvadrati. O'rtacha kvadratik farq Variatsiya koeffitsienti, nisbiy ko'rsatkich.

Avtokorrelyatsiya. dinamik qatordagi ketma-ket qiymatlar orasidagi bog'liqlik. Avtoregressiya, dinamik qator. Avtokorrelyatsiya xatosi, qoldiq dispersiya, oddiy dispersiya. Kollinearlik. multikollinearlik. Chiziqli funktsiya, ikkinchi darajali parabola, giperbola, darajali funktsiya. Eng kichik kvadratlar usuli, mezon, haqiqiy miqdorlar, tekislangan miqdorlar. Normal tenglamalar tizimi. Empirik formula, Fure qatori.

Asosiy taqsimot qonunlari.

Asosiy statistik taqsimotlar. Normal taqsimot. Geometrik taqsimot. Logarifmik taqsimot. Ko'rsatkichli taqsimot. Lognormal taqsimot. Fisher taqsimoti. Student taqsimoti. Xi-kvadrat taqsimot. Diskret taqsimot (Binomial va Puasson taqsimoti). Uzlusiz taqsimot. Tasodifiy miqdor, taqsimot ko'pburchagi, poligon, matematik kutilmasi, dispersiya, hodisa, hodisaning indikatorini, sonli xarakteristika, bog'liqmas sinov, ro'y beruvchanligi, Muavr-Laplas lokal va integral teoremlari, ehtimol bilan ro'y berishi mumkin bo'lgan hodisa, kata va kichik qiymatlar, Bernulli formulasi, approksimatsiya, uzlusiz tasodifiy miqdor, taqsimot egri chiziqi, taqsimot funksiyasini grafigi, tekis taqsimlangan, yaxlitlash xatoliklari, ommaviy xizmat, ehtimol zichligi, parametr, o'rta kvadratik chetlanma, ishonchlik nazariya, vaqt intervali, oqim intensivligi, shartli ehtimol, Gauss qonuni, normal atamasi, simmetrik oraliq, Laplas funktsiyasi, mediana, moda, statistik kriteriya, baholash, Fisher-Snedekor taqsimoti.

Iqtisodiy rivojlanishg modellari.

Omillar, ta'sir etish, talab qilish, tarmoq, korxonalar, rivojlanish, mahsulot. Tarmoq sistemasini optimallashtirish, asosiy elementlar va jarayonlar, ishlab chiqarish korxonasi. Transport aloqalari, iste'molchilar, yuk tashish yo'nalishi, maqsad, mezon. Korxonalarini rivojlantirish va joylashtirish modellari., bir bosqichli, ko'p bosqichli transport masala, tanlangan maqsad, xarajatlarini minimallashtirish, olinadigan foydani maksimallashtirish, tejamkorlik samarasini oshirish, statistik va dinamik modellar, diskret, o'zgaruvchi, va o'zgaruvchi xarakterli modellar, mahsulotlar va resurslar turlari, bir mahsulotli va ko'p mahsulotli ishlab chiqarish modellari. Ishlab chiqarish va ishlab chiqarish-transport modellari, jadvalli modellar. Masalani echilishi, xom ashyo bazalari, xom ashyoning sifati. Ishlab chiqarish punktlari indeksi, iste'mol qilish punktlarining indeksi, ishlab chiqarilayotgan mahsulotlar turlari, mahsulotga bo'lgan talabi. Umumiy ishlab chiqarish, transport xarajatlari minimallashtiriladi. Masalaning variantsiz quyilishi, masalaning variantli qo'yilishi.

Dinamik qatorlar va trend modellar.

Staxostik jarayonlar, ishlab chiqarish tendentsiyalari, noaniqlik, cavakkalchilik, Iqtisodiy-statistik modellashtirish usuli. statistik kuzatuv, kiritiladigan va chiqish ma'lumotlari. iqtisodiy jarayonlar dinamikasi, statik va dinamik modellar, pog'onali va ko'p sathli modellar, regressiya, approksimatsiya, prognozlash, variatsiya, dinamik qator. xususiy dinamik model, xususiy fazoviy model, umumiy dinamik model, korrelyatsiya, iqtisodiy ko'rsatkichlar, dinamikasining hisobot darajasi. modellarning

xarakteri va to'plami, modelning umumiylik darajasi, iqtisodiy ko'rsatkichlar turi, ishlab chiqarish hajmi, materiallar xarajatining salmog'i, tannarx, rentabellik, mehnat xarajatlari, samaradorlik darajasi, sanoat ob'ektlari, ishlab chiqarish tizimi, taxsillanayotgan model. Xususiy dinamik model, korrelyatsion va regression tahlil, korrelyatsion matritsalar, o'rtacha qiymat, variatsiyalar koeffitsienti. Statistik ma'lumotlar, empirik usul, oldingi tadqiqotlar tajribasi usuli, mantiqiy tahlil usuli, analitik funktsiya, empirik grafigi, ko'plikdagi korrelyatsiya koeffitsienti.

Omili modellar.

Omili modellar to'g'risida tushuncha. Iqtisodiy o'sish to'g'risida tushuncha. Iqtisodiy o'sishni aniqlashda bir va ko'p omili modellardan foydalanish. Iqtisodiy o'sishning bir omili modellari. Iqtisodiy o'sishning ko'p omili modellari. Omillarni tanlash muammosi. Multikollinearlik va avtokorrelyatsiya. Takror ishlab chiqarish sikllari va vaqt bo'yicha kechikish. Vaqt bo'yicha kechikish va kechikish elementiga ega modellar, regressiya tenglamasi. Analitik bog'liqlik, korrelyatsiya koeffitsienti, statistik parametrlar, ko'paytmaning o'rtachasi, omilning o'rtachasi, kvadratik og'ishning o'rtachasi, dispersiyaning koeffitsienti, aloqa zichligi, ko'rsatkichi mustahkamligini baholash. Korrelyatsiya indeksi, qoldiq dispersiya, manfiy qiymatlarni, ikkinchi darajali omillar, tasodifiy o'zgaruvchi, stoxastik xususiyat, ehtimoliy me'yoriy taqsimot.

Kovariatsiya, variatsiya va korrelyatsiya.

Tanlov variatsiyasi, tanlov variatsiyasi ma'nosi, korrelyatsion tahlil to'g'risida tushuncha. Iqtisodiy o'zgaruvchilar orasidagi nisbatlar. Chiziqli bog'lanish. Ehtimoli nisbatlar: birgalikdagi chastota (ehtimollik), shartli chastota (ehtimollik), tasodifiy o'zgaruvchilarning statistik bog'liq emasligi. Iqtisodiy ma'lumotlarning statistik chiziqli bog'lanishlarini tahlil qilish. Korrelyatsiya koeffitsienti. Korrelyatsiya koeffitsienti turlari. Bosh to'plam va tanlama uchun korrelyatsiya koeffitsientlari. Moddiy ishlab chiqarish. Kibernetika ishlab chiqarish haqida. Qayta o'zgarishlarni va aloqalar, tabiiy resurslar, moddiy ne'matlar, ishlab chiqarish-texnik aloqalar, ishlab chiqarish vositalari, mehnat.

Iqtisodiy o'sish modellari.

Funktsiyalarning o'sishi, elastiklik koeffitsienti, takror ishlab chiqariladigan resurslar, takror ishlab chiqarilmaydigan resurslar, ichki ekstremal xususiyat, bir-birining o'rnini bosuvchi resursli ishlab chiqarish funktsiyalari, bir-birini to'ldiruvchi resursli ishlab chiqarish funktsiyalari. Funktsiya va dalillar. Iqtisodiy o'sish xususiy hosila funktsiyasi. Ishlab chiqarish funktsiyalari. Ishlab chiqarish funktsiyasi turlari. Ishlab chiqarish funktsiyasi xarakteristikalari. Ishlab chiqarish omillarining o'zaro almashish normasi va elastiklik koeffitsienti. Eng kichik kvadratlar usuli. Chiziqli funktsiya. Darajali funktsiya. Kobba-Duglas funktsiyasi.

O'zbekistonning iqtisodiy o'sish ko'rsatkichlarining ekonometrik modellari.

Rivojlanish qonuniyatlari, absolyut qiymatlar, qatorlarning o'rta qiymatlari, o'rtacha absolyut o'sish va o'sishning o'rtacha tezligi, ekstrapolyatsiya turlari:

adaplashgan va analitik, bir o'lchamli qatorlar.

Korrelyatsion-regression tahlilning ekonometrik modellashtirishda qo'llanilishi.

Bir omilli chiziqli bog'lanish, natijaviy ko'rsatkich, bog'liq bo'lmagan omil, korrelyatsiya ko'effitsienti, variatsiya, o'rtacha qiymat, o'rtacha kvadratik tanq. qoldiq dispersiyasi, bog'liqlik barqarorligi, kuzatuvlar, statistik ma'lumot, xatoliklar. Miqdorlarni korrelyatsiyalash. Omilli va natijaviy belgilar. Bog'liqliklarni o'rganish. Korrelyatsiyali bog'liqliklar. Stoxastik bog'liqliklar. Korrelyatsiya maydoni. Sifat belgilarining o'zaro bog'liqliklari. Korrelyatsiya bog'liqliklarining turlari. Regressiya. Korrelyatsiya bog'liqliklarining tenglamalari. Korrelyatsiya Hodisalar o'rtasidagi bog'lanish. Bog'lanishning zichligi, tahlilning samaradorligi. Oddiy korrelyatsiya va regressiya, natija ko'rsatkich dispersiyasi, determinatsiya ko'effitsienti, logarifmik funksiya, darajali giperbola, ko'rsatkichli funksiya, logistik funksiya. To'plamli korrelyatsiya va regressiya, regressiya tenglamasi yordamida aniqlangan natijali ko'rsatkichning nazariy qiymati.

Ishlab chiqarish funksiyalari va ularning xususiyatlari.

Ishlab chiqarish funksiyasi to'g'risida tushuncha. Ikki omilli ishlab chiqarish funksiyasi. Resurslarni o'zaro almashiruvchi ishlab chiqarish funksiyalari. Resurslardan foydalanish ko'rsatkichlari. Funksiyalarning umumiy xususiyatlari. Ishlab chiqarishning elastikligi va resurslarning o'zaro almashuvchanligi. Makroiqtisodiy ishlab chiqarish funksiyalari. Ishlab chiqarish funksiyalarining tuzish bosqichlari - spetsifikatsiya va parametrlashtirish. Multiplikativ ishlab chiqarish funksiyasi. Kobba-Duglas ishlab chiqarish funksiyasi. Ishlab chiqarish funksiyalarini chiziqli ko'rishga keltirish usullari. Ishlab chiqarish funksiyalarining o'rtacha va chekli (marjinal) qiymatlari. Elastiklik. Ishlab chiqarish funksiyasi parametrlarining iqtisodiy talqini.

Iqtisodiy ko'rsatkichlarni bashoratlashda ishlab chiqarish funksiyalaridan foydalanish.

Ishlab chiqarish omillari. O'zgaruvchi va o'zgarmas qiymatlar. Prognozlash usullari. Ekstrapolyatsiya usuli. Bir o'lchamli va ko'p o'lchamli vaqtli qatorlar. Vaqtli qatorlar, qatorlarni tekislash usullari. Polinomlar, eksponentalar va egr chiziqlar tenglamalari. Dinamik qatorlarning o'zgarish darajalari. Prognozlash qatorlarning o'rtacha qiymatlari, o'rtacha absolyut o'sish va o'sishning o'rtacha tezligi. Prognozning adaplashgan usuli, o'zgaruvchan va eksponentsial o'rtacha qiymat, garmonik vaznlar, avtoregressiya, o'rtacha qiymat, garmonik vaznlar, avtoregression o'zgartirish usullari, determinik tarkib. Bir o'lchamli vaqtli qatorlar, davriy tarkibiy qismlar. Trend vaqt bo'yicha regressiya davrda tenglama qiymatlarini tekislash, davrdan masofada turgan qatorlar darajasining vazni, davrdan so'ng darajalar soni davrgacha bo'lgan darajalar soni.. O'rtacha absolyut o'sish bo'yicha ekstrapolyatsiya. Ekonometrik tenglamalar tizimi. Ijtimoiy-iqtisodiy prognozlash; umumiy tushunchalar, ob'ektlar. Prognozlash funksiyalari. Prognozlash ob'ektlarining tizimli tahlili. Prognoz turlari. Prognoz usullari va ularning turlari. Daromad funksiyasi.

Bandlik funksiyasi. Talab va taklifni tahlil qilish. Ishlab chiqarish xarajatlari funksiyalari. Asosiy fondlar va investitsiyalar tahlili.

Mavsumiy tebranishlar.

Mavsumiy tebranishlar, ta'sir etuvchi omillar, ishlab chikarish omillari, o'zgaruvchi va o'zgarmas qiymatlar, prognozlash usullari, ekstrapolyatsiya usuli, bir o'lchamli va ko'p o'lchamli vaqqli qatorlar, vaqqli qatorlar, qatorlarni tekislash usullari, polinomlar, eksponentalar va egri chiziqlar tenglamalari, identifikatsiya muammolari. Ekonometrik tenglamalar iqtisodiy o'sish dinamikasi. Endogen o'zgaruvchilar asosiy ishlab chiqarish fondlari, sof o'sish, amortizatsiya fondlari miqdori, kapital qo'yilmalarning umumiy hajmi, yalpi va sof mahsulot, materil xarajatlari. Model nisbatan agregirlangan qisqa muddatli va uzoq muddatli multiplikatorlari, endogen o'zgaruvchilarning vektori, ekzogen o'zgaruvchilarning vektori, xatolarning vektori.

Amaliy mashg'ulotlarni tashkil etish bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

Amaliy (seminar) mashg'ulotlarning namunaviy mavzulari.

1. Statistik modellashtirish.
2. Asosiy taqsimot qonunlari.
3. Iqtisodiy rivojlanish modellari.
4. Dinamik qatorlar va trend modellari.
5. Omilli modellar.
6. Kovariatsiya, variatsiya va korrelyatsiya.
7. Iqtisodiy o'sish modellari.
8. O'zbekistonning iqtisodiy o'sish ko'rsatkichlarining ekonometrik modellari
9. Korrelyatsion va regression tahlilning ekonometrik modellashtirishda qo'llanilishi.
10. Ishlab chiqarish funksiyalar i va ularning xususiyatlari.
11. Iqtisodiy ko'rsatkichlarni bashoratlashda ishlab chiqarish funksiyalaridan foydalanish.

Mustaqil ish uchun mavzular va topshiriqlar

Mustaqil ta'limning darslik yoki o'quv qo'llanmalari bo'yicha fanlar boblarini va mavzularini o'rganish; tarqatma materiallar bo'yicha ma'ruzalar qismini o'zlashtirish; avtomatlashtirilgan o'rgatuvchi va nazorat qiluvchi tizimlar bilan ishlash; ilmiy adabiyotlar (monografiyalar, maqolalar) bo'yicha fan bo'limlari yoki mavzulari ustida ishlash; talabalaning ilmiy tekshirish ishlarini bajarishi bilan bog'liq bo'lgan mavzularni chuqur o'rganish; mavzularni o'tishda faol o'qitish uslublaridan foydalanish shakllaridan keng foydalalaniladi.

Mustaqil ishlarni bajarishda talabalarga O'zbekiston Respublikasi qonunlari, adabiyotlar, INTERNET saytlari ro'yhati taqdim etiladi.

Mustaqil ta'lim uchun quyidagi mavzular tavsiya etiladi:

1. Statistik modellashtirish.

2. Asosiy taqsimot qonunlari.
3. Iqtisodiy rivojlanish modellari.
4. Dinamik qatorlar va trend modellari.
5. Omilli modellar.
6. Kovariatsion, variatsiya va korrelyatsiya.
7. Iqtisodiy o'sish modellari.
8. O'zbekistonning iqtisodiy o'sish ko'rsatkichlarining ekonometrik modellari.
9. Korrelyatsion va regression tahlilning ekonometrik modellashtirishda qo'llanilishi.
10. Ishlab chiqarish funktsiyalari va ularning xususiyatlari.
11. Iqtisodiy ko'rsatkichlarni bashoratlashda ishlab chiqarish funktsiyalaridan foydalanish.
12. Mavsumiy tebranishlar.

Kurs ishi, loyiha va chizma-hisoblar bo'yicha uslubiy ko'rsatmalar

«Ekonometrika» fanidan qo'yidagi mavzular bo'yicha kurs ishlari tavsiya etiladi.

1. Ishlab chiqarish funktsiyalari va ularni xo'jalik faoliyatini tahlil qilishda qo'llash.
2. Firmalar optimallashtirish modellaridan foydalanish.
3. Ekonometrik tenglamalar tizimini tuzish qoidalari.
4. Tarmoqli modellar va ularning xususiyati.
5. Korrelyatsion-regression modellarning korxonalar faoliyati asosiy ko'rsatkichlarini bashoratlashda qo'llash.
6. Firmalarning qisqa muddatli oralig'ida ishlab chiqarish faoliyatini optimallashtirish.
7. Tarmoqlararo balansda to'g'ri va to'liq xarajatlarning iqtisodiy mohiyati.
8. Korxonalar asosiy faoliyati ko'rsatkichlarini bashoratlash.
9. O'zbekistonda kichik biznes va xususiy tadbirkorlikni rivojlantirishda iqtisodiy-matematik modellardan foydalanish.
10. O'zbekiston Respublikasi yalpi milliy mahsulotining o'sishini bashoratlash.
11. Noaniqlik sharoitida modellashtirish.
12. Ikkilangan masalalar va ikkilangan baholar.
13. Talab va taklifni ekonometrik modellashtirish.
14. Elastik funktsiyalaridan ekonometrik tahlilda foydalanish.
15. Iqtisodiy o'sish - mamlakatning rivojlanish holati ko'rsatkichi sifatida.
16. O'zbekistonda iqtisodiy o'sishni ta'minlash yo'nalishlari.
17. Investitsiyalar - iqtisodiy o'sishning faol elementi sifatida.
18. Kapital jamg'arish va iqtisodiy o'sishni ta'minlash muammolari.
19. Ishlab chiqarish funktsiyalarining turlari.
20. Iqtisodiy o'sish modellari rivojlanishining bosqichlari.
21. Xarrod-Domar modelining asosiy afzalliklari va kamchiliklari.
22. Muvozanat iqtisodiy o'sishni ta'minlovchi «Oltin qoida».
23. Endogen o'sishning zamonaviy nazariyalari.
24. Makroiqtisodiyotning dinamik modellari.
25. Ochiq va yopiq iqtisodiyotlarda iqtisodiy o'sish muammolari.

26. Optimal iqtisodiy o'lishning bir sektorli modeli.
27. Excel da korxonalar ko'rsatkichlarini modellashtirish.
28. Biznesni tashkil etish va rivojlantirishda investitsiyalar samaradorligini modellashtirish.
29. Biznes jarayonlarida qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlashning asosiy analitik texnologiyalari.
30. Biznes jarayonlarida ekonometrik modellashtirish.

Informatsion-metodik ta'minot

Fanni o'qitishda o'qitishning interfaol usullaridan, axborot-kommunikatsiyalarining prezentatsion, multimediyalar, elektron-didaktik texnologiyalaridan keng foydalaniladi. Tajriba mashg'ulotlarini bajarishda Excel, PSP, PER, Ewies, Statistica, Eureka, SPSS kabi amaliy dasturlar paketlaridan foydalaniladi.

Asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar ro'yxati

I. Qonunlar, Farmonlar, qarorlar va me'yoriy hujjatlar:

1. O'zbekiston Respublikasining Konstitutsiyasi. – T.: O'zbekiston, 1999.
2. O'zbekiston Respublikasining «Fermer xo'jaligi to'g'risida»gi Qonuni. (yangi tahriri) – T.: «Adolat», 2004.

Махсус адабиётлар:

3. Karimov I.A. Bizning bosh maqsadimiz jamiyatni demokratlashtirish va yangilash, modernizatsiya va isloh qilishdir. – T.: «O'zbekiston», 2005.
4. “Yangilanish va barqaror taraqqiyot yo'lidan yanada izchil harakat qilish, xalqimiz uchun farovon turmush sharoiti yaratish – asosiy vazifamizdir”. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti I.Karimovning 2006 yilda mamlakatni ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirish yakunlari va 2007 yilda iqtisodiy islohotlarni chuqurlashtirishning eng muhim ustuvor yo'nalishlariga bag'ishlangan Vazirlar Mahkamasi majlisidagi ma'ruzasi. //Xalq so'zi, 2007 yil 13-fevral.

Monografiya, darsliklar va o'quv qo'llanmalari:

7. Шодиев Т.Ш. ва бошқалар. Эконометрика. -Т.: Шарк, 1999.
8. Айвазян С.А. Прикладная статистика и основы эконометрики. Учебник. –М. ЮНИТИ, 2003.
9. Доугерти К. Введение в эконометрику: Учебник. -М.: ИНФРА - М, 2001.
10. Кремер Н.Ш. Эконометрика: Учебник. /Под. ред. Н.Ш. Кремера. -М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002.
11. Замков О.О. Эконометрические методы в макро-экономическом анализе. Курс лекций. - М.: ГУ ВШЭ, 2001.
12. Валентинов В.А. Эконометрика: Учебник. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°». 2006.
13. Эконометрика: Учебник – Елисеева. И.И., Курышева С.В. и др. Под ред. Елисеевой И.И. - 2е изд. Черер. и доп. - М.: Финансы и статистика, 2005.

15. Инсон тараққиёти тўғрисида маъруза. – Т.: ИТМ, 2005.
16. Ўзбекистон Иқтисодиёти (таҳлилий шарҳ).–Т.: ТИТМ, 2006.

Илмий ишлар ва илмий-амалий ашжуманлар маърузалари тўплами:

- 17.Рихсимбоев О. Ўзбекистон Республикасида кичик ва ўрта бизнеснинг устувор йўналишларини эконометрик башоратлаш. //икт. фан. номзоди диссер. -Т.: ТДИУ, 2002.
18.Мухамедов Ю. Барқарор ижтимоий-иктисодий ўсишнинг омиллари ва эконометрик моделлари (Ўзбекистон Республикаси мисолида). //икт. фан. доктори диссер. –Т.: ТДИУ, 2006.

Интернет сайтлари:

- 19.www.ecsoman.edu.ru - Россия Федерация олий ўқув юртларида ўқитилаётган фанлар бўйича ўқув-услугий комплекслар.
20.www.msu.ru – МДУ сервери. Фанлар бўйича намунавий, ишчи дастурлари, электрон адабиётларни олишни таъминлайди.

MUNDARIJA

Kirish	6
1-Bob. Ekonometrika fanning asosiy maqsadi, mohiyati va ekonometrik modellashtirishning zarurligi.....	8
1.1. Iqtisodiyotda ekonometrik modellashtirishning zarurligi	8
1.2. Ekonometrik modellashtirish usullari tasnifi	8
1.3. Ekonometrik modellashtirish bosqichlari	9
1.4. Ekonometrikada optimal dasturlash usulini qo'llash	10
Qisqa xulosalar	11
Nazorat va muhokama uchun savollar	11
Asosiy adabiyotlar	11
2-Bob. Cstatistik modellashtirish.....	12
2.1. Asosiy iqtisodiy-statistik tushunchalar	12
2.2. Bog'lanishni shaklini topish	16
2.3. Eng kichik kvadratlar usuli	17
2.4. Variatsion qatorning asosiy statistik xarakteristikalarini hisoblash	18
Qisqa xulosalar	20
Nazorat va muhokama uchun savollar	20
Asosiy adabiyotlar	20
3-Bob. Asosiy taqsimot qonunlari	22
3.1. Binomial taqsimot qonuni	22
3.2. Puasson taqsimot qonuni	25
3.3. Normal taqsimot qonuni	26
3.4. Logarifmik-normal taqsimot	33
Qisqa xulosalar	34
Nazorat va muhokama uchun savollar	35
Asosiy adabiyotlar	35
4-Bob. Iqtisodiy rivojlanish modellari	36
4.1. Milliy iqtisodiyot tarmoqlarini rivojlantirish masalalari	36
4.2. Bir turdagi mahsulotlarni ishlab chiqaruvchi korxonalarni rivojlantirish modellari	36
4.3. Ko'p turdagi mahsulotlarni ishlab chiqaruvchi korxonalarni rivojlantirish modellari	37
Qisqa xulosalar	40
Nazorat va muhokama uchun savollar	40
Asosiy adabiyotlar	41
5-Bob. Dinamik qatorlar va trend modellari	42
5.1. Iqtisodiy-statistik modellashtirishning qo'llanilishi	42
5.2. Iqtisodiy-statistik modellarning tasnifi	43
5.3. Vaqtli qatorlar	45
5.4. Trend modellari asosiy tendentsiyasini aniqlash	47
5.5. O'zbekistonda bug'doy hosildorligi qatorlar dinamikasi tendentsiyalarini aniqlash masalasi	49
Qisqa xulosalar	51
Nazorat va muhokama uchun savollar	52
Asosiy adabiyotlar	52
6-Bob. Omilli modellar	53
6.1. Bir omilli modellar	53
6.2. Tasodifiy o'zgaruvchining xususiyatlari	54
6.3. Regression modelning to'liq spetsifikatsiyasi	55

6.4. Regressiyaning empirik va nazariy chizig'i.....	56
6.5. Dinamik qatorlarga asoslangan eksponensial usul.....	57
Qisqa xulosalar.....	60
Nazorat va muhokama uchun savollar.....	60
Asosiy adabiyotlar.....	60
7-Bob. Kovariatsiya, variatsiya va korrelyatsiya	61
7.1. Kovariatsiya qoidalari.....	61
7.2. Tanlov variatsiyasi va variatsiya qoidalari.....	65
7.3. Tanlov kovariatsiyasi: xisoblashga doir misol.....	68
7.4. Tanlov kovariatsiyaning boshqacha manosi.....	76
Qisqa xulosalar.....	78
Nazorat va muhokama uchun savollar.....	79
Asosiy adabiyotlar.....	79
8-Bob. Iqtisodiy o'sish modellari	80
8.1. Iqtisodiy o'sishning asosiy tushunchalari.....	80
8.2. Iqtisodiy o'sishning ekonometrik tahlillarida ishlab chiqarish funksiyalarini qo'llash.....	84
Qisqa xulosalar.....	89
Nazorat va muhokama uchun savollar.....	89
Asosiy adabiyotlar.....	90
9-Bob. O'zbekistonning iqtisodiy o'sish ko'rsatkichlarining ekonometrik modellari	91
9.1. Iqtisodiy o'sish va aholi turmush darajasi ko'rsatkichlarining omiliy tahlili.....	91
9.2. Omiliy tahlil modellarini tuzishning va omillarni baholashning asosiy usullari va bosqichlari.....	93
Qisqa xulosalar.....	104
Nazorat va muhokama uchun savollar.....	106
Asosiy adabiyotlar.....	107
10-Bob. Korrelyatsion va regression tahlilning ekonometrik modellashtirishda qo'llanilishi	108
10.1. Hodisalar o'rtasidagi bog'lanishni aniqlash usullari.....	108
10.2. Korrelyatsion modelni tuzish bosqichlari.....	109
10.3. Oddiy korrelyatsiya va regressiya.....	111
10.4. Regressiya tenglamasining formasini tanlash bosqichi.....	112
10.5. Avtokorrelyatsiya tahlili.....	113
10.6. Ishonchlilik darajasini tekshirish mezonlari.....	114
Qisqa xulosalar.....	117
Nazorat va muhokama uchun savollar.....	117
Asosiy adabiyotlar.....	117
11-Bob. Ishlab chiqarish funksiyalari va ularning xususiyatlari	118
11.1. Ishlab chiqarish funksiyalarning umumiy xossalari.....	118
11.2. Bir-birini o'rmini bosuvchi resursli ishlab chiqarish funksiyalari va elastiklik koeffitsientlari.....	119
11.3. Ikki omilli ishlab chiqarish funksiyasi.....	120
11.4. Ishlab chiqarish funksiyalar bo'yicha prognozlantirish bosqichlari.....	121
11.5. Bir necha resursli ishlab chiqarish funksiyalari.....	122
Qisqa xulosalar.....	123
Nazorat va muhokama uchun savollar.....	124
Asosiy adabiyotlar.....	124
12-Bob. Iqtisodiy ko'rsatkichlarni bashoratlashda ishlab chiqarish	

funksiyalaridan foydalanish	125
12.1. Ishlab chiqarish funksiyalarini prognoz modellarida qo'llash	125
12.2. Ekstropolyatsiya usuliga umumiy tushunchalar	125
12.3. Bir o'lchamli vaqti qatorlarni modellash usullari	126
12.4. Prognozning ekstropolyatsiya usullari	128
12.5. O'rtacha absolyut usuli bo'yicha ekstropolyatsiya	129
Qisqa xulosalar	130
Nazorat va muhokama uchun savollar	130
Asosiy adabiyotlar	131
13-Bob. Mavsumiy tebranishlar	132
13.1. Mavsumiy tebranishlar to'g'risida tushuncha	132
13.2. Ekonometrik modellarda identifikatsiya muammolari	134
13.3. Regression model o'zgaruvchilarni nochiziqliligi va uni hal etish usullari	135
Qisqa xulosalar	138
Nazorat va muhokama uchun savollar	139
Asosiy adabiyotlar	139
«Ekonometrika fanining asosiy maqsadi, mohiyati va ekonometrik modellashtirishning zarurligi» mavzusida yangi pedagogik texnologiyalarni o'qitish	140
Izohli lag'atlar	148
Foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati	150
O'quv dasturi	155
Mundarija	166

CONTENT

Introduction	6
Chapter 1: The basics of economic-mathematical modeling	8
1.1. Need for Econometric Modeling in Economics	8
1.2. Characteristics of methods of Econometric modeling	8
1.3. Steps of econometric modeling	9
1.4. Usage of optimal programming methods in Econometrics	10
Summary	11
Questions for Review	11
Recommended Literature	11
Chapter 2. Statistical modeling	12
2.1. Important economico-statistical terms	12
2.2. Identification of relationship forms	16
2.3. The Ordinary Least Square	17
2.4. Estimation of major characteristics of variation time series data	18
Summary	20
Questions for Review	20
Recommended Literature	20
Chapter 3. Types of distribution functions	22
3.1. Binominal distribubion	22
3.2. Pyasson distribution	25
3.3. Normal distribution	26
3.4. Log-normal distribution	33
Summary	34
Questions for Review	35
Recommended Literature	35
Chapter 4. Economic development models	36
4.1. Problems of development of National Economy	36
4.2. Development models for enterprises producing homogeneous products	36
4.3. Development models for enterprises producing heterogeneous products	37
Summary	40
Questions for Review	40
Recommended Literature	41
Chapter 5. Time series data and trend models	42
5.1. Application of economico-statistical models modeling	42
5.2. Definition of economico-statistical models	43
5.3. Time series data	45
5.4. Identification of major trends	47
5.5. Example: wheat productirity time series data of Uzbekistan	49
Summary	51
Questions for Review	52
Recommended Literature	52
Chapter 6. Factoral models	53
6.1. Simple factoral models	53
6.2. Features of random variables	54
6.3. Full specification of regression models	55
6.4. Actual and Fitted values of regression	56

6.5. Exponential method based on time series data	57
Summary	60
Questions for Review	60
Recommended Literature	60
Chapter 7. Covariance, variance and correlation	61
7.1. Covariance Rules.....	61
7.2. Sample covariance and variance Rules	65
7.3. Covariance rules: example	68
7.4. Other means of sample covariance.....	76
Summary	78
Questions for Review	79
Recommended Literature	79
Chapter 8. Economic Growth Models	80
8.1. Terms of economic growth.....	80
8.2. Application of production functions in econometric analysis of growth	84
Summary	89
Questions for Review	89
Recommended Literature	90
Chapter 9. Econometric models of economic growth.....	91
9.1. Economic growth and factorial analysis of well –being of population.....	91
9.2. Basic methods and steps of factorial analysis models and their estimation	93
Summary	104
Questions for Review	106
Recommended Literature	107
Chapter 10. Application of correlation and regression analysis in economic modeling.....	108
10.1. Identification methods of the relationships between economic events	108
10.2. Steps of correlation models specification	109
10.3. Simple correlation and regression.....	111
10.4. Steps of regression equation formation.....	112
10.5. Autocorrelation analysis.....	113
10.6. Criterion for testing hypothesis	114
Summary	117
Questions for Review	117
Recommended Literature	117
Chapter 11. Production functions and their characteristics	118
11.1. Types and features of production functions	118
11.2. CES function and elasticity coefficients	119
11.3. Two variable production functions	120
11.4. Forecasting steps by using production functions	121
11.5. Multiple resource production functions	122
Summary	123
Questions for Review	124
Recommended Literature	124
Chapter 12. Application of production functions in the forecasting of economic indicators.....	125
12.1. Application of production functions in the forecasting	125
12.2. General understanding of extrapolation methods	125
12.3. One definition time series models	126
12.4. Methods of extrapolating forecasting	128

12.5. Average smoothing method	129
Summary	130
Questions for Review	130
Recommended Literature	131
Chapter 13. Seasonal fluctuations	132
13.1. General overview: seasonal fluctuations	132
13.2. Identification problems in the econometric models	134
13.3. Unlinear regression models and their identification	135
Summary	138
Questions for Review	139
Recommended Literature	139
The features of using modern pedagogical technique in delivering lecture on: “The basics of economico-mathematical modeling”	140
Glossary	148
List of used literature	150
The typical working plan	155
References	166

