

**A.I. ISHNAZAROV**

# **EKONOMETRIKADA AMALIY DASTURLAR MAJMU'I**

**90**<sup>yil</sup>  
**TDIU**



**TOSHKENT**

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

**A.I. ISHNAZAROV**

**EKONOMETRIKADA AMALIY  
DASTURLAR MAJMUI**

O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi  
tomonidan o‘quv qo‘llanma sifatida tavsiya etilgan

**TOSHKENT – 2021**

**UO‘K: 330.115(10)**

**KBK 65.23ya73**

**I 56**

**A.I.Ishnazarov. Ekonometrikada amaliy dasturlar majmui. O‘quv qo‘llanma.  
– T.: «Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi», 2021 – 252 b.**

**ISBN 978-9943-7660-5-1**

Ushbu o‘quv qo‘llanmada ekonometrikada qo‘llaniladigan amaliy dasturlar va ularning imkoniyatlari yoritib berilgan. O‘quv qo‘llanmada har bir bob ma‘lum izchillik asosida tayyorlangan. Avvalo, ekonometrikada ehtimollar nazariyasining asosiy tushunchalari, tavsifiy statistiklarni hisoblashda Minitab va Gretl dasturlaridan foydalanish, keyinchalik gipotezalarni tekshirish, chiziqsiz juft va ko‘p omilli ekonometrik modellarni tuzishda EViews va Stata dasturlaridan foydalanish masalalari ko‘rib o‘tilgan. O‘quv qo‘llanmada har bir bob bo‘yicha bir qator masalalar amaliy dasturlarni qo‘llangan holda yechilgan va iqtisodiy tahlil qilingan. O‘quv qo‘llanmada ekonometrikada amaliy dasturlarni qo‘llashning nazariy va amaliy jihatlari yoritilgan bo‘lib, u bakalavriat "Ekonometrika" ta‘lim yo‘nalishlari talabalariga "Ekonometrikada amaliy dasturlar majmui" fanidan o‘quv qo‘llanma sifatida tavsiya etiladi.

В данном учебном пособии описаны прикладные программы и их возможности используемые в эконометрике. В учебном пособии каждая глава подготовлена в определенной последовательности. Сначала рассматриваются основные понятия теории вероятностей в эконометрике, использование программ Minitab и Gretl при вычислении описательной статистики, затем рассмотрены вопросы использования программ EViews и Stata для проверки гипотез, построения нелинейных, парных и многофакторных эконометрических моделей. В каждой главе учебного пособия решены и проанализированы ряд задач с использованием прикладных программ. В учебном пособии описаны теоретические и практические аспекты применения прикладных программ по эконометрике и оно рекомендовано в качестве учебного пособия для студентов бакалавриата специальности «Эконометрика» по дисциплине «Комплекс прикладных программ в эконометрике».

This tutorial describes the applications and their capabilities used in econometrics. In the tutorial, each chapter is prepared in a specific sequence. First, the basic concepts of probability theory in econometrics, the use of Minitab and Gretl programs in calculating descriptive statistics are considered, then the issues of using the EViews and Stata programs for testing hypotheses, constructing nonlinear, pair and multivariate econometric models are considered. In each chapter of the tutorial, a number of problems are solved and analyzed using applied programs. The textbook describes the theoretical and practical aspects of the application of applied programs in econometrics and it is recommended as a textbook for undergraduate students of the specialty "Econometrics" in the discipline "Complex of applied programs in econometrics".

**UO‘K: 330.115(10)**

**KBK 65.23ya73**

**ISBN 978-9943-7660-5-1**

© «Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi», 2021.

## KIRISH

Bugungi kunda murakkab ijtimoiy-iqtisodiy jarayonlarni tahlil qilish va prognozlashda ekonometrika fani asosiy instrumental vositalari bilan amaliy ko'mak berib kelmoqda. Ijtimoiy-iqtisodiy jarayonlarning murakkabligi shundaki, natijaviy omillarga bir qator omillar ta'sir etishi natijasida noaniqlik va tavakkalchilik vujudga keladi. Bunday sharoitda qaror qabul qilish jarayoni ayrim aniqliklarni talab qiladi. Chunki, ushbu jarayonlar ma'lum bir moliyaviy xarajatlar bilan bog'liq bo'ladi.

Ekonometrikada amaliy dasturlar majmuidan foydalanish o'z navbatida bunday holatlarni oldini olishga yordam beradi. Bu birinchidan, mazkur holatlarni yetarlicha restrospektiv ma'lumotlari asosida tahlil qilish bilan birga, perspektiv davrlar uchun ma'lumotlarning yangi qiymatlarini ma'lum intervallar orasida joylashishini hisoblab beradi. Ikkinchidan, zamonaviy hisoblash texnikalari va amaliy dasturiy ta'minot yordamida hisob-kitoblarning operativligi, aniqligi va ko'p variantli alternativ yechimlarini taqdim qiladi.

Ekonometrikada amaliy dasturlar majmui fani ijtimoiy-iqtisodiy ko'rsatkichlarni ekonometrik modellashtirishda, modelga kiruvchi o'zgaruvchilar bo'yicha tavsifiy statistikalarini hisoblashda, o'zgaruvchilarning ma'lum taqsimot qonuniga bo'ysunishini tekshirishda, turli gipotezalarni tekshirishda, korrelyatsion-regression tahlil o'tkazishda, juft va ko'p omilli ekonometrik modellar tuzish va baholashda, vaqqli qatorlarni zarur testlarga tekshirishda, tenglamalar tizimi ko'rinishidagi ekonometrik modellarni baholashda, ijtimoiy-iqtisodiy ko'rsatkichlarni prognozlash kabi masalalarda zamonaviy amaliy ekonometrik dasturlardan foydalanish masalalarini qamrab olgan.

O'quv qo'llanmada mavzularning mohiyati va yechiladigan masalalarga qarab to'rt xil amaliy dasturiy ta'minot taklif etilgan. Ijtimoiy-iqtisodiy ko'rsatkichlar bo'yicha tavsifiy statistikalar o'tkazish, korrelyatsiya koeffitsientlarini hisoblablash, juft regressiya tenglamalarini tuzish masalalarida Minitab va Gretl amaliy dasturlaridan foydalanish ko'zda tutilgan.

Gipotezalarni tekshirish, ko'p omilli ekonometrik modellarni

tuzish, ishlab chiqarish funtsiyasi parametrlarini hisoblash, resurslarning o'rtacha va chekli samaradorlik ko'rsatkichlarini hisoblash va prognozlash, tuzilgan ekonometrik modellarni baholashda turli xil mezonlardan foydalanish, jumladan, Fisher, Styudent, Darbin-Uotson mezonlari, turli xil testlarga tekshirish, jumladan, Diki-Fuller, Granjer, yagona ildizga, Lagranj ko'phadi testi, Chou testi, Yoxansen kointegratsiya testi, panel ma'lumotlari ekonometrik modellarida Xausman testi kabi murakkab hisob-kitoblarni o'tkazishda EViews va Stata amaliy dasturlaridan foydalanilgan.

Fanni o'qitishdan maqsad – talabalarga ekonometrik modellashtirish asoslarini, iqtisodiy dinamikani ifodalovchi turli funksiyalarni, ekonometrik modellar tuzish va baholashda zamonaviy amaliy ekonometrik dasturlardan foydalanishni, olingan natijalarni iqtisodiy tahlil qilishni o'rgatish hamda ularni amaliyotda tatbiq etish ko'nikmalarini hosil qilishdan iborat.

Fanning vazifasi - talabalarga ekonometrikada foydalaniladigan amaliy dasturlarni, amaliy dasturlarda statistik ma'lumotlarni qayta ishlashni, Minitab, Gretl, Eviews va Stata dasturlarining ekonometrik tadqiqotlar o'tkazishda imkoniyatlarini, o'zgaruvchilar bo'yicha tavsifiy statistikani hisoblashni, gipotezalarni tekshirishni, o'zgaruvchilar o'rtasida bog'lanishlarni aniqlashni, juft va ko'p omilli ekonometrik modelarni tuzish va ularni baholashda amaliy dasturlardan foydalanishni, vaqtli qatorlar ekonometrik modellarini tuzishda eng kichik kvadratlar usulidan foydalanishni, dinamik ekonometrik modellarni tuzishni, makroiqtisodiy jarayonlarning ekonometrik modellarini tuzishni, ijtimoiy-iqtisodiy ko'rsatkichlarni prognozlashni, ekonometrik modellar asosida amalga oshirilgan prognozlar bo'yicha optimal qarorlar qabul qilishni o'rgatishdan iborat.

“Ekonometrikada amaliy dasturlar majmui” fani “Ekonometrika” ta'lim yo'nalishi talabalarini o'qitishga rejalashtirgan. Mazkur fan ijtimoiy-iqtisodiy ko'rsatkichlarni ekonometrik modellashtirish va prognozlash bilan bog'liq boshqa fanlarning rivojiga zamin bo'lib xizmat qiladi.

# **I bob. “EKONOMETRIKADA AMALIY DASTURLAR MAJMUI” FANIGA KIRISH**

**1.1. Ekonometrikada amaliy dasturlar majmui fanining maqsadi va vazifalari.**

**1.2. Iqtisodiyotda ekonometrik modellashtirish zarurligi.**

**1.3. Ekonometrik modellashtirishda amaliy dasturlardan foydalanish xususiyatlari.**

## **1.1. Ekonometrikada amaliy dasturlar majmui fanining maqsadi va vazifalari**

Jahonda global darajada bo‘layotgan ijtimoiy-iqtisodiy o‘zgarishlar bozor iqtisodiyoti sub’ektlaridan operativ ravishda optimal boshqaruv qarorlarini qabul qilishni taqozo etadi. Albatta, ushbu jarayonlarni o‘rganish, tadqiq qilish va tahlil qilishda bir qator fanlar mavjud. Lekin ular orasida ekonometrika fani alohida o‘rin tutadi.

Avvalo fanning maqsad va vazifalarini shakllantirishda uning asosi – ya’ni ekonometrika fanining fundamental asoslarini ko‘rib chiqish lozim.

Ekonometrika (fr. *oikonomos* – uyni boshqaruvchi + *metrihe, metron* - o‘lchov, o‘lcham) – bu iqtisodiy ob’ektlar va jarayonlarning aniq miqdoriy qonuniyatlari va o‘zaro bog‘liqliklarini matematik va statistik usul va modellardan foydalangan holda o‘rganadigan fan.

Ekonometrika mustaqil ilmiy fan bo‘lib, u iqtisodiy nazariya, iqtisodiy statistika va iqtisodiy o‘lchovlar, matematik va statistik vositalar asosida umumiy (sifatli) qonuniyatlarga ma’lum miqdoriy ifoda berishga mo‘ljallangan nazariy natijalar, texnikalar, usullar va modellar to‘plamini birlashtiradi.

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

Ekonometrikaning barcha tarkibiy qismlari - iqtisodiy, matematik-statistik, axborot qismlari – bir-biri bilan chambarchas bog‘liq. Ammo,

bunda yechilayotgan masalaning iqtisodiy mohiyatiga ustuvor ahamiyat berish kerak. Modellashtirilgan ko‘rsatkichning iqtisodiy mazmunini aniq tushunmasdan, yaxshi modelni tuzish va dinamikani to‘g‘ri talqin qilish mumkin emas.

Ekonometrika o‘zining predmeti, maqsadi va tadqiqot masalalarini shakllantiradi. Shu bilan birga ekonometrikaning mazmuni, uning tarkibi va qo‘llanilish sohasi yuqorida keltirilgan fanlar bilan doimo aloqada bo‘ladi. Ekonometrikaning boshqa fanlar bilan o‘zaro aloqasi quyidagilarda namoyon bo‘ladi (1.1.-rasm).

<b>Ekonometrika</b>	<b>Boshqa fanlar</b>
<p>Iqtisodiy hodisalar miqdoriy xarakteristikalar nuqtai nazaridan o‘rganiladi.</p> <p>Iqtisodiy qonunlarning amaldagi jarayonlarga mos kelishi tekshiriladi.</p>	<p><i>Iqtisodiy nazariya.</i> Iqtisodiy hodisalarning sifat jihatlari o‘rganiladi.</p> <p><i>Matematik iqtisodiyot.</i> Iqtisodiy qonunlarning ifodasi matematik modellar shaklida olinadi.</p>
<p>Iqtisodiy statistikaning instrumentariylari iqtisodiy o‘zaro aloqalarni tahlil qilish va prognoz qilish uchun qo‘llaniladi.</p> <p>Iqtisodiy ko‘rsatkichlarning katta qismi tasodifiy xarakterga ega bo‘lganligi uchun matematik statistika apparatidan foydalaniladi.</p>	<p><i>Iqtisodiy statistika.</i> Iqtisodiy ma’lumotlar ko‘rgazmali shaklda namoyish etish uchun to‘planadi va qayta ishlanadi</p> <p><i>Matematik statistika.</i> Tadqiqot maqsadidan kelib chiqib, ma’lumotlarni tahlil qilish usullari ishlab chiqiladi.</p>

**1.1.-rasm.** Ekonometrikaning boshqa fanlar bilan o‘zaro aloqasi

Bugungi kunda iqtisodiyotning har qanday sohasidagi (menejment, moliya-kredit sohasi, marketing, buxgalteriya hisobi, audit) mutaxassislardan zamonaviy ish uslublarini, jahon iqtisodiy tafakkuri yutuqlarini bilish va ilmiy tilni tushunishni talab qiladi. Yangi usullarning aksariyati ekonometrik modellar, tushunchalar, texnikaga asoslangan.

Iqtisodchi faoliyatining o‘ziga xos xususiyati - bu ma’lumotlarning yetishmasligi va boshlang‘ich ma’lumotlarning to‘liq emasligi

sharoitida ishlashdir. Bunday ma'lumotlarning tahlili ekonometrikaning bir qismini tashkil etadigan maxsus usullarni talab qiladi. Ekonometrikaning markaziy muammosi - ekonometrik modelni tuzish va real iqtisodiy jarayonlarni tavsiflash, tahlil qilish va prognozlashda undan foydalanish imkoniyatlarini aniqlashdan iborat.

Ekonometrika fanining asoschisi R.Frish ekonometrika fanining boshqa fanlardan farqli jihatlarini aniqlab, quyidagicha ta'rif bergan: "Ekonometrika iqtisodiy statistika bilan bir xil emas. Bu biz iqtisodiy nazariya deb ataydigan fan bilan bir xil emas, garchi iqtisodiy nazariyaning ma'lum qismi miqdoriy xarakterga ega bo'lsa ham. Ekonometrika matematikani iqtisodiyotga qo'llash bilan sinonim emas. Tajriba shuni ko'rsatadiki, uchta boshlang'ich nuqtadan har biri - statistika, iqtisodiy nazariya va matematika zamonaviy iqtisodiy hayotdagi miqdoriy munosabatlarni tushunish uchun zarur, ammo yetarli emas. Bu har uchala komponentning birligi, va bu birlik ekonometrikani tashkil qiladi".

Shu bilan birga, iqtisodiy nazariya doirasida, nafaqat o'zgaruvchilarning sifatli o'zaro munosabatlari, balki ularni identifikatsiyalash muammolari bilan modellarni aniqlash usullarini o'z ichiga olgan, ularni rasmiylashtirishga yondashuvlar ham qiziqish uyg'otadi. Iqtisodiy statistikada faqat modelning axborot ta'minoti bevosita qiziqish uyg'otadi (ko'rsatkichni tanlash, o'lchash usulini asoslash, statistik kuzatuvlar va boshqalar).

Ekonometrikaning matematik apparati klassik chiziqli regressiya modelini, umumlashtirilgan chiziqli regressiya modelini, vaqtli qatorlar tahlili, bir vaqtli tenglamalar tizimlarini va boshqalarni o'z ichiga oladi. Iqtisodiy nazariyaning aniq statistikaga "chiqishi" va aniq miqdoriy ko'rsatkichlarni olishi ekonometrikaning mohiyatini tushunish uchun kalitdir. Iqtisodiy nazariya, iqtisodiy munosabatlarda ramziy ravishda ko'rsatilgan koeffitsientlar tegishli iqtisodiy ma'lumotlar asosida olingan aniq miqdoriy baholar bilan almashtirilganda ekonometrikaga aylanadi.

Ekonometrika sohasidagi tadqiqotchi olimlar "Ekonometrika" tushunchasining mazmunini belgilashda turli yondashuvlarga asoslanishgan (1.2.-rasm).



Demak, ekonometrika fanining maqsadi iqtisodiy nazariyada o'rganiladigan qonuniyatlarni miqdoriy baholash uchun statistik ma'lumotlar asosida matematik statistika usullaridan foydalanib turli ekonometrik modellar tuzish, ularni baholash va o'rganilayotgan ko'rsatkichlarni prognoz qilishdan iborat ekan.

<b>Muallif</b>	<b>“Ekonometrika” tushunchasining mazmuni</b>
R. Frish	«...uchta tashkil etuvchi - statistika, iqtisodiy nazariya va matematika fanlarining birlashuvidir»
Ts. Grilixes	«...bizni o'rab turgan iqtisodiy dunyoni o'rganish uchun bir vaqtning o'zida bizning teleskopimiz hamda mikroskopimizdir»
E. Malenvo	«...bizning hayolij iqtisodiy tasavvurlarimizni empirik mazmun bilan to'ldiradi»
S. Fisher	«...iqtisodiy o'zgaruvchilar o'rtasida o'zaro aloqalarni o'lchash uchun statistik usullarni ishlab chiqish va qo'llash bilan shug'ullanadi»
S. Ayvazyan	«...sifat jihatdan o'zaro bog'lanishlarga miqdoriy ifodani berishga imkon beruvchi usullar va modellar to'plamini birlashtiradi»

### **1.2.-rasm. “Ekonometrika” tushunchasining mazmuni**

Ekonometrik modellarni tuzish jarayonlari, ulardagi noma'lum parametrlarni aniqlash ma'lum usullar asosida amalga oshiriladi. Ekonometrikada eng ko'p foydalaniladigan bunday usullarga eng kichik kvadratlar usuli kiradi.

Ekonometrik tadqiqotlarda ob'ektlar soni, kuzatuvlar soni, modelga kiritiladigan o'zgaruvchilarning sonining ortib borishi bilan maxsus amaliy dasturiy ta'minotga talab paydo bo'ladi. Bugungi kunda bunday amaliy dasturiy ta'minotlar asosida oddiy juft regressiya tenglamasidan tortib, to eng murakkab ko'p omilli, rekurrent tenglamalar tizimidan tashkil topgan ekonometrik modellarni tuzish imkoni mavjud. Ekonometrik tadqiqotlarda amaliy dasturlar majmuidan foydalanish tadqiqotchilarga bir qator afzalliklarni taqdim etadi.

“Ekonometrikada amaliy dasturlar majmui” fani ijtimoiy-iqtisodiy ko'rsatkichlarni ekonometrik modellashtirishda, modelga kiruvchi

o'zgaruvchilar bo'yicha tavsifiy statistikalarni hisoblashda, o'zgaruvchilarning ma'lum taqsimot qonuniga bo'ysunishini, turli gipotezalarni tekshirishda, korrelyatsion-regression tahlil o'tkazishda, juft va ko'p omilli ekonometrik modellar tuzish va baholashda, vaqtli qatorlarni zarur testlarga tekshirishda, tenglamalar tizimi ko'rinishidagi ekonometrik modellarni baholashda, ijtimoiy-iqtisodiy ko'rsatkichlarni prognozlash kabi masalalarda zamonaviy amaliy ekonometrik dasturlardan foydalanish masalalarini qamrab oladi.

Fanni o'qitishdan maqsad – talabalarga ekonometrik modellashtirish asoslarini, iqtisodiy dinamikani ifodalovchi turli funksiyalarni, ekonometrik modellar tuzish va baholashda zamonaviy amaliy ekonometrik dasturlardan foydalanishni, olingan natijalarni iqtisodiy tahlil qilishni o'rgatish hamda ularni amaliyotda tatbiq etish ko'nikmalarini hosil qilishdan iborat.

Fanning vazifasi - talabalarga ekonometrikada foydalaniladigan amaliy dasturlarni, amaliy dasturlarda statistik ma'lumotlarni qayta ishlashni, Minitab, Gretl, EViews va Stata dasturlarining ekonometrik tadqiqotlar o'tkazishda imkoniyatlarini, o'zgaruvchilar bo'yicha tavsifiy statistikani hisoblashni, gipotezalarni tekshirishni, o'zgaruvchilar o'rtasida bog'lanishlarni aniqlashni, juft va ko'p omilli ekonometrik modelarni tuzish va ularni baholashda amaliy dasturlardan foydalanishni, vaqtli qatorlar ekonometrik modellarini tuzishda eng kichik kvadratlar usulidan foydalanishni, dinamik ekonometrik modellarni tuzishni, makroiqtisodiy jarayonlarning ekonometrik modellarini tuzishni, ijtimoiy-iqtisodiy ko'rsatkichlarni prognozlashni, ekonometrik modellar asosida amalga oshirilgan prognozlar bo'yicha optimal qarorlar qabul qilishni o'rgatishdan iborat.

## **1.2. Iqtisodiyotda ekonometrik modellashtirish zarurligi**

Kuzatilayotgan ob'ektlarni chuqur va har tomonlama o'rganish maqsadida tabiatda va jamiyatda ro'y beradigan jarayonlarning modellari yaratiladi. Buning uchun ob'ektlar hamda ularning xossalari kuzatiladi va ular to'g'risida dastlabki tushunchalar hosil bo'ladi. Bu tushunchalar oddiy so'zlashuv tilida, turli rasmlar, sxemalar, belgilar, grafiklar orqali ifodalanishi mumkin. Ushbu tushunchalar **model** deb aytiladi.

**Model** soʻzi lotincha *modulus* soʻzidan olingan boʻlib, oʻlchov, meʼyor degan maʼnoni anglatadi.

Keng maʼnoda model biror obʼektni yoki obʼektlar tizimi namunasidir. Model tushunchasi biologiya, tibbiyot, fizika va boshqa fanlarda ham qoʻllaniladi.

Jamiyatdagi va iqtisodiyotdagi obʼektlarni matematik modellar yordamida kuzatish mumkin. Bu tushuncha modellashtirish deyiladi.

**Iqtisodiy model** - iqtisodiy obʼektlarning soddalashtirilgan nusxasidir. Bunda modelning hayotiyliigi, uning modellashtiriladigan obʼektga aynan mos kelishi muhim ahamiyatga ega. Lekin yagona modelda oʻrganilayotgan obʼektning hamma tomonini aks ettirish mumkin emas. Shunda jarayonning eng xarakterli va eng muhim belgilari aks ettiriladi.

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

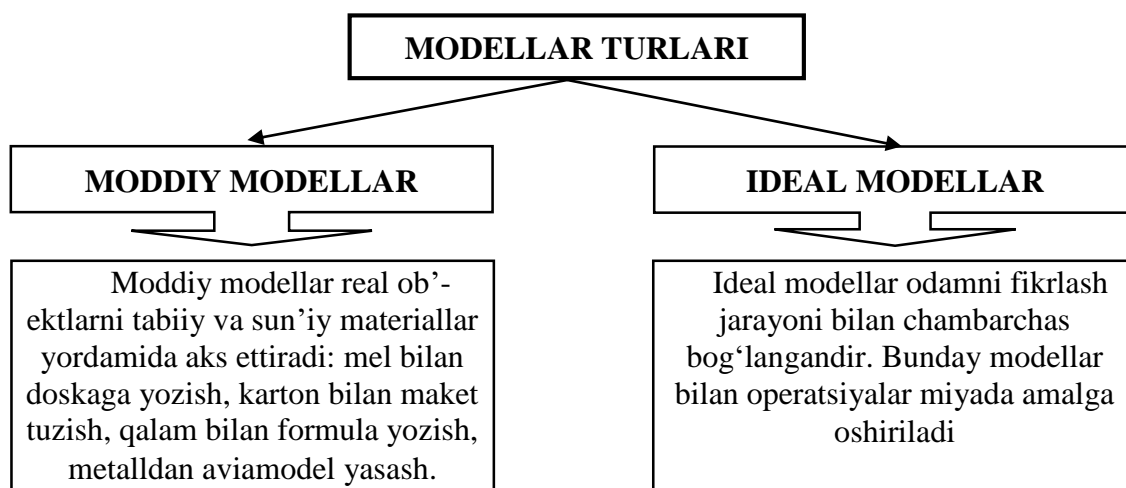
I. Avvalo, modellashtirish katta va murakkab tizimni oddiy model yordamida ifodalashga imkoniyat beradi. Masalan, milliy iqtisodiyot bu oʻta murakkab tizimdir. Uni oddiy “qora quti” sxemasi orqali ifodalash mumkin.

II. Model tuzilishi bilan kuzatuvchiga eksperimentlar qilish uchun keng maydon tugʻiladi. Modelning parametrlarini bir necha marta oʻzgartirib, obʼektni faoliyatini eng optimal holatini aniqlab, undan keyin hayotda qoʻllash mumkin. Real obʼektlar ustida eksperiment qilish koʻplab xatolarga va katta xarajatlarga olib kelishi mumkin.

III. Model, noshakl sistemani, matematik formulalar yordamida shakllantirishga imkoniyat beradi va kompyuterlar yordamida tizimni boshqarishga yordam beradi.

IV. Modellashtirish oʻrganish va bilish jarayonini kengaytiradi. Model tuzish qilish uchun obʼekt har tomonlama oʻrganiladi, tahlil qilinadi. Model tuzilganidan soʻng, uning yordamida obʼekt toʻgʻrisida yangi maʼlumotlar olish mumkin. Shunday qilib, obʼekt toʻgʻrisidagi bilish jarayoni toʻxtovsiz jarayonga aylanadi.

Modellar turlari quyidagi 1.3-rasmda keltirilgan.



### 1.3.-rasm. Modellar turlari

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

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

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

Ekonometrik modellashtirish va modellarning ahamiyati quyidagilarda namoyon bo'ladi:

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

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

3) Ekonometrik usullar va modellar yordamida tuzilgan prognozlarini 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 bilan birga, aqliy mehnatni yengillashtiradi, iqtisodiy soha xodimlarining mehnatini ilmiy asosda tashkil etadi va boshqaradi.

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

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

Ekonometrik usullar - iqtisodiy o‘rinish nazariyasi, ishlab chiqarish funksiyasi nazariyasi, talab va taklif nazariyasi.

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

Asosiy qo‘llanadigan usuli – korrelyatsion-regression tahlil usuli.

Ekonometrik modellashtirish quyidagi ilmiy yo‘nalishlar kompleksidir:

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

### **1.3. Ekonometrik modellashtirishda amaliy dasturlardan foydalanish xususiyatlari**

Zamonaviy kompyuterlarning amaliyotga samarali tadbiiq etishning birdan-bir yo‘li, barcha sohalar va tarmoqlar uchun mos keluvchi ixtisoslashtirilgan amaliy dasturlar paketlarini (ADP) yaratishdir. Ularning foy-

dalanish imkoniyati va soddaligi shaxsiy kompyuterlarni muhandis mehnatiga, fan sohasining aniq masalalarini yechishga, iqtisodiyotga, madaniyatga, ta'limga yanada keng ko'lamda tadbiriq etishga imkoniyat yaratadi. Amaliy dasturlar paketi odatda maxsus tizimlar bazasida quriladi va ular muayyan bir yo'nalishning rivoji hisoblanadi. Ular hisoblash vositasining dasturiy ta'minotidan alohida ravishda o'z hujjatlariga ega bo'lgan holda o'rnatiladi va operatsion tizimning tarkibiga kirmaydi. Ko'pchilik amaliy dasturlar paketi o'zining xususiy generatsiya qilish vositalariga ega. Paket yaratilishida operatsion tizimni modifikatsiya qilish talabi qo'yilmasligi kerak. Bu boshqaruvchi dasturlar ishiga ta'sir etuvchi paketlarga ham tegishli. Agar paket boshqaruvchi dasturga o'zgartirish kiritishni talab qilsa, u holda u paketning yuklanish va initsializatsiya jarayonida bajariladi.

Barcha ADPni uch guruhga bo'lish mumkin: operatsion tizim imkoniyatlarini kengaytiruvchi paketlar; umumiy foydalanishga mo'ljallangan paketlar; avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimi - (ABT) ishiga yo'naltirilgan paketlar.

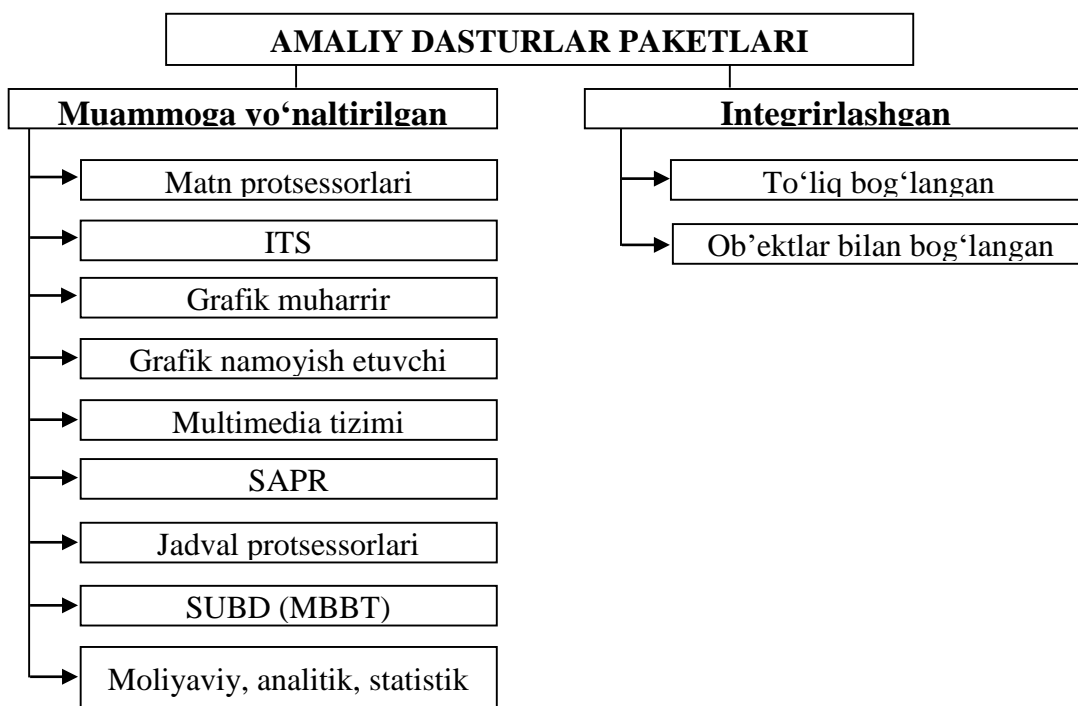
Operatsion tizim imkoniyatlarini kengaytiruvchi amaliy dasturiy paketlar turli konfiguratsiyadagi kompyuterlarning ishlashini ta'minlaydi. Bularga namunali konfiguratsiyadagi ko'p vositali komplekslar ishini ta'minlovchi paketlar, muloqotli tizimlar, real vaqt masshtabida ishlovchi tizimlar va uzoqda joylashgan paketlarni qayta ishlovchi paketlar kiradi. Umumiy amaliy dastur paketlari keng ko'lamda qo'llanishga mo'ljallangan dasturlar to'plami: alfavitli-raqamli va grafik displeylarni, grafquruvchilarni, dasturlash tizimlarini, ilmiy-texnik hisoblashlarni, matematik dasturlash, matritsalarini hisoblashlarni va turli ko'rinishdagi modellashtirishlarni, ommaviy nazariy masalalarni yechish va boshqalarni o'z ichiga oladi.

ABTda ishlashga yo'naltirilgan paketlar o'z ichiga umumiy maqsadga yo'naltirilgan axborotlar bankini qayta ishlovchi tizimlarni, umumiy yo'nalishdagi axborot qidiruv tizimlarni, hujjatlarni qayta ishlovchi tizimlarning dasturlar to'plamini o'z ichiga oladi.

Amaliy dasturlar paketi juda kuchli rivojlanayotgan va ular orqali yechilayotgan masalalar doirasi doimo kengayib borayotgan dasturiy ta'minot qismi hisoblanadi. Kompyuterlarning inson faoliyatining turli sohalarida qo'llanishi mavjud va yangi yaratilayotgan ADP hisobiga amalga oshirilmokda.

O‘zining funksional imkoniyatlariga ko‘ra juda qudratli kompyuterlarning yaratilishiga olib kelgan mikroelektronika sohasida erishilgan yutuqlar ham yangi ADPlarni yaratishga sabab bo‘ldi. O‘z navbatida foydalanuvchining aniq masalalarini yechishda ADPdan foydalanish, xarakteristikalarini yaxshilash, kompyuterlarning arxitekturasini va tayanch elementlarini hamda periferiya qurilmalarini takomillashtirishni qo‘llab-quvvatlaydi.

ADPni tuzish tarkibi va tamoyillari paket ishlaydigan kompyuterning sinfiga va operatsion tizimga bog‘liq. Juda ko‘p sonli ADPlari WINDOWS operatsion tizimida ishlaydigan kompyuterlar uchun yaratilgan. Bu dasturiy paketlarning funksional-tashkiliy belgilari bo‘yicha turkumlanishi 1.4-rasmda keltirilgan.



**1.4-rasm.** Amaliy dasturlar paketlarining tasnifi

Har bir paketlar guruhi, tashkiliy, ishlab chiqish va yaratishda o‘ziga xos muammolarga ega. Har bir paket kompyuterga va uning tavsifiga bog‘liq bo‘lgan holda aniq dasturlash tilida paket talablariga va til imkoniyatlariga mos ravishda amalga oshiriladi.

Mavjud yaratilgan ADP, axborotni qayta ishlash bilan bog‘liq bo‘lgan inson faoliyatining qariyb barcha sohalarini qamrab olgan.

Muammoga-yo‘naltirilgan ADP - amalga oshirilgan funksiyalariga ko‘ra juda rivojlangan va yaratilgan paketlar soni bo‘yicha juda ko‘p

bo‘lgan ADPning bir bo‘lagi hisoblanadi. Ular quyidagi muammoga yo‘naltirilgan dasturiy mahsulotlarni o‘z ichiga oladi: matn protses-sorlari, nashriyot tizimlari, grafik redaktorlar, namoyish grafiklari, multimedia tizimlari, avtomatlashtirilgan loyihalash tizimlari, elektron jadvallar, ma’lumotlar bazasini boshqarish tizimlari, belgilarni aniqlay-digan dasturlar, moliyaviy va analitik-statistik dasturlar.

Elektron jadvallar - jadval ko‘rinishida tashkil qilingan ma’lumot-larni qayta ishlashga mo‘ljallangan paket dasturlardir. Foydalanuvchi paket vositalari bilan turli xil hisoblarni, grafiklar tuzishi, ma’lumotlarni kiritish va chiqarish formatini boshqarishi, ma’lumotlarni tuzish, analitik tekshirishlarni o‘tkazishi mumkin.

Hozirgi vaqtda ushbu sinf paketlari ichida eng ommabop va samarali bo‘lib Excel, Quattro Pro 1-2-3 hisoblanadi.

### **Nazorat savollari**

1. Ekonometrika fani qaysi usullardan foydalanib iqtisodiy ob’ektlar va jarayonlarni o‘rganadi?
2. Ekonometrika fani qaysi fanlarning o‘zaro bog‘liqligi va rivojlanishi natijasida paydo bo‘lgan.
3. Ekonometrikaning markaziy muammmosi nimalardan iborat?
4. Ekonometrikaning matematik apparati nimalarni o‘z ichiga oladi?
5. Iqtisodiyotda ekonometrik modellashtirish zarurligini tushuntirib be-ring.
6. Model deb nimaga aytiladi?
7. Modellar necha turga bo‘linadi?
8. Amaliy dasturlar paketi necha guruhga bo‘linadi?
9. Amaliy dasturlar paketlarining tasnifini tushuntirib bering.
10. Ekonometrik modellashtirishda elektron jadvallar imkoniyatlarini tushuntirib bering.



## **II bob. EKONOMETRIKADA QO‘LLANILADIGAN AMALIY DASTURLAR TURLARI VA IMKONIYATLARI**

**2.1. Statistik ma’lumotlarni qayta ishlash amaliy dasturlari tasnifi.**

**2.2. Elektron jadvallar va ularning imkoniyatlari.**

**2.3. Ekonometrik modellashtirishda qo‘llaniladigan maxsus amaliy dasturlar xususiyatlari.**

**2.1. Statistik ma’lumotlarni qayta ishlash amaliy dasturlari tasnifi**

So‘nggi o‘n yillikda o‘tib borayotgan axborot oqimi muqarrar ravishda juda katta miqdordagi ma’lumotlarning to‘planishiga olib kelmoqda va hozirgi paytda ilmiy hamjamiyat oldida "katta ma’lumotlar (Big data)" deb nomlangan tahlilni o‘tkazish vazifasi turibdi. Ushbu ma’lumotlar iqtisodiyot, jamiyat, tibbiyot, psixologiya va inson faoliyatining barcha sohalarida to‘planib bormoqda. Bundan kelib chiqadiki, axborot texnologiyalarsiz va mos keluvchi dasturiy ta’minotsiz bunday ma’lumotlarni qayta ishlash va tahlil qilish mumkin emas.

Bugungi kunda statistik ma’lumotlarni qayta ishlashda statistik amaliy dasturlar majmuasidan keng foydalanilmoqda. Mazkur amaliy dasturlar ijtimoiy-iqtisodiy jarayonlarda oshkora va yashirin qonuniyatlarni ochish uchun mo‘ljallangan.

Kompyuter texnologiyalaridan foydalanmasdan har qanday ekonometrik tadqiqotlarni amalga oshirish mumkin emas. Buning sababi ularning algoritmlari va hisob-kitoblarning murakkabligidir. Hatto oddiy chiziqli regressiya modelini to‘g‘ri tuzish uchun ham matritsali tenglamalar tizimini yechish talab qilinadi, bunda matritsalarining o‘lchami har doim  $10 \times 10$  dan katta bo‘ladi. Shubhasiz, kompyuter vositalaridan foydalanmasdan bunday vazifalarni tez va to‘g‘ri hal qilish mumkin emas.

Ekonometrik tadqiqotlarning ko‘lami, tadqiqot ob‘ekti, to‘planadigan ma’lumotlar hajmiga qarab amaliy dasturlar tanlanadi. Statistik amaliy dasturlar bir qator xususiyatlarga ega bo‘lib, ushbu xususiyatlar orqali ularning tasnifini ko‘rib chiqamiz.

Statistik amaliy dasturlar tasnifini ishlab chiqish zarurati quyidagi sabablarga ko‘ra yuzaga keladi: amaliy dasturlarning haddan ziyod

ko‘pligi; ilmiy bilimlarning turli sohalarida (sotsiologiya, siyosatshunoslik, tarix, arxeologiya, bank ishi, sug‘urta, biologiya, tibbiyot va boshqalar) amaliy dasturlardan foydalanish; foydalanuvchi tayyorgarligi darajasi va boshqa omillar.

Statistik amaliy dasturlarning kengaytirilgan tasnifi quyidagi 2.1-rasmda keltirilgan.

Shunday qilib statistik amaliy dasturlarning bir necha tasnifiy belgilari bilan ajratish mumkin.

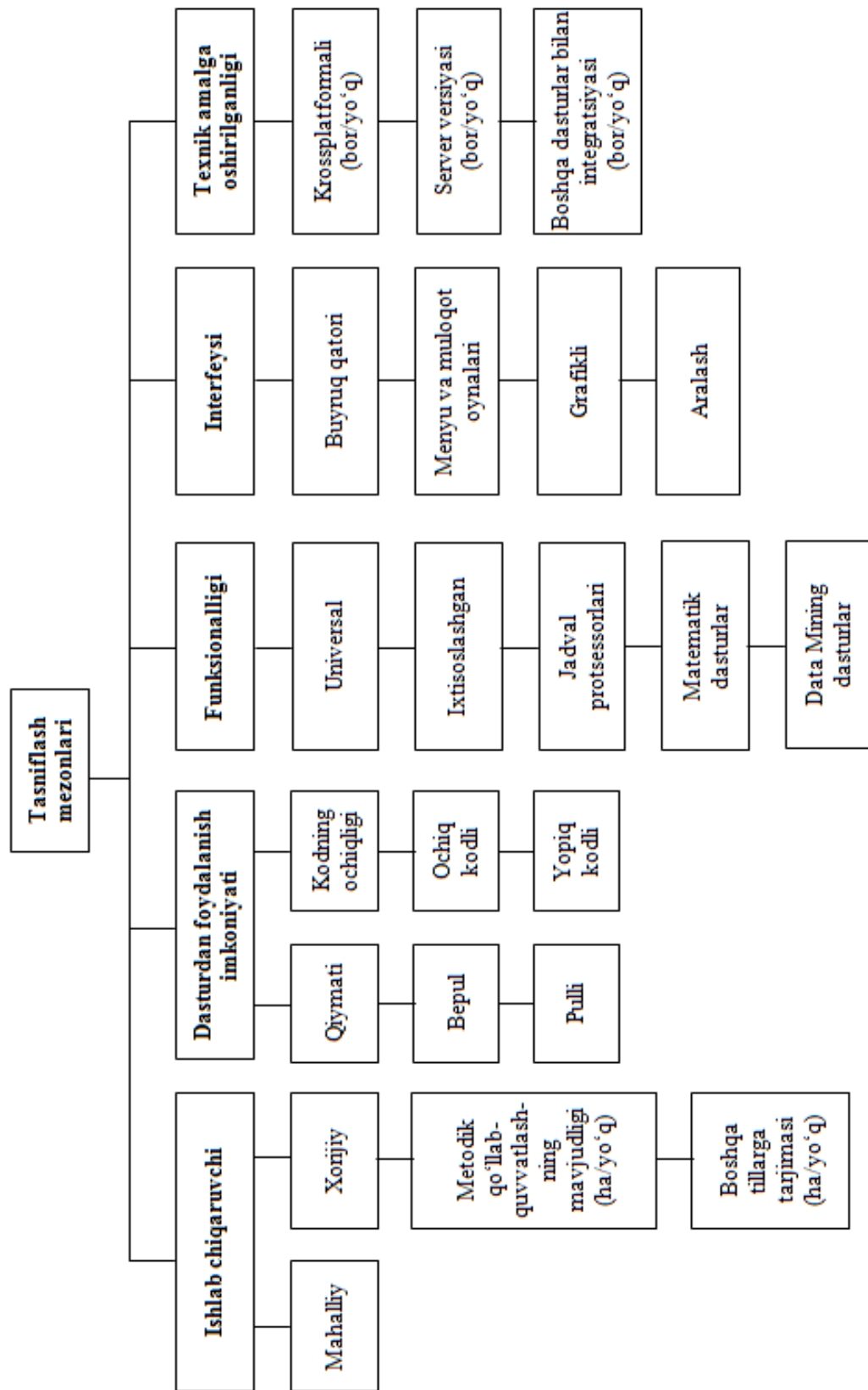
1. Qaysi mamlakatda ishlab chiqarilganligi bo‘yicha:

1.1. Xorijiy statistik amaliy dasturlar: STATGRAPHICS, SPSS, STATA, SAS, STATISTICA, EViews, Kxen, S-plus va boshqalar.

1.2. Rossiyada ishlab chiqilgan statistik amaliy dasturlar: Deductor, Prognoz Platform, STADIA, EVRISTA, MIZOZAVR, OLIMP: Stat-Ekspert, Statistik-Konsultant, SANI, KLASS- MASTER va boshqalar.

Ikkala guruh ham bir qator muhim kamchiliklarga ega. Rossiyada ishlab chiqilgan ko‘plab statistik amaliy dasturlar taqdim etilgan statistik usullari etarlicha kuchli vositalarga ega emas hamda xorijiy statistik amaliy dasturlar bilan uslubiy ta‘minot, texnik qo‘llab-quvvatlashda raqobatlasha olmaydi.

O‘z navbatida xorijiy statistik amaliy dasturlar ham ma‘lum kamchiliklarga ega: birinchidan, ularning deyarli barchasi boshqa tillarga tarjima qilinmagan. Bu esa mazkur dasturlardan foydalanuvchilar sonini kamayishiga hamda dasturlarni o‘rganishda ma‘lum qiyinchiliklarga olib kelishi mumkin. Ikkinchidan, mazkur dasturlarning qiymati yuqori bo‘lib, ularni hamma ham xarid qila olmaydi. Ushbu dasturlarning ayrim “qirqilgan” versiyalarida zarur statistik usullarni olib tashlangan bo‘ladi.



2.1-rasm. Statistik amaliy dasturlarning kengaytirilgan tasnifi

2. Dasturdan foydalanish imkoniyati bo'yicha:

2.1. Bepul statistik amaliy dasturlar: R, Python, Rapid Miner, BV4.1, GeoDA, Winpepi, Epi Info, X-12-ARIMA va boshqalar.

2.2. Pulli statistik amaliy dasturlar: Deductor, Prognoz Platform, SPSS, STATA, SAS, STATISTICA, EViews, Maple, Mathematica, MATLAB va boshqalar.

Ko'plab bepul statistik amaliy dasturlar tadqiqotchidan dasturlash bo'yicha ayrim malakalarni talab qiladi. Ushbu dasturlarga R, Python, Rapid Miner dasturlari kiradi. Bundan tashqari ushbu dasturlarda bevosita yirik ma'lumotlar bazalariga (Jahon banki, Xalqaro valyuta fondi, Evropa statistik ma'lumotlar bazasi va boshqalar) kirish funksiyalari ham ta'minlangan. Mazkur dasturlarda statistik ma'lumotlarni qayta ishlashning ko'plab usullari amalga oshirilgan bo'lib, ular funktsionallik jihatidan pulli statistik amaliy dasturlarga yaqinlashib qolgan.

Shuni qayd qilish kerakki, pulli statistik amaliy dasturlar bevosita yirik ma'lumotlar bazalaridan tashqari yirik kompaniyalarning ma'lumotlar omboriga kirish imkoniyatlariga ega. Ushbu dasturlar nafaqat ma'lumotlarni qayta ishlash dasturlari, balki Business intelligence (Biznes-analitika) instrumentlaridir.

3. Funktsionalligi bo'yicha (analitik imkoniyati, statistik tahlil qilish instrumentlari bo'yicha):

3.1. Universal dasturlar (umumiy foydalanishga mo'ljallangan va professional dasturlar): SPSS, STATA, STATISTICA, S-PLUS, SAS, Deductor, Prognoz Platform va boshqalar.

3.2. Ixtisoslashgan dasturlar: BioStat, EQS, EVRISTA, GWR4, GeoDA, Arrow Model va boshqalar.

Birinchi guruhdagi statistik amaliy dasturlar ma'lum bir fan sohasiga qaratilmagan va inson faoliyatining turli sohalarida shakllantirilgan va o'rganilgan ma'lumotlarni tahlil qilish uchun ishlatilishi mumkin. Ular odatda keng doiradagi statistik usullarni taklif qiladi va nisbatan sodda interfeysga ega. Universal dasturlarning ko'p profilligi turli xil ma'lumotlarni turli xil statistik usullardan foydalangan holda batafsil tahlil qilishga imkon beradi. Mavjud universal paketlarning aksariyatida statistik protseduralar tarkibida o'xshashliklar mavjud va bir-biriga nisbatan raqobatdosh mahsulotlardir. Ularning asosiy farqi dasturning interfeysi qanday amalga oshirilganligidadir.

O‘z navbatida, ixtisoslashtirilgan statistik amaliy dasturlar cheklangan miqdordagi maxsus statistik usullardan foydalangan holda tahlil qilish imkoniyatini beradi yoki yagona fan sohasiga tegishli masalalarni hal qilishda qo‘llaniladi. Qoidaga ko‘ra, bunday statistik amaliy dasturlar ma‘lum sohada ma‘lumotlarni tahlil qilish usullarini yaxshi biladigan mutaxassislariga mo‘ljallangan. Ushbu turdagi statistik amaliy dasturlarning noqulayligi shundaki, dasturni o‘zlashtirish foydalanuvchi tomonidan statistik protseduralarning "mexanikasini" bilishini talab qiladi, bu ularning tarqalishida shubhasiz to‘siqdir.

Funksionallik bo‘yicha ko‘rib chiqilgan tasnif statistik amaliy dasturlarni yana ikkita guruhi bilan to‘ldirilishi mumkin.

3.3. Jadval protsessorlari - Excel (Microsoft Office), Calc (Open-Office), Lotus 1-2-3 (Lotus SmartSuite); Quattro Pro (WordPerfect Office); Numbers (iWork).

Ushbu dasturlar professional statistik ma‘lumotlarni tahlil qilishning asosiy maqsadlariga ega emas va ular sonli ma‘lumotlarni tezda kiritish, ularni tahrir qilish va kerakli formatga o‘tkazish uchun mo‘ljallangan. Afzalliklari: dasturning rus tilida ekanligi, ma‘lumotlar bazasidan ma‘lumotni import qilish imkoniyati, asosiy statistik dasturiy paketlar bilan mosligi, ularni "dastlabki" ma‘lumotlarni tahlil qilish uchun ishlatish mumkinligi. Kamchiliklari: juda kam miqdordagi statistik algoritmlar va ma‘lumotlarni qayta ishlash protseduralari keltirilgan, bu ularni chuqur tahlil qilish va katta hajmdagi ma‘lumotlarni qayta ishlash uchun foydalanishni chegaralaydi.

3.4. Matematik dasturlar (MathCad, Maple, MATLAB, Mathematica va boshqalar) keng matematik bilimlarga ega bo‘lgan tadqiqotchi uchun mo‘ljallangan har qanday murakkablikdagi analitik tadqiqotlarni o‘tkazishga imkon beradi. Afzalliklari: rus tilida, dasturlar har qanday murakkablikdagi statistik usullarni amalga oshirish imkoniyatiga ega. Kamchiliklari: tadqiqotchidan statistik protseduralarni tuzish algoritmlarini bilishini talab qiladi. Asosan, ushbu dasturlar amaliy statistik tahlil uchun emas, balki loyihalarni avtomatlashtirish va muhandislik hisob-kitoblari uchun mo‘ljallangan.

Tasniflashning yana bir mezoni dasturdan foydalanish imkoniyati mezoni bilan kesishadi.

4. Dastlabki dastur kodining ochiqligi bo‘yicha:

4.1. Dastlabki dastur kodining ochiqligi bo'yicha dasturlar (open-source software), ushbu guruhda R va Python dasturlari yetakchilik qiladi.

4.2. Dastlabki dastur kodining yopiqqligi bo'yicha dasturlar (SAS, STADIA, SPSS, STATA, EViews va boshqalar).

Birinchi amaliy dasturlarning dastlabki kodlarini ko'rish, o'rganish va o'zgartirish uchun foydalanish mumkin, bu foydalanuvchiga ochiq dasturni o'zi yakunlashda ishtirok etish, yangi dasturlar yoki ma'lumotlarni qayta ishlash protseduralarini yaratish uchun koddan foydalanish, boshqa mualliflar kodidagi xatolarni tuzatishi mumkin. Bunday dasturlarning afzalliklari: bepul va moslashuvchanligidir. Kamchiliklari: bunday dasturlar bilan ishlashda dasturlash qobiliyatlari talab qilinadi, bu kodni yaratishda buyruq qatori bilan ishlaydi, garchi universal dasturlarda bo'lgani kabi (masalan, R dasturi uchun R-Studio dasturi) muloqot oynalari bilan ishlash uchun maxsus dasturlar mavjud.

Amaliy dasturlarning funksional belgilanishi tasnifi bo'yicha yana bitta qo'shimcha mezon bo'lib quyidagi hisoblanadi:

5. "Ma'lumotlarni topish" imkoniyati.

5.1. Klassik statistik tahlil uchun dasturlar - SPSS, Statistica, Stata va boshqalar.

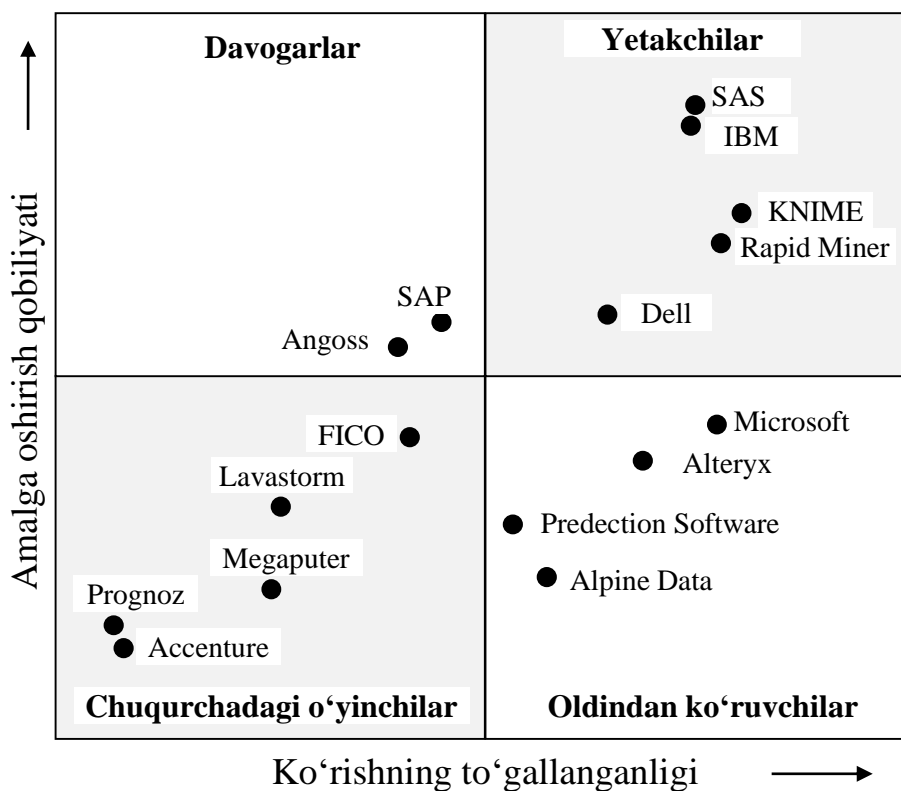
5.2. "Ma'lumotlarni topish" uchun dasturlari - SAS Enterprise Miner, SPSS Modeler, Rapid Miner, Statistica Data mining, R, Python, KNIME, Prognoz Platform va boshqalar.

Dasturlarning birinchi guruhining funksional imkoniyatlari ma'lumotlarni boshqarish protseduralari, ma'lumotlarning izlashni tahlil qilish va statistik usullar (gipotezalarni tekshirish, korrelyatsion-regression tahlil, dispersion tahlil boshqalar) bilan namoyon bo'ladi.

Ikkinchi guruh - bu Business intelligence (Biznes analitika) vositalaridir. Business intelligence "ma'lumotlarni qidirish", "ma'lumotlarni topib olish", "ma'lumotlarni yig'ish", "ma'lumotlarni intellektual tahlil qilish", "ma'lumotlar bazasida bilimlarni aniqlash" va boshqalar bilan sinonimdir.

Business intelligence (Biznes analitika) dasturlari haqida gap ketganda, "ilg'or tahlil platformalarining sehrli kvadranti" deb nomlangan Gartner reytingini eslatib o'tish zarur (2.2-rasm). Bu reyting koordinatalar tizimi shaklida tuzilgan bo'lib, unda gorizontalar o'qda

ko‘rishning to‘gallanganligi (completeness of vision) va vertikal o‘qda amalga oshirish qobiliyati (ability to execute) o‘lchanadi.



**2.2-rasm.** Sehrli kvadrat (manba: Garther, 2016 yil fevral)

Keyingi mezonlar - operatsion interfeys va statistik amaliy dasturlarning kross-platformaligi.

6. Ishlash interfeysi bo‘yicha:

6.1. Buyruq qatorli interfeysli dasturlar (Command line interface) – R, Python.

6.2. Muloqot oynalari va menyular ko‘rinishdagi interfeysli dasturlar (Menu interface) – SPSS, Stata, Statistica, EViews.

6.3. Vizual modellashtiruvchi grafik interfeysli dasturlar (graphical user interface) – SAS Enterprise Miner, SPSS Modeler, Statistica Data Miner.

Birinchi turdagi statistik amaliy dasturlar foydalanuvchi bilan kompyuterning o‘zaro harakatini ko‘zda tutadi, ya’ni foydalanuvchi klaviaturada matnli buyruqlarni kiritishi lozim. Afzalligi: avtomatlashtirish imkoniyati va yechimlarni amalga oshirishning qulayligi.

Kamchiligi: dasturlash bo'yicha malakalarni hamda statistik protseduralarni ishlash algoritmlarini bilishni talab qiladi.

Dasturlarning ikkinchi turi foydalanuvchiga dasturlarni boshqarish menyusida ma'lumotlarni boshqarish protseduralarini va ularni tahlil qilishni tanlashni taklif qiladi, keyinchalik ushbu protseduralarning muloqot oynalarida ishlash variantlarini o'rnatadi. Afzalligi: tegishli texnik, matematik ma'lumotsiz va dasturlash qobiliyatisiz tadqiqotchilar tomonidan foydalanish qulayligi. Kamchiliklari: hisob-kitoblarni amalga oshirishda moslashuvchanlik yo'qligi.

So'nggi kamchilik bozor yetakchilari bo'lgan tijorat dasturlarida yo'q. Barcha zamonaviy universal amaliy dasturlar buyruqlar qatoridan foydalanish bilan bir qatorda protseduralarni menyu orqali amalga oshirish imkoniyatiga ega. Masalan, Stata va EViews dasturlarida barcha hisob-kitoblarni buyruq qatori yoki menyu orqali bajarish mumkin, SPSS dasturida o'rnatilgan buyruq tili mavjud - bu oddiy operatsiyalarni avtomatlashtirish va menyuda bo'lmagan protseduralarni ishlatish mumkin bo'lgan sintaksisdir.

Qoidaga ko'ra interfeysning oxirgi turi data mining instrumentlariga xosdir. Bunday instrumentlar bilan ishlash vizual modellashtirish muhitida sodir bo'ladi.

Ma'lumotlarni qayta ishlashga mo'ljallangan zamonaviy statistik amaliy dasturlar kross-platformalik xususiyatiga - ya'ni ular turli operatsion tizimlarda ishlash imkoniyatiga ega bo'lishlari kerak. Ma'lumotlarni statistik qayta ishlash bo'yicha ko'pchilik tijorat amaliy dasturlar (SPSS, Stata, EViews va boshqalar) va ommaviy bepul dasturlar (masalan, R) kross-platformali hisoblanadi.

7. Kross-platformaligi bo'yicha:

7.1. Windows operatsion tizimida ishlaydigan dasturlar.

7.2. Mac operatsion tizimida ishlaydigan dasturlar.

7.3. Unix operatsion tizimida ishlaydigan dasturlar.

Bundan tashqari tijorat amaliy dasturlarga server versiyasining mavjudligi ham talab qilinadi.

8. Serverda ma'lumotlarni saqlash va hisob-kitoblarni bajarish imkoniyati bo'yicha:

8.1. Lokal versiya.

8.2. Server versiyali dasturga bo'linadi.



Dasturlarning server versiyasining lokal versiyasidan asosiy farqi – bu ma'lumotlarning qaerda joylashganligi va qaerda qayta ishlani- shidir.

Amaliy dasturlarning server versiyalari qayta ishlangan ma'lumot- larni foydalanuvchi kompyuterining operativ xotirasida saqlamaydi ham foydalanuvchi kompyuterining protsessori va operativ xotirasini haddan ziyod egallamaydi.

Pulli amaliy dasturlar uchun kiritilishi mumkin bo'lgan yana bir mezon, bu amaliy dasturlar rivojlanishining hozirgi tendensiyalari bilan bog'liq holda boshqa IT-mahsulotlar bilan integratsiya qilish qobili- yatini aks ettiradi.

9. Integratsiya qilish qobiliyati bo'yicha:

9.1. Ochiq kodli R, Python dasturlari bilan integratsiya qiladigan.

9.2. Ochiq kodli dasturlari bilan integratsiyani qo'llab quvvatlamay- digan.

Masalan, SPSS dasturi - ma'lumotlarni qayta ishlash uchun uni- versal dasturlarning yetakchilaridan biri, uzoq vaqtdan beri R va Python dasturlari bilan integratsiyaga ega. Statistica dasturining so'nggi versiyalarida R dasturi bilan integratsiyasi paydo bo'ldi.

Foydalanuvchiga qulaylik nuqtai nazaridan qo'shimcha tasniflash mezonlarini kiritish mumkin.

10. Xorijiy dasturlar uchun boshqa tillardagi versiyasining mav- judligi bo'yicha:

10.1. Rus tilidagi interfeysli dasturlar - SPSS, Statistica.

10.2. Ingliz tilidagi interfeysli dasturlar - Stata, EViews, SAS va boshqalar.

Xulosa qilib aytish mumkinki, ijtimoiy-iqtisodiy ma'lumotlarni qayta ishlash uchun dasturiy ta'minotni tanlash juda qiyin masala.

Statistik amaliy dasturlar qulay va samarali bo'lishi uchun u ko'plab talablarga javob berishi kerak, jumladan:

- keng doirada statistik vositalarni (protseduralar, usullar) o'z ichiga olishi;

- tez o'rganish uchun etarli darajada sodda va ulardan foydalanish oson bo'lishi;

- ma'lumotlar to'plamlarini kiritish, o'zgartirish va saqlashga qo'- yiladigan yuqori talablarga javob berishi, shuningdek ma'lumotlarni eksport va import qilish imkoniyatiga ega bo'lishi;

- ma'lumotlar va natijalarni grafik taqdim etish uchun keng vositalarga ega bo'lishi;
- statistik protseduralar bilan tanish bo'lgan tadqiqotchilar tomonidan mustaqil o'rganish uchun yetarli bo'lgan batafsil hujjatlarga (uslubiy yordamga) ega bo'lish;
- arzon, ideal holda bepul mahsulot bo'lishi lozim.

## **2.2. Elektron jadvallar va ularning imkoniyatlari**

Ijtimoiy-iqtisodiy jarayonlar va ko'rsatkichlar bo'yicha to'plangan ma'lumotlar saqlashda elektron jadvallar muhim ahamiyatga ega. Ushbu to'plangan ma'lumotlarni qayta ishlashda esa maxsus dasturiy vositalar – jadval protsessorlaridan foydalaniladi.

Elektron javdal – bu jadval ko'rinishida taqdim etilgan ma'lumotlarni saqlash va qayta ishlash uchun mo'ljallangan, ya'ni bu qatorlar va ustunlardan iborat bo'lgan ikki o'lchovli massivlardir.

Jadval protsessori - bu elektron jadvallarni yaratish va boshqarishga mo'ljallangan dasturiy vositadir.

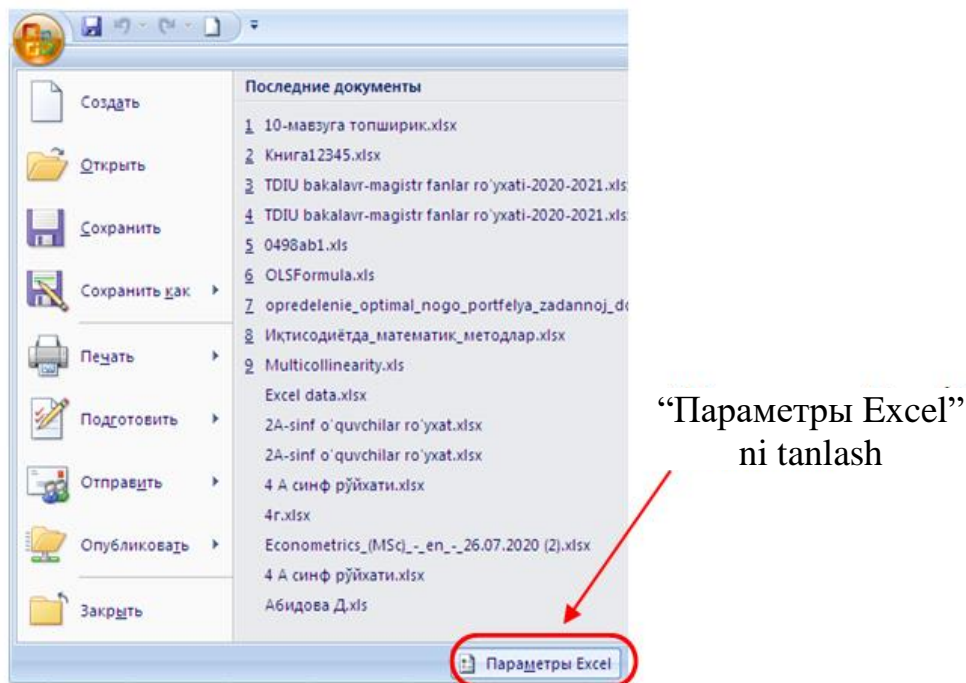
Jadval protsessorlari – professional statistik ma'lumotlarni tahlil qilishning asosiy maqsadlariga ega emas va ular sonli ma'lumotlarni tezda kiritish, ularni tahrir qilish va kerakli formatga o'tkazish uchun mo'ljallangan. Ushbu dasturlar universal dasturlar bo'lib, quyidagilardir - Excel (Microsoft Office), Calc (OpenOffice), Lotus 1-2-3 (Lotus SmartSuite); Quattro Pro (WordPerfect Office); Numbers (iWork).

Ekonometrik va statistik tadqiqotlarda ma'lumotlarni to'plash, eksport qilish, vizual va grafik holda ko'rish, dastlabki qayta ishlash, maxsus makro buyruqlar yaratib operatsiyalarni avtomatlashtirishda MS Excel dasturidan keng foydalaniladi.

MS Excel dasturida 100 da ortiq statistik funksiyalar mavjud. Statistik funksiyalardan foydalanish uchun bevosita Excel dasturining ishchi varag'idagi zarur yacheykaga statistik funksiya nomini kiritish kerak, yoki Excel dasturining “Анализ данных” modulidan foydalanish lozim. Mazkur model dastur menyusining “Данные” bo'limida joylashgan.

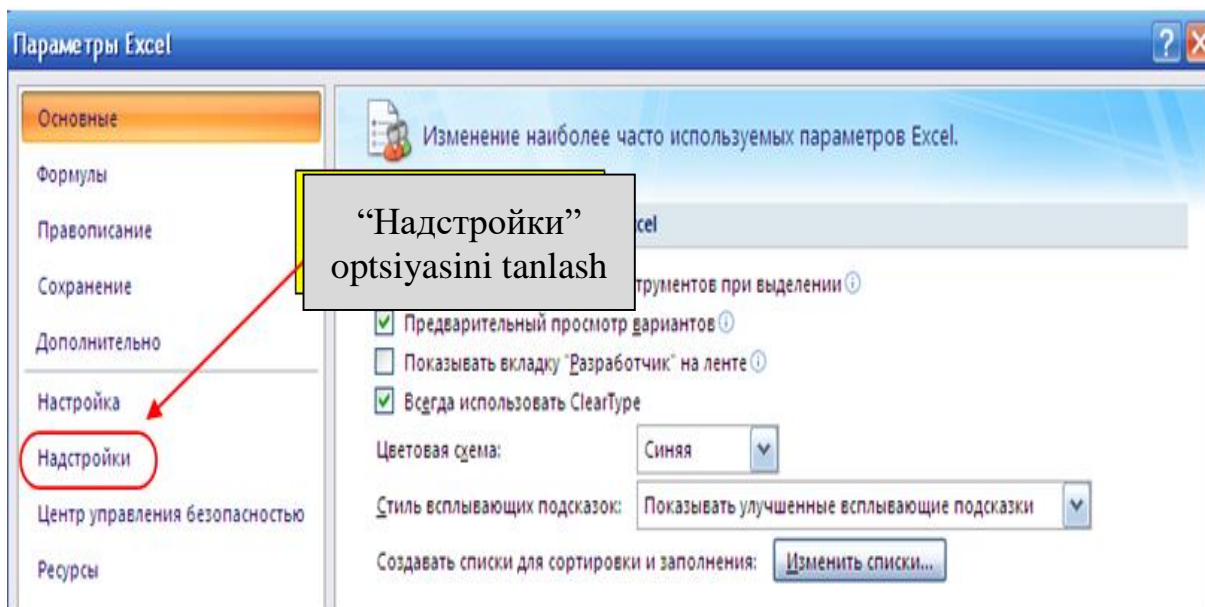
Agar MS Excel dasturini ishga tushirganda “Анализ данных” moduli faol bo'lmasa, u holda uni quyidagicha faollashtirish lozim.

1. Asosiy menyudan “Параметры Excel” bo‘limiga kirish lozim (2.3-rasm).



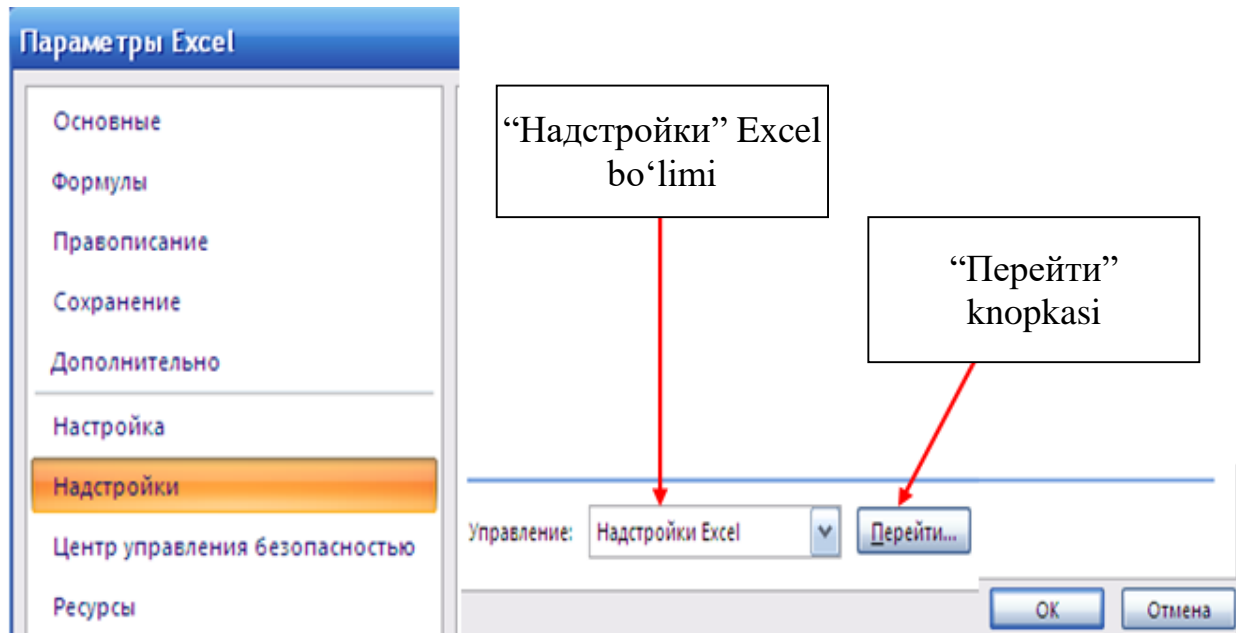
**2.3-rasm.** “Параметры Excel” knopkasini tanlash

2. “Параметры Excel” knopkasini tanlangandan keyin quyidagi muloqot oynasi ochiladi (2.4-rasm).



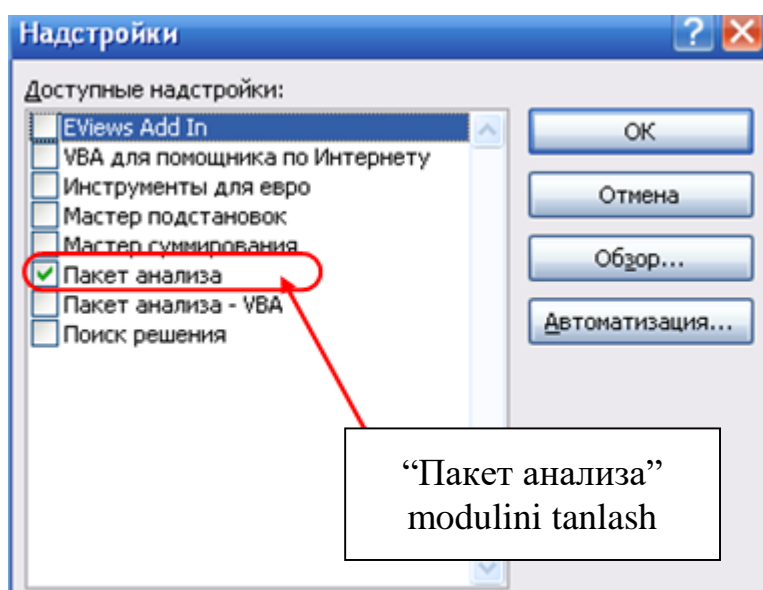
**2.4-rasm.** “Надстройки” optsiyasini tanlash

3. “Надстройки” opsiyasi tanlangan so‘ng ochilgan oynada “Надстройки Excel” bo‘limiga o‘tib, “Перейти” knopkasini tanlash zarur (2.5-rasm).



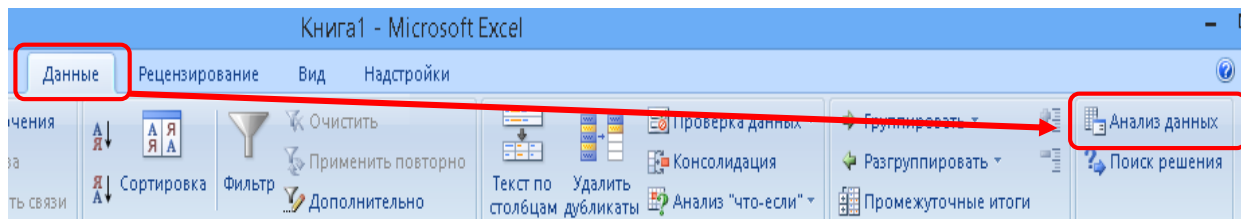
**2.5-rasm.** “Надстройки Excel” bo‘limi va “Перейти” knopkasini tanlash

4. “Перейти” knopkasi tanlangan so‘ng “Надстройки” oynasi ochiladi va ushbu oynadan “Пакет анализа” moduli tanlanib, OK knopkasi bosiladi (2.6-rasm).



**2.6-rasm.** “Надстройки” oynasidan “Пакет анализа” moduli tanlash

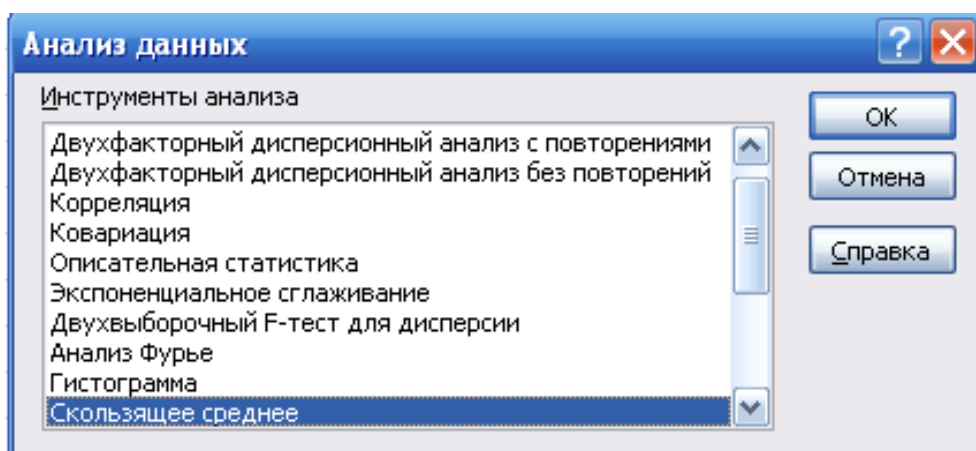
5. Natijada MS Excel dasturining menu qatorining “Данные” bo‘limida “Анализ данных” modulining belgisi paydo bo‘ladi (2.7-rasm).



### 2.7-rasm. Menyuning “Данные” bo‘limida “Анализ данных” modulining joylashishi

Yuqorida amalga oshirilgan protseduralardan so‘ng MS Excel dasturida “Анализ данных” moduli faollashdi.

“Анализ данных” modulidagi statistik funksiyalar bilan tanishib chiqamiz (2.8-rasm).



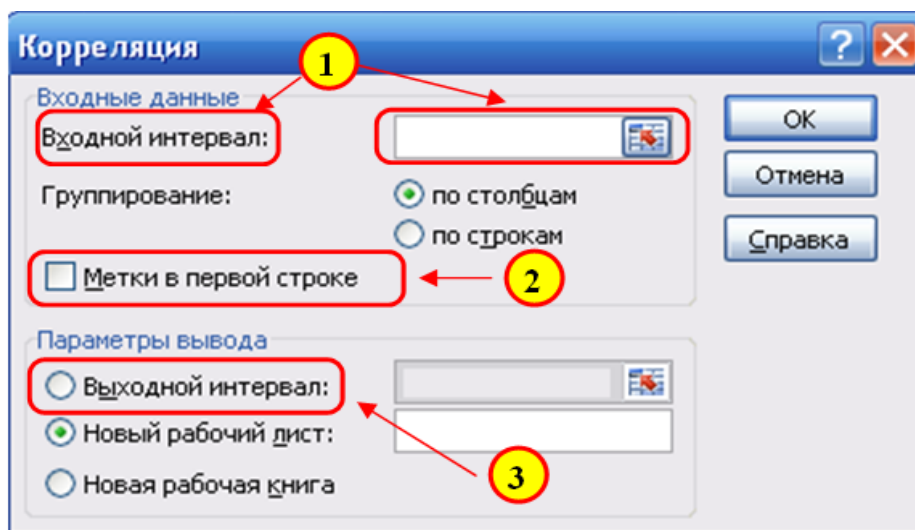
### 2.8-rasm. “Анализ данных” modulining tahlil qilish instrumentlari

“Анализ данных” modulida ma’lumotlarni statistik tahlil qilishning quyidagi usullari amalga oshirilgan:

- Гистограмма (gistogramma);
- Выборка (tanlama);
- Описательная статистика (tavsifiy statistika);
- Ранг и перцентиль (rang va persentil);

- Генерация случайных чисел (tasodifiy sonlarni generatsiyalash);
- Двухвыборочный z-тест для средних (o'rtachalar uchun ikki tanlamali z-test);
- Двухвыборочный t-тест с одинаковыми дисперсиями (bir xil dispersiyali ikki tanlamali t-test);
- Двухвыборочный t-тест с различными дисперсиями (turl xil dispersiyali ikki tanlamali t-test);
- Двухвыборочный F-тест для дисперсий (dispersiyalar uchun ikki tanlamali F-test);
- Парный двухвыборочный t-тест для средних (o'rtachalar uchun juft ikki tanlamali t-test);
- Однофакторный дисперсионный анализ (bir omilli dispersion tahlil);
- Двухфакторный дисперсионный анализ без повторений (takrorlamasdan ikki omilli dispersion tahlil);
- Двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями (takrorlanadigan ikki omilli dispersion tahlil);
- Ковариация (kovariatsiya);
- Корреляция (korrelyatsiya);
- Регрессия (regressiya);
- Скользящее среднее (o'rtacha sirg'aluvchilar);
- Экспоненциальное сглаживание (eksponentsial tekislash);
- Анализ Фурье (Fure tahlili).

Statistik ma'lumotlarni tahlil qilishning keltirilgan ushbu usullarining har biri MS Excel dasturida alohida amalga oshirilgan. Har bir usul tanlanganda unga mos ravishda alohida muloqot oynasi paydo bo'ladi. Masalan, to'plangan statistik ma'lumotlar bo'yicha korrelyatsion tahlil o'tkazish zarur bo'lsa, u holda "Корреляция" qatori tanlanib, ОК knopkasi bosiladi. Natijada "Корреляция" usulining quyidagi muloqot oynasi paydo bo'ladi (2.9-rasm).



**2.9-рasm.** “Корреляция” usulining muloqot oynasi

Dastlabki ma’lumotlar joylashgan interval 1-oynaga joylashtiriladi. Agar ma’lumotlarning sarlavhasi bo’lsa, u holda “Метки в первой строке” qatoriga belgi qo’yish lozim bo’ladi (2). Tahlil natijalarini 3 xil joyga chiqarish mumkin (3): bevosita ma’lumotlar joylashgan ishchi varaqqa (buning uchun natijalar joylashadigan interval ko’rsatilishi lozim), yangi ishchi varaqqa va yangi ishchi kitobga.

Masalan, dasturda to‘plangan iqtisodiy ma’lumotlar asosida o‘tkazilgan korrelyatsiya tahlili natijalari quyidagi ko‘rinishda bo‘lishi mumkin (2.10-rasm).

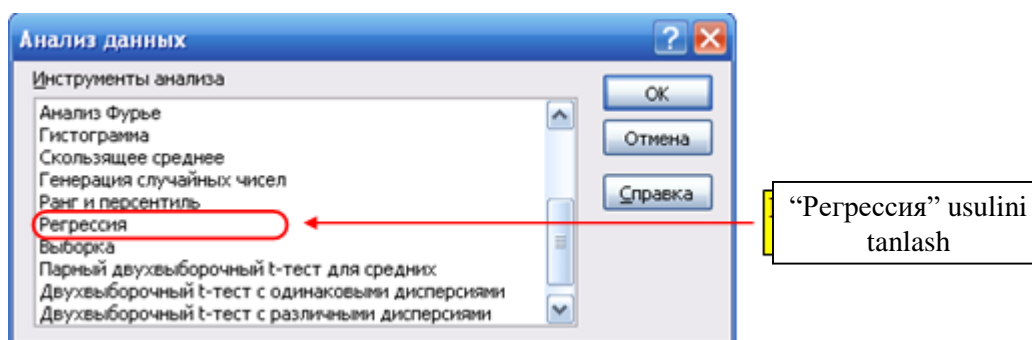
	$Y$	$X1$	$X2$	$X3$	$X4$
$Y$	1				
$X1$	0,9561720	1			
$X2$	0,7823778	0,6071175	1		
$X3$	-0,0843177	0,8721989	0,2853862	1	
$X4$	0,7744010	0,4168752	0,0862871	-0,0756232	1

**2.10-рasm.** Iqtisodiy ma’lumotlar asosida o‘tkazilgan korrelyatsiya tahlilining natijalari

MS Excel dasturi ekonometrik tadqiqotlar uchun ma’lum imkoniyatlarni taqdim etadi. Ekonometrik tadqiqotlarning asosiy maqsadi – bu o‘rganilayotgan jarayonga mos (adekvat) keluvchi ekonometrik modelni tuzish, uni baholash, turli xil testlarga tekshirish

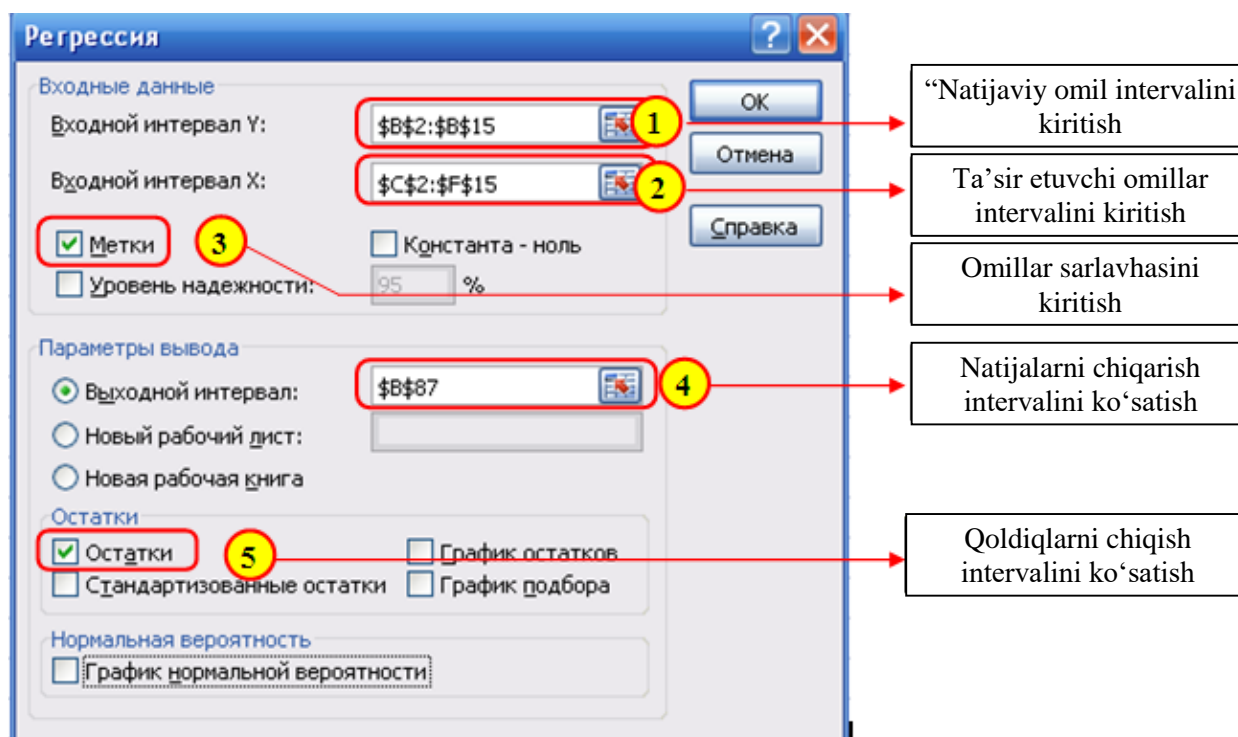
hamda ushbu model asosida ma'lum bir vaqt intervaliga prognozlarni amalga oshirish hisoblanadi.

MS Excel dasturining “Анализ данных” moduli juft va ko‘p omilli ekonometrik model tuzish imkoniyatini beradi. Buning uchun “Анализ данных” modulidan “Регрессия” usulini tanlash lozim (2.11-rasm).



2.11-rasm. “Анализ данных” modulidan “Регрессия” usulini tanlash

“Регрессия” usuli tanlangandan regressiya muloqot oynasi ochiladi va unda keltirilgan qatorlarga omillarning mos keluvi intervallarini va natijalarning chiqish intervallarini kiritish lozim (2.12-rasm).



2.12-rasm. “Регрессия” muloqot oynasi



2.12-rasmdagi (1) qator “Входной интервал  $Y$ ” ( $Y$  ning kirish intervali) qatoriga natijaviy omil  $Y$  joylashgan butun interval belgilanadi. “Входной интервал  $X$ ” (barcha  $X$  larning kirish intervali) qatoriga ta’sir etuvchi omillar ( $X_i$ ) joylashgan barcha intervallar belgilanadi. (3) “Метки” (belgilar) qatoriga belgi qo’yiladi, chunki barcha omillarning sarlavhasida ularning nomi joylashgan bo’lib, ular hisob-kitoblarda qiyinchilik tug’dirmasligi va har bir omilning nomini aniqlab olishda zarur bo’ladi. “Выходной интервал” (chiqish intervali) (4) qatoriga regressiya hisob-kitoblarini natijalari joylashadigan interval kiritiladi. Bunda natijalarni joylashtirish uchun 3 xil holat bo’lishi mumkin: bevosita ma’lumotlar joylashgan ishchi varaqqa (buning uchun natijalar joylashadigan interval ko’rsatilishi lozim), yangi ishchi varaqqa va yangi ishchi kitobga natijalar chiqariladi. “Остатки” (qoldiqlar) (5) qatoriga belgi qo’yilsa, haqiqiy va hisoblangan natijaviy omil bo’yicha farqlarning qoldiqlari alohida ustunda hisoblab beriladi (2.13-rasm).

<i>Регрессионная статистика</i>	
Множественный R	0,850797575
R-квадрат	0,723856513
Нормированный R-квадрат	0,58578477
Стандартная ошибка	21640,24124
Наблюдения	13

#### Дисперсионный анализ

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость в F</i>
Регрессия	4	9820460778	245511519	55,2426115	0,0000
Остаток	8	3746400328	468300041	3	
Итого	12	13566861106			

	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>
Y-пересечение	10121,98	3971,093	-2,54891	0,00063	57097,806	36853,846
X1	0,53505	0,11524	4,64260	0,00009	35,62148	44,55137
X2	39,11933	12,35841	3,16539	0,00029	12,43927	90,67793
X3	64,06816	21,81426	2,93698	0,00859	16,49203	32,35571
X4	-1,85569	4,15500	-0,44662	0,66699	-11,43714	7,72575

<i>Наблюдение</i>	<i>Предсказанное Y</i>	<i>Остатки</i>
1	12121,17	-6785,87
2	-7431,32	14804,92
3	14932,13	-5603,63
4	3242,49	7815,61
5	9612,18	3606,52
6	19538,59	-2886,39
7	9886,19	5382,21
8	23717,50	-4947,80
9	26764,06	-2892,56
10	63357,43	-38348,43
11	53113,56	-22067,06
12	72279,04	25967,96
13	82400,69	25954,51

**2.13-rasm.** “Регрессия” tahlili natijalari

Yuqoridagi “Регрессионная статистика” javdalida ko‘plikda korrelyatsiya koeffitsienti, determinatsiya koeffitsienti, tekislangan determinatsiya koeffitsienti, standart xatolik va kuzatuvlar soni keltiriladi.

“Дисперсионный анализ” jadvalida ozodlik darajalari soni, qoldiqlar kvadratlari yig‘indisi, dispersiya, Fisherning F-mezoni hisoblangan qiymati va F-mezonning ahamiyatliligi keltirilgan.

Keyingi jadvalda hisoblangan ekonometrik model parametrlari keltirilgan, ya’ni modelda qatnashadigan o‘zgaruvchilarning hisoblangan koeffitsientlari, standart xatoliklari, har bir koeffitsientning t-statistikasi, P-qiymati hamda ishonchlilik intervallari keltirilgan.

So‘nggi jadvalda natijaviy omil  $Y$  ning hisoblangan qiymatlari va qoldiqlar keltirilgan.

### **2.3. Ekonometrik modellashtirishda qo‘llaniladigan maxsus amaliy dasturlar**

Ekonometrik tadqiqotlar olib borishda bugungi kunda 100 dan ortiq amaliy dasturlar mavjud. Ular orasida elektron jadvallar (MS Excel), turli protseduralarga ega bo‘lgan umumiy foydalanishga mo‘ljallangan amaliy dasturlar (Statistica, SPSS), keng doiradagi

ekonometrik masalalarni yechishga yo‘naltirilgan amaliy dasturlar (EViews, Stata, Gretl, Minitab) va dasturlashga yo‘naltirilgan amaliy dasturlar (R va boshqalar).

Quyidagi 2.1-javdalda ekonometrikada qo‘llaniladigan ayrim amaliy dasturlar to‘g‘risida ma‘lumotlar keltirilgan.

Jadvaldan ko‘rish mumkinki, aksariyat amaliy dasturlar yopiq kodli dasturlardir. Ya‘ni, ulardan foydalanish uchun mazkur dasturlarni xarid qilish lozim. Eng ommaviy amaliy dasturlarning yangilanishi yoki versiyasining yuqoriga o‘sib borishi kuzatiladi, jumladan Altrex, Eviews, Gauss, Gretl, Maple, Matlab, R, ROOT, Stata dasturlari har yilda yangilanib turiladi va ularning yangi yaxshilangan, xatolari tuzatilgan versiyalari chiqmoqda.

**2.1-jadval**

Ekonometrikada qo‘llaniladigan ayrim dasturlar to‘g‘risida ma‘lumotlar

No	Dastur nomi	Ishlab chiquvchi	So‘nggi versiyasi	Ochiq manba	Dastur litsenziyasi	Interfeysi	Qaysi tilda yozilgan	Stsenariylar tili
1	<a href="#"><u>ADaMSoft</u></a>	Marco Scarno	2015	ha	<a href="#"><u>GNU GPL</u></a>	<a href="#"><u>CLI, GUI</u></a>	<a href="#"><u>Java</u></a>	-
2	<a href="#"><u>Alteryx</u></a>	Alteryx Inc.	2019	yo‘q	Patentli	<a href="#"><u>GUI, Python SDK</u></a>	C#, C++, Python, R, JS	R, Python
3	<a href="#"><u>Analyse-it</u></a>	Analyse-it	-	yo‘q	Patentli	<a href="#"><u>GUI</u></a>	C#, C++, Fortran	-
4	<a href="#"><u>ASReml</u></a>	VSN International	2014	yo‘q	Patentli	<a href="#"><u>CLI</u></a>	-	-
5	<a href="#"><u>BMDP</u></a>	Statistical Solutions	-	yo‘q	Patentli	-	-	-
6	<a href="#"><u>Epi Info</u></a>	Centers for Disease Control and Prevention	2016	ha	Erkin	<a href="#"><u>CLI, GUI</u></a>	Microsoft C#	-
7	<a href="#"><u>EViews</u></a>	IHS	2019	yo‘q	Patentli	<a href="#"><u>CLI, GUI</u></a>	-	-
8	<a href="#"><u>GAUSS</u></a>	Aptech Systems	2019	yo‘q	Patentli	<a href="#"><u>CLI, GUI</u></a>	C, C++	-

9	<a href="#"><u>GenStat</u></a>	VSN International	2015	yo‘q	Patentli	<a href="#"><u>CLI, GUI</u></a>	-	-
10	<a href="#"><u>GRETL</u></a>	The Gretl Team	2020	ha	<a href="#"><u>GNU GPL</u></a>	<a href="#"><u>CLI, GUI</u></a>	C	hansl

2.1-jadval davomi.

11	<a href="#"><u>Maple</u></a>	Maplesoft	2020	yo‘q	Patentli	<a href="#"><u>CLI, GUI</u></a>	-	-
12	<a href="#"><u>MATLAB</u></a>	MathWorks	2018	yo‘q	Patentli	<a href="#"><u>CLI, GUI</u></a>	<a href="#"><u>C++</u></a> , Java, MATLAB	-
13	<a href="#"><u>MaxStat Pro</u></a>	MaxStat Software	Pro 3.6	yo‘q	Patentli	<a href="#"><u>GUI</u></a>	VB.net, C++, C#	-
14	<a href="#"><u>Minitab</u></a>	Minitab Inc.	2017	yo‘q	Patentli	<a href="#"><u>CLI, GUI</u></a>	-	-
15	<a href="#"><u>R</u></a>	R Foundation	4.0.0 (24.04.2020)	ha	<a href="#"><u>GNU GPL</u></a>	<a href="#"><u>CLI, GUI</u></a>	C, Fortran, R	<a href="#"><u>R language</u></a> , <a href="#"><u>Python</u></a>
16	<a href="#"><u>ROOT</u></a>	ROOT Analysis Framework	6.18.04 (11.09.2019)	ha	<a href="#"><u>GNU GPL</u></a>	<a href="#"><u>GUI</u></a>	C++	C++, Python
17	<a href="#"><u>SAS</u></a>	<a href="#"><u>SAS Institute</u></a>	Viya 3.4, 2018	yo‘q	Patentli	<a href="#"><u>CLI, GUI</u></a>	C	<a href="#"><u>SAS language</u></a> , APIs for <a href="#"><u>R language</u></a> , <a href="#"><u>Python</u></a>
18	<a href="#"><u>SHAZAM</u></a>	SHAZAM Analytics ltd.	2015	yo‘q	Patentli	<a href="#"><u>CLI, GUI</u></a>	Fortran, C++, C	-
19	<a href="#"><u>SPSS</u></a>	<a href="#"><u>IBM</u></a>	24.0 (2016)	yo‘q	Patentli	<a href="#"><u>CLI, GUI</u></a>	Java	R, Python, SaxBasic
20	<a href="#"><u>Stata</u></a>	<a href="#"><u>StataCorp LLC</u></a>	2019	yo‘q	Patentli	<a href="#"><u>CLI, GUI</u></a>	<a href="#"><u>C</u></a>	ado, Mata
21	<a href="#"><u>SYSTAT</u></a>	Systat Software Inc.	2007	yo‘q	Patentli	<a href="#"><u>CLI, GUI</u></a>	-	-

Javdalda keltirilgan GNU (inglizcha *GNU's Not UNIX* - «GNU - Unix» emas) – GNU loyihasida ishlab chiqilgan ochiq, UNIX ga o‘xshash operatsion tizim. UNIX operatsion tizimidan GNU ning farqi shuki, u ochiq va UNIX kodiga ega emas. GNU GPL (GNU ning universal ommaviy litsenziyasi yoki GNU ning ochiq litsenzion kelishuvchi) 1988 yilda GNU loyihasi doirasida erkin dasturiy ta’minotga berilgan litsenziya bo‘lib, unga asosan dastur muallifi o‘zi yaratgan dasturiy ta’minotni jamoat mulkiga topshiradi.

Interfeysda keltirilgan CLI (Command Line Interface) – buyruq qatori interfeysi bo‘lib, dasturdagi buyruqlarni klaviaturadan kiritish imkonini beradi. GUI (Graphic User Interface) – foydalanuvchining grafik interfeysi, dasturdagi buyruqlar maxsus buyruq knopkalari orqali amalga oshiriladi. Javdaldan ko‘rish mumkinki ko‘pchilik amaliy dasturlarda bir vaqtda buyruqlar qatoridan buyruq kiritish ham maxsus knopkalarni bosish orqali dasturda amallarni bajarish mumkin ekan.

Yuqorida keltirilgan ekonometrik modellashtirish amaliy dasturlari turli imkoniyatlarga ega. Turli xil regressiya usullarini qo‘llab-quvvatlash bo‘yicha amaliy dasturlarning imkoniyatlarini tahlil qilamiz (2.2-javdal)

## 2.2-javdal

Regressiyaning turli usullarini qo‘llab-quvvatlash bo‘yicha amaliy dasturlarning imkoniyatlari

Dastur	<u>OLS</u>	<u>WLS</u>	<u>2SLS</u>	<u>NLLS</u>	<u>Logistic</u>	<u>GLM</u>	<u>Quantile</u>	<u>Probit</u>	<u>Cox</u>
<u>ADaMSoft</u>	ha	ha	yo‘q	ha	ha	yo‘q	-	-	-
<u>Alteryx</u>	ha	ha	-	-	ha	ha	-	ha	-
<u>Analyse-it</u>	ha	-	-	-	ha	-	-	-	-
<u>BMDP</u>	ha	-	-	-	ha	-	-	-	ha
<u>Epi Info</u>	ha	yo‘q	yo‘q	yo‘q	ha	-	-	-	ha
<u>EViews</u>	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	-
<u>GAUSS</u>	ha	-	-	-	ha	ha	yo‘q	-	-
<u>GenStat</u>	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha
<u>GRETL</u>	ha	ha	ha	ha	ha	yo‘q	ha	ha	ha
<u>Maple</u>	ha	ha	yo‘q	ha	yo‘q	yo‘q	yo‘q	yo‘q	yo‘q
<u>MATLAB</u>	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha
<u>MaxStat Pro</u>	ha	ha	yo‘q	ha	ha	yo‘q	yo‘q	yo‘q	yo‘q
<u>Minitab</u>	ha	ha	yo‘q	ha	ha	-	yo‘q	-	-
<u>R</u>	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha
<u>ROOT</u>	ha	ha	yo‘q	-	ha	-	yo‘q	-	-
<u>SAS</u>	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha

<b>SHAZAM</b>	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha
<b>SPSS</b>	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha
<b>Stata</b>	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha
<b>SYSTAT</b>	ha	ha	ha	ha	ha	ha	yo‘q	-	-

Jadval ma'lumotlaridan ko'rish mumkinki ekonometrik modellashtirish bo'yicha to'liq funksional imkoniyatlarga ega bo'lgan amaliy dasturlar bo'lib EViews, GenStat, GRETL, Matlab, R, SAS, SHAZAM, SPSS va Stata dasturlari hisoblanar ekan. Ushbu amaliy dasturlarda ekonometrik modelashtirishning quyidagi usullaridan foydalanish mumkin: OLS (Ordinary Least Squares) – eng kichik kvadratlar usuli – juft va ko'p omilli ekonometrik modellarni tuzish uchun; WLS (Weighted Least Squares) – vaznli eng kichik kvadratlar usuli – geteroskedastlikni baratarf etishda qo'llaniladi; 2SLS (Two-Step Least Squares) – ikki qadamli eng kichik kvadratlar usuli – bir xil identifikatsiya qilinadigan va bir xil identifikatsiya qilinmaydigan tenglamalar iborat ekonometrik modellar parametrlarini baholashda foydalaniladi; NLLS (Nonlinear Least Squares) – chiziqsiz eng kichik kvadratlar usuli – chiziqsiz ekonometrik modellarni baholashda foydalaniladi; Logistic – logistik funksiyalarni baholashda foydalaniladi; GLM (Generalized Least Squares Method) – umumlashtirilgan eng kichik kvadratlar usuli – Gauss-Markov shartlari buzilgan holda qo'llaniladigan usul; Quantile – tasodifiy miqdor taqsimot qonunining miqdoriy xarakteristikasini aniqlaydi; Probit – binar tanlovidagi statistik model bo'lib, standart normal taqsimot funksiyasi asosida sizni qiziqtiruvchi hodisaning paydo bo'lishi ehtimolligini aytib berishda foydalaniladi; Cox – umumlashtirilgan chizikli model uchun instrument sifatida foydalaniladi.

Vaqtli qatorlarning turli usullarini qo'llab-quvvatlash bo'yicha amaliy dasturlarning imkoniyatlari quyidagi 2.3-jadvalda keltirilgan.

Javdal ma'lumotlaridan qo'rish mumkinki Eviews, GAUSS, GRETL, R, RATS, SAS, SHAZAM, Stata dasturlarida vaqtli qatorlarni tahlil qilishda barcha usullari amalga oshirilgan. Bu yerda ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) – sirg'aluvchi o'rtachalarning avtoregression integratsiyasi. Bu qisqa muddatli prognozlarni tuzish modeli hisoblanadi. GARCH (Generalized Autoregressive Integrated Moving Average) – umumlashtirilgan

sirg'aluvchi o'rtachalarning avtoregression integratsiyasi. Bu shartli dispersiyalarning o'zi o'tgan davrdagi shartli dispersiyalar qiymatiga bog'liqligini ko'rsatadi. Unit root test – yagona ildiz mavjudligiga test, ya'ni vaqtli qatorlarning statsionarlikka tekshirish testi.

### 2.33-javdal

Vaqtli qatorlarning turli usullarini qo'llab-quvvatlash bo'yicha amaliy dasturlarning imkoniyatlari

<b>Dastur</b>	<b>ARIMA</b>	<b>GARCH</b>	<b>Unit root test</b>	<b>Cointegration test</b>	<b>VAR</b>
<b><u>Alteryx</u></b>	ha	yo'q	-	-	-
<b><u>Analyse-it</u></b>	-	-	-	-	-
<b><u>EViews</u></b>	ha	ha	ha	ha	ha
<b><u>GAUSS</u></b>	ha	ha	ha	-	ha
<b><u>GRET</u></b>	ha	ha	ha	ha	ha
<b><u>Minitab</u></b>	ha	yo'q	yo'q	yo'q	yo'q
<b><u>R</u></b>	ha	ha	ha	ha	ha
<b><u>RATS</u></b>	ha	ha	ha	ha	ha
<b><u>SAS</u></b>	ha	ha	ha	ha	ha
<b><u>SHAZAM</u></b>	ha	ha	ha	ha	yo'q
<b><u>SPSS</u></b>	ha	ha	-	-	-
<b><u>Stata</u></b>	ha	ha	ha	ha	ha
<b><u>Statistica</u></b>	ha	yo'q	yo'q	yo'q	-
<b><u>SYSTAT</u></b>	ha	-	-	-	-

Cointegration test - bir necha statsionar bo'lmagan vaqtli qatorlarda ularning ayrim statsionar chiziqli kombinatsiyasi mavjudligi ifodalovchi xususiyatni aniqlovchi test. VAR (Vector AutoRegression) – bir necha vaqtli qatorlar dinamikasi modeli bulib, unda ushbu vaqtli qatorlarning joriy qiymatlari xuddi shu vaqtli qatorlarning avvalgi qiymatlariga bog'liq bo'ladi.

## Nazorat savollari

1. Ekonometrik tadqiqotlarda statistik amaliy dasturlar paketlaridan foydalanish zarurati nimalardan iborat?
2. Statistik amaliy dasturlar qaysi mezonlar bilan tasniflanadi?
3. Statistik amaliy dasturlarning qanday turlarini bilasiz.
4. Nima uchun ayrim statistik dasturlar ochiq kodli deyiladi va ulardan qanday foydalansa bo'ladi?
5. Universal statistik amaliy dasturlar ixtisoslashgan dasturlardan qaysi jihati bilan farqlanadi?
6. Business intelligence (Biznes analitika) amaliy dasturlarining xususiyatlari nimalardan iborat?
7. Elektron jadvallarning imkoniyatlari nimalardan iborat?
8. Ekonometrik modellashtirishda Excel elektron jadval protsessorining imkoniyatlarini tushuntirib bering.
9. Ekonometrikada qo'llaniladigan amaliy dasturlar to'g'risida umumiy ma'lumotlarni ta'riflab bering.
10. Qaysi amaliy dasturlarda regressiyaning turli usullari to'liq qo'llanilgan?



### **III bob. MA'LUMOTLAR TAHLILI VA STATISTIK USULLAR**

**3.1. Ma'lumotlar tahlili masalalari tasnifi.**

**3.2. Ma'lumotlar turlari va ularni o'lchash shkalalari.**

**3.3. Ekonometrik modellar turlari va modeldagi o'zgaruvchilar.**

**3.4. Excel dasturida tavsifiy statistika.**

#### **3.1. Ma'lumotlar tahlili masalalari tasnifi**

Hodisalar orasidagi o'zaro bog'lanishlarni o'rganish ekonometrika fanining muhim vazifasidir. Ma'lumotlar inson tomonidan qabul qilingan faktlar, hodisalar, xabarlar, o'lchab bo'ladigan xususiyatlar, qayd qilingan signallardir.

Ma'lumotlarning o'ziga xos xususiyati shundaki, bir tomondan ular kuzatuvchidan mustaqil ravishda mavjud bo'lsa, boshqa tomondan, ular maqsadli ravishda to'playdigan mavzu mavjud bo'lgan holda "ma'lumotlar" ga aylanadi.

Ma'lumotlar tahlili – bu qaror qabul qilish uchun avvaldan tashkil etilgan ma'lumotlardan axborot olish usullari va vositalari to'plamidir.

Ma'lumotlarni tahlil qilish bosqichlari quyidagi 3.1-javdaldagi keltirilgan.

#### **3.1-jadval**

Ma'lumotlarni tahlil qilish bosqichlari

<b>Bosqichlar</b>	<b>Amalga oshiriladigan masalalar</b>
1-bosqich. Masalaning qo'yilishi	1.1. Tadqiqot maqsadini aniqlash
	1.2. Ma'lumotlar tarkibini aniqlash
	1.3. Ma'lumotlarni to'plash
	1.4. Ma'lumotlarni tahlil qilish vositalarini tanlash
	1.5. Ma'lumotlarni formallashtirish
2-bosqich. Ma'lumotlarni qayta ishlash uchun kiritish	2.1. Ma'lumotlarni kompyuterga kiritish
	2.2. Ma'lumotlar arxivi bilan ishlash

	2.3. Ma'lumotlarni qayta ishlash masalasini shakllantirish
3-bosqich. Ma'lumotlar sifati tahlili	3.1. Ma'lumotlarning eng oddiy xarakteristikalarini aniqlash
	3.2. Ma'lumotlarni vizuallashtirish
	3.3. Ma'lumotlar tarkibini tahlil qilish
4-bosqich. Ma'lumotlarni miqdoriy ifodalash	4.1. Ma'lumotlar modelini tanlash
	4.2. Ma'lumotlarni qayta ishlash
5-bosqich. Natijalarni izohlash	5.1. Natijalarni tahlil qilish
	5.2. Qaror qabul qilish

Masalaning qo'yilishi (bu butun tahlil jarayoniga bog'liq bo'lgan hal qiluvchi bosqich) butun tadqiqotning maqsadini shakllantirishdan iborat bo'lib, bunda ma'lumotlarni yig'ish va qayta ishlash amalga oshiriladi. Qo'yilgan maqsaddan kelib chiqib, to'planishi kerak bo'lgan ma'lumotlar tarkibi aniqlanadi. Tadqiqotchilarning odatiy xatolaridan biri shundaki, ular avval ma'lumotlarni to'playdilar, so'ngra ularni qayta ishlash vazifalarini shakllantirishga kirishadilar. Oldindan to'plangan ma'lumotlar, ushbu maqsad uchun muhim bo'lgan narsalarga qaraganda, boshqa xususiyatlarni aks ettirishi mumkin.

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.

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

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

1. Omillarni o'rganish bilan qamrab olinadigan ro'yxat chegaralangan, omillar esa nazariy asoslangan bo'lishi lozim.

2. Modelga kiritilgan barcha omillar miqdor o'zgarishlarga ega bo'lishi kerak.

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

4. Omillar o'zaro funksional bog'lanmasliklari shart.

5. Kelajakda omillar o'zaro ta'sirini ekstrapolyatsiya qilish uchun modellardan foydalanilayotgan vaqtda xarakter jiddiy o'zgarmasligi, statistik mustahkam va barqaror bo'lishi lozim.

6. Regression tahlilda har bir omilning ( $x$ ) qiymatiga bir xil regressiyali natijaviy o'zgaruvchi ( $y$ ) taqsimoti normal yoki yaqin darajada mos kelish lozim.

7. O'rganilayotgan omillar tadqiq etilgan, natijaviy ko'rsatkichli, mantiqan davriy bo'lishi lozim.

8. Natijaviy ko'rsatkichga jiddiy ta'sir ko'rsatadigan faqat muhim omillar ta'sirini ko'rib chiqish lozim.

9. Regressiya tenglamalariga kiritilgan omillar soni katta bo'lmasligi lozim. Chunki, omillar sonining katta bo'lishi, asosiy omillardan chetga olib kelishi mumkin. Omillar soni kuzatishlar sonidan to'rt marta kam bo'lishi kerak.

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

11. Kuzatuvlar sonini oshirish uchun ularning makonda takrorlanishidan foydalanish mumkin emas. Makonda hodisalarning o'zgarishi avtoregressiyani vujudga keltirishi mumkin. Avtoregressiya esa statistikadagi mavjud o'zgaruvchilar o'rtasidagi bog'lanishni ma'lum darajada buzadi. Shuning uchun ko'rsatkichlar dinamik qatorlarida regression bog'lanishni o'rganish statistikadagi bog'lanishni o'rganishdan tubdan farq qiladi.

12. Har bir omil bo'yicha taqsimot normal taqsimotga ega bo'lishi shart emas. Bu regression tahlilni natijaviy, alomatli qiymat

va tasodifsiz qiymatli omillar o'rtasidagi bog'lanishni ifodalovchi sifatida ta'riflashdan kelib chiqadi.

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

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

a) kiritiladigan ma'lumot – moddiy resurslar xarajatining ko'lami va tarkibi (xomashyo, asosiy fondlar, ishchi kuchi va boshqalar);

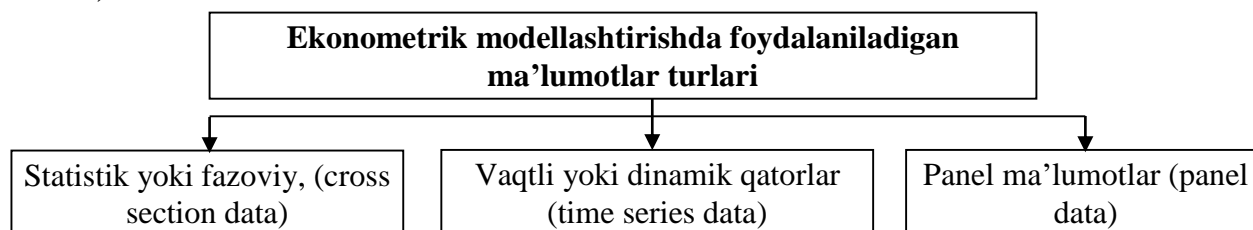
b) ishlab chiqarish jarayonida resurslardan foydalanish sharoiti (ishlab chiqarishning texnologik sharoiti, tabiiy sharoiti va boshqalar);

c) chiqish ma'lumotlari – ishlab chiqarish natijalari (tayyor mahsulot hajmi, uning tarkibi, sifati va boshqalar).

Bir tomondan chiqish ko'rsatkichlari bilan ikkinchi tomondan barcha qolganlari o'rtasida kiritiladigan ko'rsatkichlar ta'siri hamda chiqish ma'lumotlarida ishlab chiqarish ehtiyojlari sharoitini o'zida mujassamlashtirgan qandaydir qonuniy aloqa mavjud. Bunday aloqa modeliga ega bo'lgach, iqtisodiy xarakterdagi hisob-kitoblarni olib borish hamda chiqish ma'lumotlarini boshqarish mumkin.

### 3.2. Ma'lumotlar turlari va ularni o'lchash shkalalari

Ekonometrik modellashtirishda bir qator ma'lumotlar turlaridan foydalaniladi. Ushbu ma'lumotlar o'z navbatida 3 turga bo'linadi (3.1-rasm).



3.1-rasm. Ma'lumotlar turlari

**Statistik yoki fazoviy (cross section data) ma'lumotlar** - bu turli ob'ektlar bo'yicha vaqtning aniq bir davrida olingan ma'lumotlar. Masalan, har bir fermer xo'jaligi yalpi mahsuloti, tumandagi har bir korxonaning ishlab chiqarish hajmi, shahar institutlaridagi xodimlar soni va boshqalar.

**Vaqtli yoki dinamik qatorlar (time series data)** ko'rinishidagi ma'lumotlar - bu bitta ob'ektni xarakterlovchi turli davrlardagi faoliyati bo'yicha ma'lumotlar to'plami. Masalan, iste'mol baholari indeksi, so'nggi yillarda iqtisodiyot sohalarida band bo'lganlar soni, yalpi ichki mahsulot-ning qator yillardagi dinamikasi.

**Panel ma'lumotlar (panel data)** - bu bir necha ob'ektni xarakterlovchi turli davrlardagi faoliyati bo'yicha ma'lumotlar to'plami. Masalan, turli viloyatlarning qator yillardagi iqtisodiy ko'rsatkichlarining o'zgarishi dinamikasi.

Ekonometrik model tuzish uchun ma'lumotlarga quyidagi talabalar qo'yiladi:

1. Modelga faqat *asosiy omillar* ( $X_i$ ) kiritilishi lozim, ular esa o'z navbatida *bog'liq o'zgaruvchi*  $Y$  ning o'zgarishiga statistik ahamiyatli (kuchli) ta'sir ko'rsatishi zarur.

2. Har bir *bog'liq bo'lmagan omillar* ( $X_i$ ) *bog'liq o'zgaruvchi*  $Y$  bilan statistik ahamiyatli (kuchli) bog'langan bo'lishi zarur.

3. *Bog'liq bo'lmagan omillar* ( $X_i$ ) o'zaro statistik ahamiyatsiz (kuchsiz) bog'langan bo'lishi zarur.

Ekonometrik modelda ko'rsatkichlar va omillarni o'lchov birligini ifodalash shakllari:

- a) Natural ifodalangan mutloq miqdorlar;
- b) Pulda ifodalangan mutloq miqdorlar (o'zgarimas baholarda);
- v) Dinamika va tuzilmalarning nisbiy miqdorlari;
- g) Fiktiv (sifatli) o'zgaruvchilar.

### 3.3. Ekonometrik modellar turlari va modeldagi o'zgaruvchilar

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlar turlariga qarab bir necha xil ekonometrik modellar tuziladi:

1. Vaqtli qatorlar ko'rinishidagi ekonometrik model:

$$y = f(t) \cdot$$

2. Ko'p omilli ekonometrik model:

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

3. Tenglamalar tizimi ko‘rinishidagi ekonometrik model:

$$\begin{cases} y = f(x_1, x_2), \\ x_1 = f(L), \\ x_2 = f(I). \end{cases}$$

Tadqiq qilinayotgan muammoning xususiyatiga qarab ushbu ekonometrik modellar tanlanadi.

Vaqtli qatorlar ko‘rinishidagi ekonometrik model - bu natijaviy ko‘rsatkich (omil -  $Y$ ) vaqt omilining (o‘zgaruvchisining) yoki vaqtning boshqa momentlariga xos funksiya hisoblanadi ( $y = f(t)$ ).

Ko‘p omilli ekonometrik model - bu natijaviy ko‘rsatkich (omil -  $Y$ ) bir qator ta’sir etuvchi omillarning (o‘zgaruvchilarning) funksiyasi hisoblanadi ( $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ ).

Tenglamalar tizimi ko‘rinishidagi ekonometrik model - tengsizliklar va regression tenglamalar tizimidan iborat bo‘lib, ularda asosiy tenglamalarda qatnashuvchi bog‘liq bo‘lmagan omillar (o‘zgaruvchilar -  $X_i$ ) boshqa tenglamalar va tengsizliklarda natijaviy ko‘rsatkich (omil -  $Y$ ) sifatida ishtirok etadilar

$$\left( \begin{cases} y = f(x_1, x_2), \\ x_1 = f(L), \\ x_2 = f(I). \end{cases} \right).$$

Har bir turdagi ekonometrik modellarga doir misollar keltiramiz.

**1. Vaqtli qatorlar ko‘rinishidagi ekonometrik modelga misol.**

Ushbu turdagi ekonometrik modellar vaqt omilini:

- trend;
- mavsumiylik;
- trend va mavsumiylik bilan bog‘liqligini ifodalaydi.

**2. Ko‘p omilli ekonometrik modelga misol.**

Ushbu turdagi ekonometrik modellar natijaviy omilning ( $Y$ ) bir qator omillarga bog‘liqligini ifodalaydi.

Masalan, ish haqining ( $Y$ ) ishchining yoshi ( $X_1$ ), ma’lumoti ( $X_2$ ), ish staji ( $X_3$ ), jinsi ( $X_4$ ) ga bog‘liqligi modeli.

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4.$$

### 3. Tenglamalar tizimi ko‘rinishidagi ekonometrik modelga misol.

Ushbu turdagi ekonometrik modellarga talab va taklifning ekonometrik modeli, Keynsning daromadlarni shakllanish modeli kabi ekonometrik modellarni kiritish mumkin.

1. Taklif modeli:

$$Q_t^S = a_0 + a_1P_t + a_2P_{t-1}.$$

2. Talab modeli:

$$Q_t^D = b_0 + b_1P_t + b_2I_t.$$

3. Muvozanatlik tenglamasi:

$$Q_t^S = Q_t^D.$$

Tuzilayotgan ekonometrik modellarda bir qator o‘zgaruvchilar qatnashadi. Ekonometrik modeldagi o‘zgaruvchilarning turlari quyidagicha bo‘lishi mumkin:

*Ekzogen* - (bog‘liq bo‘lmagan,  $X_i$ ) ularning qiymatlari modeldan tashqarida beriladi.

*Endogen* - (bog‘liq,  $Y$ ) ularning qiymatlari modelning ichida aniqlanadi.

*Lagli* - (vaqt bo‘yicha kechikuvchi) vaqtning avvalgi momentlari bilan beriladi va modelda joriy o‘zgaruvchilar bilan birga qatnashadi.

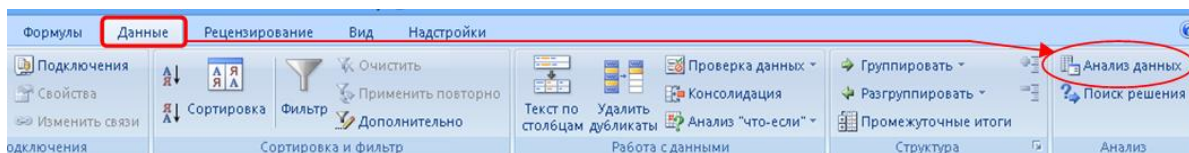
*Oldindan aniqlangan* - (lagli joriy ekzogen o‘zgaruvchilar, lagli endogen o‘zgaruvchilar).

Ekonometrik modellashtirish sifati kuzatuvlar hajmiga bog‘liq. Odatda Kuzatuvlar soni ekonometrik modelga kiritilayotgan omillar sonidan 4-7 marta ko‘p bo‘lishi lozim.

### 3.4. Excel dasturida tavsifiy statistika

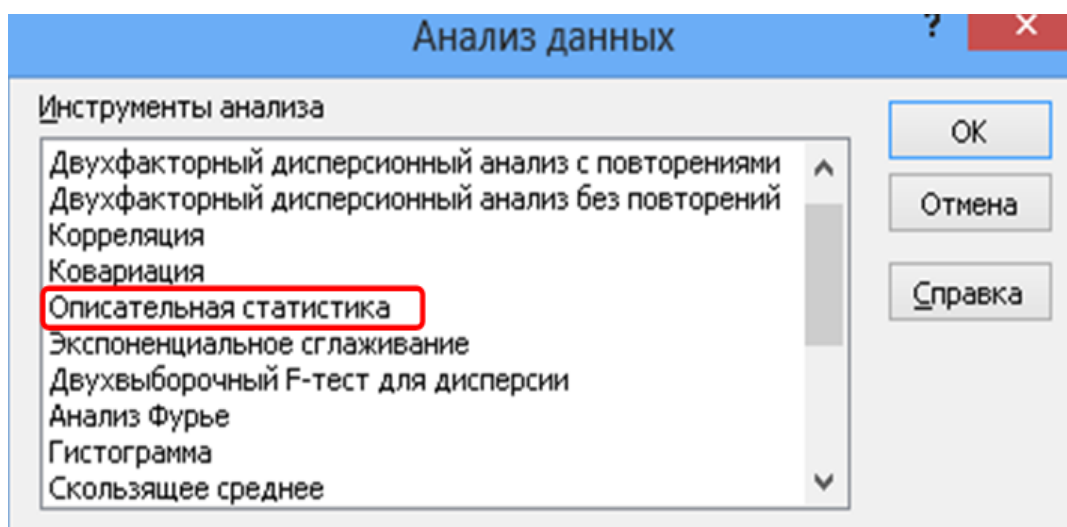
Excel dasturi ekonometrik modellar tuzishdan oldingi shartlarni bajarishga yaqindan yordam beradi. Ekonometrik modellar tuzishdan avval modelga kiritilayotgan o‘zgaruvchilarning ayrim xarakteristikalari hisoblanishi zarur. Ushbu xarakteristikalar Excel dasturida quyidagicha hisob-kitob qilinadi.

1. Excel dasturida “Данные” menyusi tanlanadi va ushbu menyudan “Анализ данных” moduli tanlanadi (3.2-rasm).



**3.2-rasm.** “Данные” menyusidan “Анализ данных” modulini tanlash

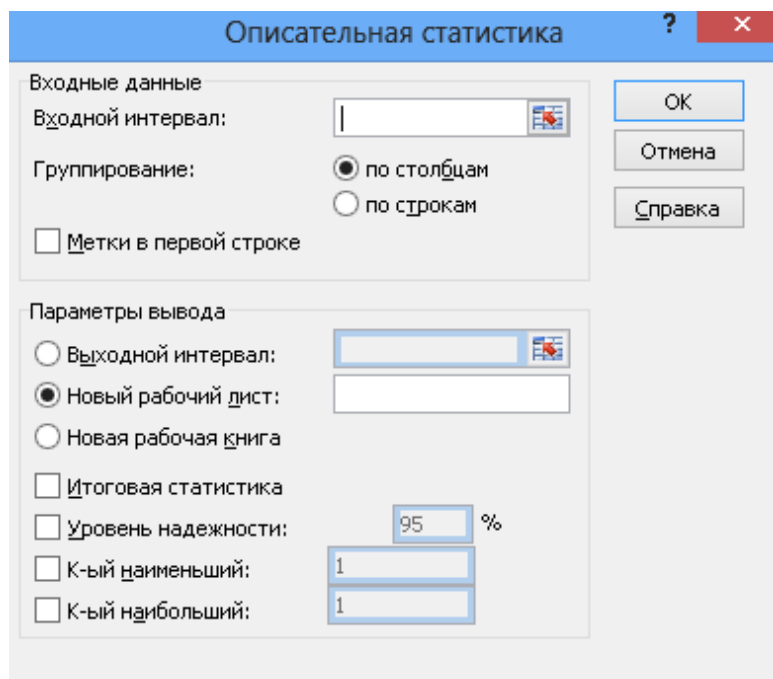
2. “Анализ данных” moduli tanlanib, ОК knopkasi bosilganda quyidagi oyna paydo bo‘ladi va undan “Описательная статистика” bo‘yruq‘i tanlanadi (3.3-rasm).



**3.3-rasm.** "Описательная статистика" buyrug‘ini tanlash

3. “Описательная статистика” bo‘yruq‘i tanlangandan so‘ng quyidagi oyna paydo bo‘ladi va uning tarkibi quyidagilardan iborat (3.4-rasm):





**3.4-rasm.** "Описательная статистика" oynasi tarkibi

Ushbu oynada zarur qatorlarga ma'lumotlar joylashgan diapazonlar kiritiladi. Yakuniy statistika tanlanib, OK knopkasi bosilsa, kiritilgan ma'lumotlar bo'yicha quyidagi ko'rinishdagi tavsifiy statistika natijalari chiqariladi (3.5-rasm):

<i>lnY</i>		<i>lnXI</i>	
Среднее	14.22462	Среднее	12.37038
Стандартная ошибка	0.186439	Стандартная ошибка	0.052768
Медиана	14.01757	Медиана	12.46568
Мода	#Н/Д	Мода	12.48232
Стандартное отклонение	0.745758	Стандартное отклонение	0.211072
Дисперсия выборки	0.556155	Дисперсия выборки	0.044551
Эксцесс	-1.26749	Эксцесс	-0.42033
Асимметричность	0.606375	Асимметричность	-1.0261
Интервал	1.961016	Интервал	0.642731
Минимум	13.4484	Минимум	11.95737
Максимум	15.40942	Максимум	12.6001
Сумма	227.5938	Сумма	197.9261
Счет	16	Счет	16

**3.5-rasm.** "Описательная статистика" buyrug'i natijalari.

Endi "Описательная статистика" (tavsifiy statistika) bo'yicha olingan natijalarini yoritib o'tamiz.

**1. Среднее - Arifmetik o'rtacha** - bu to'plamdagi barcha sonlar yig'indisining ushbu sonlar miqdoriga bo'lish orqali topiladi:

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

Ma'lumki, o'rtacha arifmetik qiymatdan ayrim ma'lumotlar to'plamining umumlashtirilgan xarakteristikasini olish uchun foydalaniladi. Agar ma'lumotlar ozmi-ko'pmi bir jinsli bo'lsa va ular orasida anomal kuzatuvlar (chetga chiqishlar) bo'lmasa, u holda o'rtacha arifmetik qiymat ma'lumotlarni yaxshi umumlashtiradi va tasodifiy omillar ta'sirini minimallashtiradi (yig'indi olinganda ular nolga teng bo'ladi).

**2. Стандартная ошибка - Standart xatolik** - bu tanlama o'rtachaning standart (o'rtacha kvadratik) chetlanishini xarakterlaydigan miqdorga aytiladi. Boshqacha aytgan ushbu standart xatolikdan tanlama o'rtachasini baholashda foydalanish mumkin:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sigma^2}{n}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}.$$

**3. Медиана - Mediana** - bu variatsion qatorni teng ikkiga bo'luvchi belgidir. Diskret variatsion qatorda chastotalar mavjud bo'lganda medianani aniqlash uchun avvalo chastotalarning yarim yig'indilari  $\frac{\sum f_i}{2}$  hisoblanadi, keyin unga variantaning qaysi qiymati to'g'ri kelishi aniqlanadi.

Agar tartiblashtirilgan variatsion qatorda belgilar soni toq bo'lsa, u holda mediananing raqami quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$M_e = \frac{(n_{(\text{tanlamadagi belgilar soni})} + 1)}{2}.$$

agar tanlamada belgilar soni juft bo'lsa, u holda mediana variatsion qator o'rtasida turgan ikkita belgi yig'indisining o'rtacha qiymati orqali aniqlanadi.

Intervalli variatsion qator uchun medianani hisoblashda avvalo mediana intervali aniqlanadi va ushbu interval chegaralarida mediana topiladi, keyin esa mediananing qiymati quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$M_e = x_0 + h \frac{\frac{\sum f_i}{2} - S_{m-1}}{f_m},$$

bu yerda  $M_e$  - qidirilayotgan mediana,

$x_0$  - medianaga ega bo'lgan intervalning pastki chegarasi,

$h$  - interval qiymati,

$\sum f_i$  - chastotalar yig'indisi yoki variatsion qator belgilar soni,

$S_{i-1}$  - medianadan oldingi intervallarning to'plangan chastotalari yig'indisi,

$f_m$  - mediana intervalining chastotasi.

**4. Мода - Moda** - bu tanlamada yoki variatsion qatorda eng ko'p uchraydigan belgi yoki variantadir. Diskret qator uchun moda bo'lib, eng katta chastotaga ega bo'lgan varianta hisoblanadi. Intervalli variatsion qator uchun modani hisoblashda avvalo moda intervalini (maksimal chastota bo'yicha) aniqlash zarur, keyin esa quyidagi formula bo'yicha belgining modal qiymatini topish lozim:

$$M_0 = x_0 + h \frac{f_m - f_{m-1}}{(f_m - f_{m-1}) + (f_m - f_{m+1})},$$

bu yerda  $M_0$  - modaning qidirilayotgan qiymati,

$x_0$  - modal intervalning pastki chegarasi,

$h$  - interval qiymati,

$f_m$  - modal interval chastotasi,

$f_{m-1}$  - modaldan oldingi intervalning chastotasi,

$f_{m+1}$  - modaldan keyingi intervalning chastotasi.

**5. Стандартное отклонение - Standart chetlanish** (o'rtacha kvadratik chetlanish, standart tarqalish) - bu tasodifiy miqdor qiymatlarining uning (o'zining) matematik kutilishiga nisbatan tarqalish ko'rsatkichidir:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}.$$

bu yerda  $S$  - standart chetlanish,

$n$  - tanlama o'lchami,

$x_i$  - tanlamadagi ayrim belgining qiymati,

$\bar{x}$  - tanlamaning o'rtacha arifmetik qiymati.

Yoki oddiyroq aytganda standart chetlanish - vaqt o'tishi bilan qaysidir ko'rsatkich (masalan, tovarning narxi) qanchalik tez o'zgarishini ifodalovchi ko'rsatkich. Ya'ni, bu ko'rsatkich qancha katta

bo'lsa, bir qator qiymatlarning o'zgaruvchanligi (volatilligi) shuncha katta bo'ladi.

**6. Дисперсия выборки - Tanlama dispersiyasi** - bu dastlabki tanlama ma'lumotlari asosida hisoblangan taqsimotning nazariy dispersiyasi bahosi.

Tanlama dispersiyasi tanalamadagi o'rtachaga nisbatan boshqa qiymatlarning tarqalishini ko'rsatadi.

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}.$$

bu yerda  $D$  - tanlama dispersiya,

$x_i$  - tanlamadagi ayrim belgining qiymati,

$\bar{x}$  - tanlamaning o'rtacha qiymati,

**7. Экцесс - Ekstsess** - bu tasodifiy o'zgaruvchining taqsimlanish cho'qqisi o'tkirligining o'lchovidir.

$$E = \left\{ \frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \cdot \sum_{i=1}^n \left( \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma} \right)^4 \right\} - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}.$$

bu yerda  $E$  - ekstsess koeffitsienti,

$x_i$  - tanlamadagi ayrim belgining qiymati,

$\bar{x}$  - tanlamaning o'rtacha qiymati,

$n$  - tanlamadagi belgilar soni.

Ekstsess koeffitsienti (normal taqsimotda u 3 ga teng) taqsimot cho'qqisining o'tkirligini o'lchaydi. Agar ekstsess koeffitsienti 0 dan katta bo'lsa, u holda taqsimot o'tkir cho'qqili bo'ladi, 0 dan kichik bo'lsa, tekis bo'ladi (tekis cho'qqi).

**8. Асимметричность - Asimmetriklik** - mazkur tasodifiy miqdor taqsimotining assimetrikligini (simmetrik bo'lmaganligini) ifodalovchi miqdor.

$$A_s = \frac{\mu_3}{\sigma_x^3}.$$

bu yerda  $A_s$  - asimmetriya koeffitsienti,

$\mu_3$  - uchinchi tartibli markaziy moment qiymati va u quyidagi

formular bilan aniqlanadi:  $\mu_3 = \frac{\sum (x - \bar{x})^3 f}{\sum f}$ ,

$x$  - tanlamaning o'rtacha qiymati,

Agar  $A_s < 0$  - chap tomonli asimmetriya,  $A_s > 0$  - asimmetriya mavjud emas,  $A_s > 0$  - o'ng tomonli asimmetriya.

Simmetriklik bo'yicha bir necha variatsion qatorlarni taqqoslashda quyidagi formulalardan foydalanish mumkin:

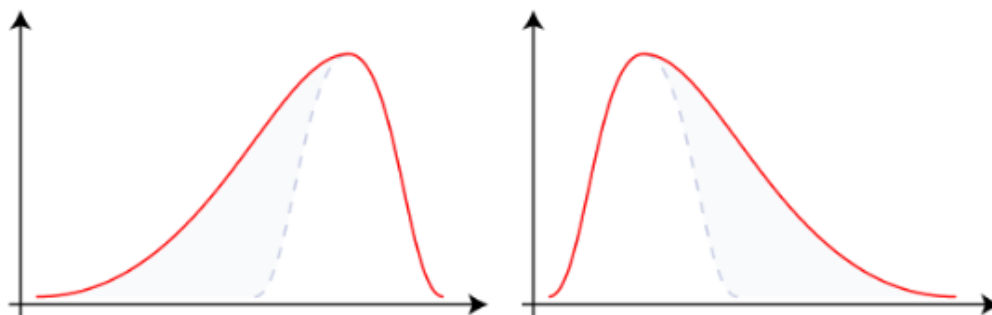
$$A_s = \frac{\bar{x} - M_0}{\sigma_x^2} \text{ yoki } A_s = \frac{\bar{x} - M_e}{\sigma_x^2}$$

Asimmetriyaning muhimligini baholash o'rtacha kvadratik chetlanish yordamida amalga oshiriladi:

$$\sigma_{A_s} = \sqrt{\frac{6(n-1)}{(n+1)(n+1)}}$$

bu yerda  $n$  - to'plamdagi kuzatuvlar soni.

Agar  $\frac{|A_s|}{\sigma_{A_s}} \geq 3$  bo'lsa, asimmetriya muhim ahamiyatga ega bo'ladi.



**3.6-rasm.** Asimmetriyaning grafigi

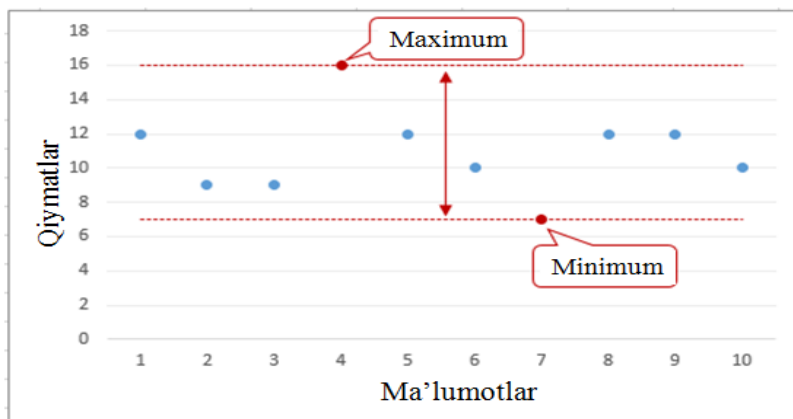
Asimmetriya koeffitsienti (0 bo'lganda normal taqsimot, bu taqsimotning simmetrikligini bildiradi).

Agar bu koeffitsient 0 dan ancha farq qilsa, u holda taqsimot asimmetrik hisoblanadi (ya'ni, simmetrik emas). Agar asimmetriya koeffitsienti 0 dan katta bo'lsa, u holda taqsimot o'ng tomonga surilgan bo'ladi, 0 dan kichik bo'lsa, u holda taqsimot chap tomonga surilgan bo'ladi.

**9. Интервал - Interval (variatsiya qulochi)** - tanlamadagi maksimal va minimal qiymatlar o'rtasidagi farq.

$$R = X_{\max} - X_{\min} .$$

Quyida 3.7-rasmda variatsiya qulochining grafik interpretatsiyasi keltirilgan.



**3.7-rasm.** Variatsiya qulochi

### Nazorat savollari

1. Ma'lumotlarning o'ziga xos xususiyatlari nimalardan iborat?
2. Ma'lumotlarni tahlil qilish necha bosqichdan iborat?
3. Ekonometrik modellarni tuzishda qatnashadigan iqtisodiy ma'lumotlarga qo'yiladigan talablarni ta'riflab bering.
4. Korxonada faoliyatini o'zida mujassamlashtirgan barcha ko'rsatkichlar necha guruhga bo'lib o'rganiladi?
5. Ekonometrik modellashtirishda foydalaniladigan ma'lumotlar necha turga bo'linadi?
6. Ekonometrik modellashtirishda foydalaniladigan ma'lumotlarni bir-biridan farqli jihatlari nimalardan iborat?
7. Ekonometrik model tuzish uchun ma'lumotlarga qo'yiladigan talabalar nimalardan iborat?
8. Ekonometrik modelda qatnashadigan o'zgaruvchilarning o'lchov birliklari qanada tanlanadi va ular necha xil bo'ladi?
9. Ekonometrik modellarning necha xil turi mavjud? Ular bir-biridan nimasi bilan farq qiladi?
10. Ekonometrik modellarda qaysi turdagi o'zgaruvchilar qatnashadi?

## **IV bob. MA'LUMOTLARNI QAYTA ISHLASHDA MINITAB VA GRETL DASTURLARINING IMKONIYATLARI**

**4.1. Minitab va Gretl dasturlarining imkoniyatlari.**

**4.2. Minitab va Gretl dasturlarining interfeysi.**

**4.3. Minitab va Gretl dasturlarining grafik imkoniyatlari.**

**4.4. Minitab va Gretl dasturlarida tavsifiy statistikani hisoblash.**

### **4.1. Minitab va Gretl dasturlarining imkoniyatlari**

Minitab – statistik ma'lumotlarni qayta ishlashga mo'ljallangan dasturiy mahsulotdir. Minitab dasturi 1972 yilda Pensilvaniya shtati universitetida olimlar Barbara Rayan, Tomas Rayan va Brayan Jorner tomonidan ishlab chiqilgan.

Minitab dasturi Pensilvaniyadagi Steyt Kollejida shtab kvartirasi joylashgan Minitab Inc. xususiy kompaniyasi tomonidan tarqatiladi. Bundan tashqari Angliyaning Koventri shahrida (Minitab Ltd.), Parijda (Minitab SARL) va Sidneyda (Minitab Pty) filiallari mavjud. Bugungi kunda Minitab "Olti sigma", CMMI va boshqa standart metodikalar bilan birgalikda ishlatilib kelinmoqda. Minitab dasturining oxirgi versiyasi 7 ta tilda foydalanuvchilarga taqdim etilgan: ingliz, frantsuz, nemis, yapon, koreys, soddalashtirilgan xitoy va ispan tillarida.

#### **Minitab dasturining imkoniyatlari:**

- ma'lumotlar va fayllarni boshqarish - ma'lumotlarni tahlil qilishni yaxshilash uchun elektron jadvallar;

- regression tahlil;

- tanlama turlari va o'lchamlari;

- jadvallar va turli ko'rinishdagi diagrammalar;

- ko'p o'lchamli tahlil: omilli tahlil, klaster tahlili, mos keluvchanlikka tahlil va boshqalar;

- noparametrik tahlil - turli xil testlar, ya'ni vokal testi, qatorlar mezonlari testi, Fridman testi va boshqalar;

- vaqtli qatorlar va prognozlash - ma'lumotlarda tendensiyalarni aniqlovchi va ularni kelgusi davrlardagi qiymatlarini aniqlovchi instrumentlar. Vaqtli qatorlar diagrammalari, eksponentsial tekislash, tendensiyalar tahlili.

- jarayonlarni statistik boshqarish;
- o'lovchlarni tizimli tahlil qilish;
- dispersion tahlil - ma'lumotlar nuqtalari orasida farqlarni aniqlash.

GRETL dasturi - bu bepul dasturiy ta'minot bo'lib, GNU Regression, Econometrics and Time-series Library (Regressiya, ekonometrika va vaqtli qatorlar uchun kutubxona) deb ataladi. Dastur yordamida ekonometrik modellashtirishning murakkab hisoblash protseduralarini amalga oshirish uchun etarlicha kuchli instrumentariylar mavjud.

GRETL 2002 yilda dasturning muallifi prof. Allen Kotrell (AQSH) GRETL dasturini [www.sourceforge.net](http://www.sourceforge.net), loyihasiga qo'shib, dasturni hamma foydalanish uchun bepul qilib belgilaydi hamda dasturni takomillashtirish uchun ochiq kodli dastur (Open Source – erkin dasturiy ta'minot) deb e'lon qiladi. Shunday qilib, statistik ma'lumotlarni qayta ishlash uchun mo'ljallangan ushbu dasturiy paket, u bo'yicha o'quv qo'llanma va dasturning barcha versiyalarining dastlabki kodi <http://gretl.sourceforge.net> va <http://www.kufel.torun.pl> Internet-saytlarida mavjud hamda undan foydalanish mumkin.

### **GRETL dasturi imkoniyatlari:**

1. Asosiy tavsifiy statistikalarni hisoblash (o'rtacha arifmetik, mediana, minimal va maksimal qiymatlar, o'rtacha kvadratik chetlanish, variatsiya koeffitsienti, asimmetriya koeffitsienti, ekstsess koeffitsienti).

2. Taqsimotning normal taqsimot qonuniga bo'ysunishini, tasodifiy miqdor chastotasining taqsimotini, ehtimollik zichligining taqsimotini, korrelyatsiya koeffitsientlari va boshqalarni tekshirish imkoniyati.

3. Bevosita statistik jadvallarga kirishni ko'zda tutadi. Gretl dasturi quyidagi taqsimotlar uchun o'zida statistik jadvallarga ega: normal taqsimot, Studentning t-taqsimoti, Fisherning F-taqsimoti, xi-kvadrat, Puasson, binomial va Darbin-Uotson taqsimotlari. Bundan tashqari p-value (p-qiymat) ning kritik qiymatlarini hisoblash imkoniyatlari mavjud.

4. Vaqtli qatorlar tahlili (umumlashtirilgan EKKU bilan baholash usullari to'plami, ARMAX va GARCH modellari, avtoregressiya tenglamalari tizimi (VAR), kointegratsiyani tekshirish, trend chizig'ini, korrelogrammani, periodogrammani tuzish, yagona ildizlarni tekshirish,



ARIMA modellarini tuzish, shuningdek mavsumiylikni bartaraf etishda X-12-ARIMA va TRAMO protseduralari mavjud).

5. Regressiya tahlili (bir qadamli EKKU (1MNK), vaznli EKKU, bir vaqtli tenglamalar tizimini baholash uchun ikki qadamli EKKU, logit va probit va tobit hamda chiziqsiz modellarini baholash usullari va h.k.).

6. Bosh komponentalar usuli.

7. Microsoft Excel va matn redaktorlaridan (Notepad va boshqalar) ma'lumotlarni GRETl dasturiga eksport va import qilish.

8. Grafiklar tuzish va boshqalar.

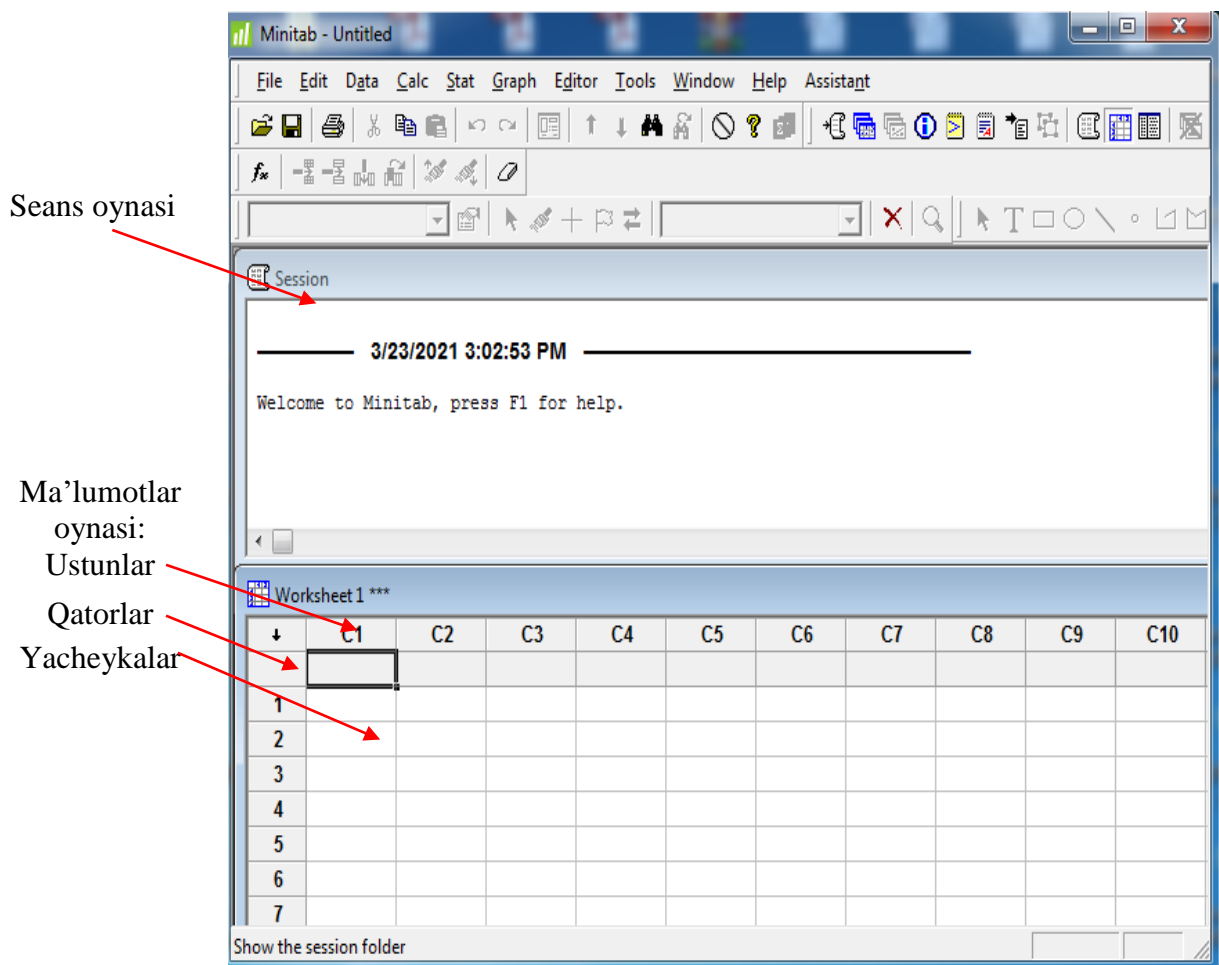
- **Dastur menyusi.** Bu yerda funksiyalar to'plami bajariladi. Funksiyalar menyusi quyidagi bo'limlardan iborat: **File** (fayl), **Tools** (instrumentlar), **Data** (ma'lumotlar), **View** (ko'rinish), **Add** (qo'shish), **Sample** (tanlama), **Variable** (o'zgaruvchi), **Model** (model), **Help** (yordam).

## 4.2. Minitab va Gretl dasturlarining interfeysi

Minitab dasturini ishga tushirgandan so'ng, uning ikkita oynasi paydo bo'ladi (4.1-rasm):

- Seans oynasida tahlil natijalari matn ko'rinishida bo'ladi. Bundan tashqari Minitab dasturining menyusidan foydalanmasdan ushbu oynada dasturning buyruqlarini kiritish mumkin.

- Ma'lumotlar oynasi elektron jadvalga o'xshash ochiq ishchi varaq ko'rinishida namoyon bo'ladi. Dasturda bir nechta ishchi varaqni ochish mumkin, ushbu varaqlar ma'lumotlarning oynasida alohida ochiladi.



**4.1-rasm.** Minitab dasturining asosiy oynasi

Minitab dasturida ishchi varaqni ochish juda oson bo‘lib uni istagan vaqtda ochish mumkin. Bundan tashqari ma’lumotlarga ega bo‘lgan varaqlarni ochish mumkin.

Ishchi varaqni ochish protsedurasini ko‘rib chiqamiz (4.2-rasm).

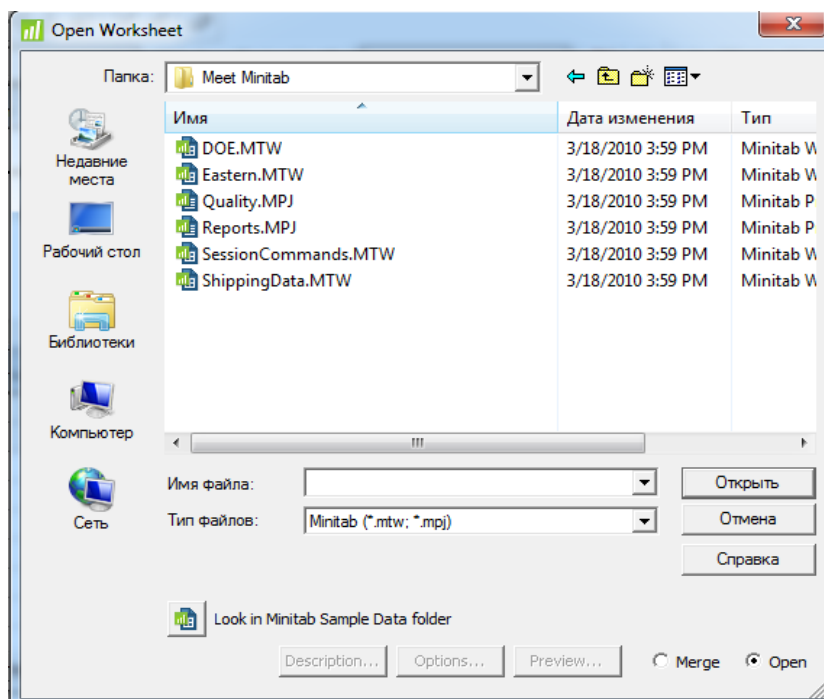
1. Menyuda **File (Fayl) ➤ Open Worksheet** (Ishchi varaqni ochish) punkti tanlanadi.

2. Muloqot oynasining pastki qismida **Look in Minitab Sample Data folder** (Minitabning fayllari namunalari mavjud papkani ochish)

3. **Sample Data** papkasida **Meet Minitab** ga 2 marta bosing.

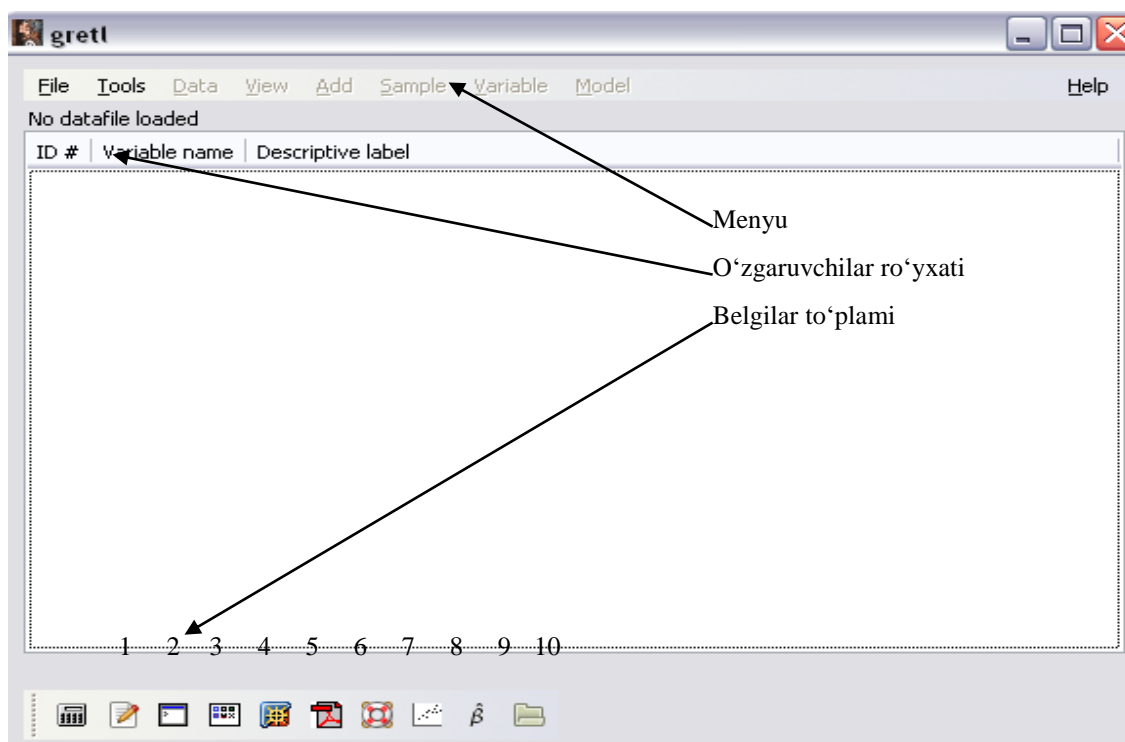
4. Zarur bo‘lgan faylni tanlang va **Open** (Ochish) knopkasini bosing.

GRETl dasturi ham statistik tahlil va ekonometrik modellashtirishda muhim dasturiy ta’minot bo‘lib, uning asosiy interfeysini ko‘rib chiqamiz.



**4.2-rasm.** Minitab dasturida ishchi varaqni ochish

GRETЛ dasturi ishga tushirilgandan so‘ng uning asosiy oynasi quyidagi ko‘rinishga ega (4.3-rasm). Dasturning asosiy ekrani 3 ta qismga bo‘linadi:



**4.3-rasm.** GRETЛ dasturining asosiy oynasi

- **O‘zgaruvchilar (jarayonlar) ro‘yxati**, bu dasturdagi ochiq ma’lumotlar to‘plamidagi o‘zgaruvchilarning nomi va izohi ro‘yxatini o‘z ichiga olgan.

- **Belgilar to‘plami** (1 dan 10 gacha raqamlangan) tanlangan dasturiy funksiyalarga tezda kirishni ta’minlaydi. №1-10 belgilar to‘plami quyidagi dasturiy funksiyalarni tezda ishga tushirishga imkon beradi:

1. Tizimli kalkulyator oynasini ochadi.
2. GRETL skriptlari uchun yangi oyna ochadi.
3. GRETL yo‘riqnomalari oynasini ochadi.
4. Belgilar oynasini ochadi.
5. GRETL dasturi saytiga murojaat qiladi.
6. PDF formatida “Qo‘llanma” oynasini ochadi.
7. Yordam oynasini ochadi.
8. Nuqtalar joylashuvi grafigini aniqlash oynasini ochadi.
9. Eng kichik kvadratlar usulidan foydalanib baholangan modelni spetsifikatsiyalash uchun oynani ochadi.
10. Masalalar oynasini, ya’ni haqiqiy ma’lumotlar bazasini ochadi.

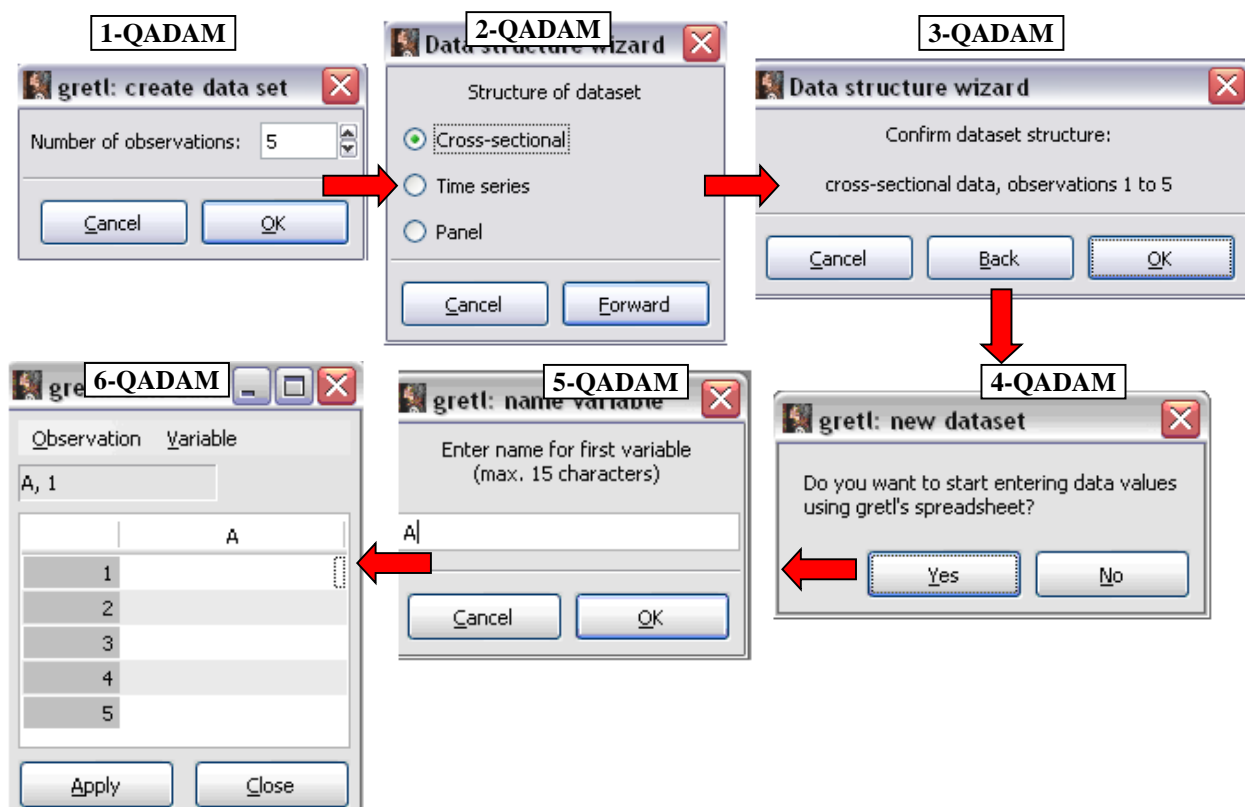
#### **GRETL dasturida ma’lumotlarni kiritish.**

GRETL dasturida ma’lumotlarni kiritish 2 xil usulda amalga oshiriladi:

1. Bevosita dasturning o‘zida ma’lumotlarni kiritish.
2. Boshqa dasturlarda yaratilgan ma’lumotli fayllarni import qilish.

Yangi ma’lumotlar to‘plamini yaratish uchun **File** (4.3-rasm) menyusidan **Создать (New Data Set)** punktini tanlash kerak hamda bu yerda yaratilayotgan qatordagi kuzatuvlar soni (**Number of observations**), ma’lumotlar tipi va to‘plamda birinchi yaratilayotgan o‘zgaruvchining nomini ko‘rsatish kerak (4.4-rasm).

Cross-sectional ma’lumotlar bir yil davomida ma’lum mamlakatlar va ularning makroiqtisodiy indikatorlari, ayrim banklar va ularning filiallari bo‘yicha ma’lumotlar bo‘lishi mumkin. Vaqtli qatorlar esa bitta ob’ektning bir qator yillar davomida ayrim ko‘rsatkichlari bo‘yicha olingan ma’lumotlaridir.



4.4-rasm. “Fazoviy ma’lumotlar” ma’lumotlar to‘plamini yaratish bosqichlari

Gretl dasturida yaratilgan fayllar **\*.gdt** kengaytirmasiga ega bo‘ladi. Ma’lumotlar **File\Save Data** buyrug‘i bilan, ma’lumotlar to‘plamini yopish esa **File\Clear Dataset** bilan amalga oshiriladi.

### 4.3. Minitab va Gretl dasturlarining grafik imkoniyatlari

Ekonometrik modellashtirishda foydalaniladigan Minitab va Gretl dasturlarining grafik imkoniyatlari g‘oyat keng hisoblanadi. Ular asosida dasturga kiritilgan ma’lumotlar asosida turli xil usullarda vizualizatsiya qilinadi. Vizualizatsiya - dasturga kiritilgan ma’lumotlar asosida turli grafiklarni aks ettirish hisoblanadi.

Minitab dasturining grafik imkoniyatlarini ko‘rib chiqamiz. Minitab dasturida grafiklar bilan ishlash imkoniyatlari quyidagilardan iborat:

- grafikning turini galeriyadan tanlash mumkin;

- grafiklarni sozlashning foydalanuvchi uchun keng imkoniyatlari mavjud, ya'ni foydalanuvchiga ma'lumotlar to'plamidan to sarlavhalar va havolalarni aniqlash va tanlash imkoni beriladi;

- grafik yaratilgandan so'ng uning ko'plab elementlarini - shriftlarni, simvollarni, chiziqlarni, o'qlardagi belgilarni, ma'lumotlarni namoyon etishni o'zgartirish mumkin;

- grafiklarni avtomatik tarzda yangilash mumkin.

Kiritilgan ma'lumotlarning individual grafiklarini yaratamiz.

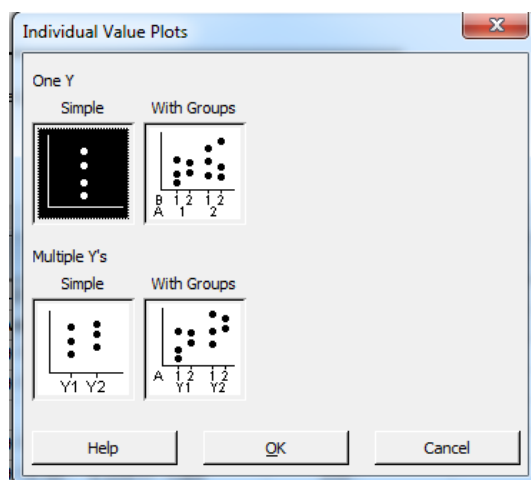
1. **File** (Fayl) ► **Open Worksheet** (Ishchi varaqni ochish) buyrug'idan foydalanamiz.

2. Muloqot oynasining pastki qismida **Look in Minitab Sample Data folder** (Minitab fayllari namunalari joylashgan papkani ochish) belgisini bosamiz.

3. **Sample Data** papkasida **Meet Minitab** ga ikki marta bosib, Shipping Data.MTW faylini tanlang. **Open** (Ochish) knopkasini bosing.

4. **Graph** (Grafik) ► **Individual Value Plot** (Qiymatlarning individual grafigi) ni tanlang (4.5-rasm).

Ko'plab grafiklar uchun Minitab dasturi galeriyani ochadi.



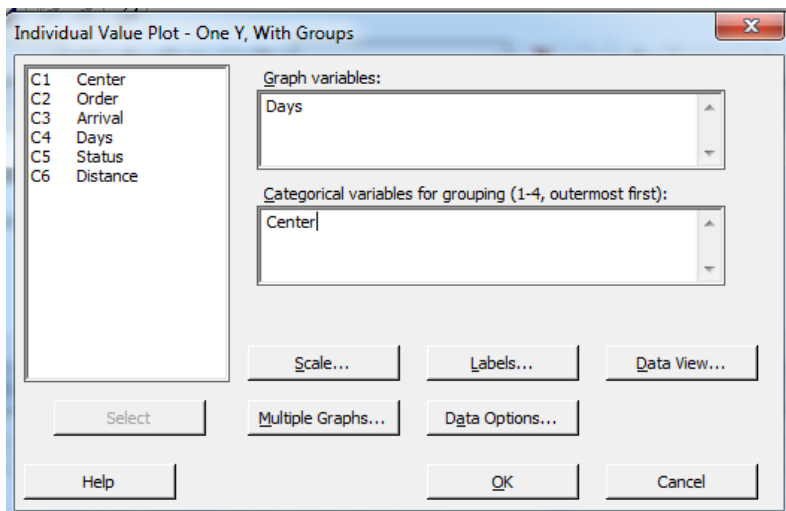
4.5-rasm. Qiymatlarning individual grafigi

Ko'plab grafiklar uchun Minitab dasturi galeriyani ochadi.

5. **One Y** (bitta *Y* o'q bilan) sohasida **With Groups** (Guruhlar bo'yicha) ni tanlang va OK knopkasini bosing.

6. **Graph variables** (Grafik tuzish uchun o'zgaruvchilar) maydoniga *Days* (Kunlar) ni kiriting.

7. **Categorical variables for grouping (1-4, outermost first)** (Guruhlar yaratish uchun kategoriyalarni xarakterlovchi o‘zgaruvchilar, (1-4, avval tashqi) maydoniga *Center* (Markaz) ni kiriting (4.6-rasm).

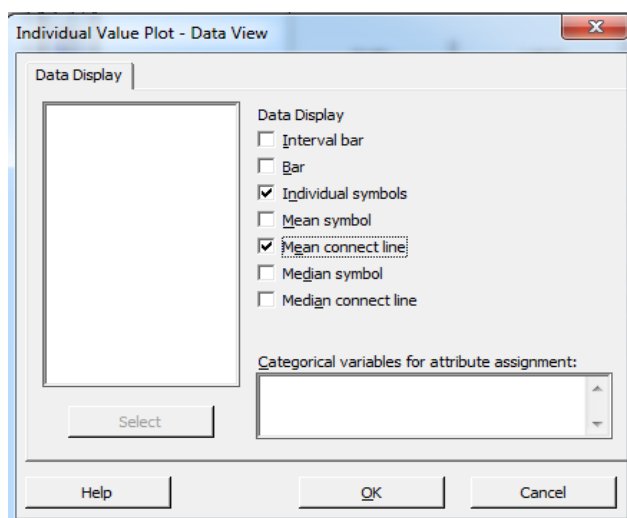


4.6-rasm. Grafik yaratish uchun parametrlarni tanlash

Grafik yaratish uchun asosiy muloqot oynasidagi maydonlar to‘l-dirish etarli. U erda yana qo‘shimcha muloqot oynalarini ochish uchun knopkalar mavjud, ular esa foydalanuvchiga grafiklarni sozlashga imkon beradi.

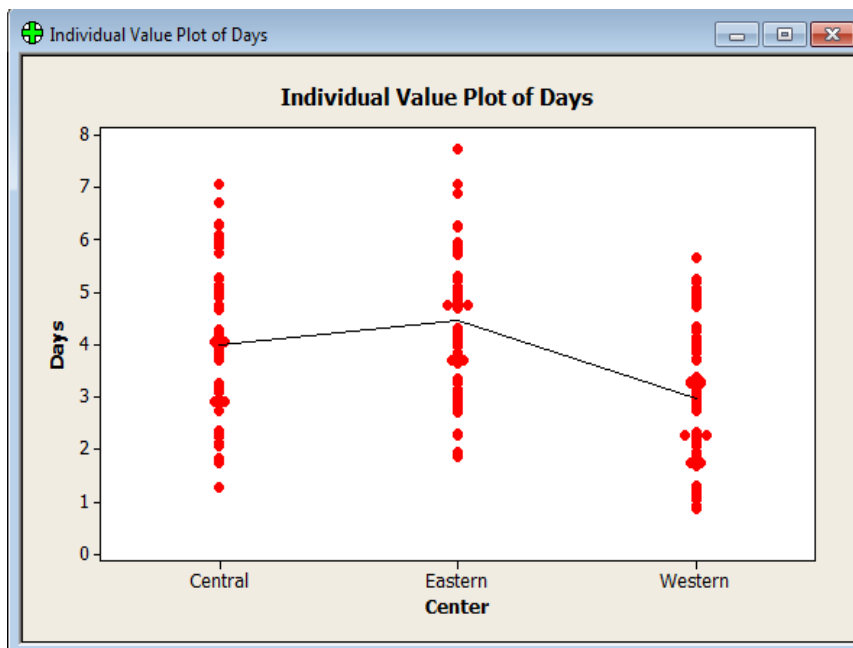
8. **Data View** (Ma’lumotlarni ko‘rish) knopkasini bosing. **Mean connect line** (O‘rtachani birlashtiruvchi chiziq) muloqot oynasiga bayroqcha o‘rnating.

9. Har bir muloqot oynasida OK knopkasini bosing (4.7-rasm).



4.7-rasm. Qiymatlarning individual grafigi oynasi

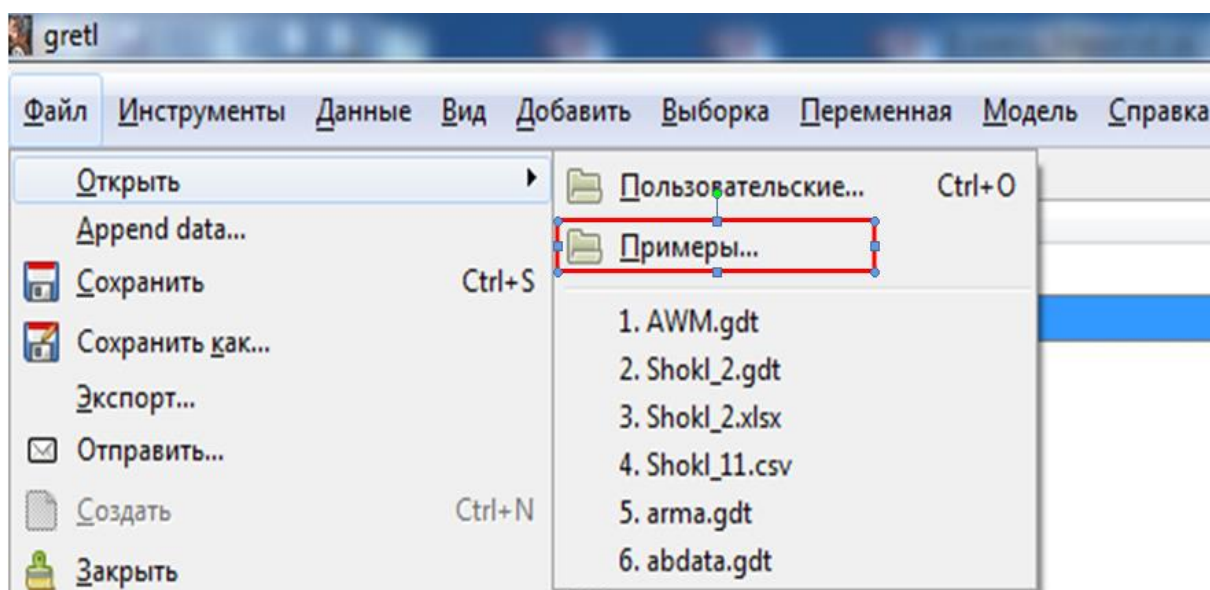
Quyidagi natija olinadi (4.8-rasm).



**4.8-rasm.** Kunlar bo'yicha individual qiymatlar grafigi

Boshqa turdagi grafiklarni ham shu algoritm asosida olish mumkin. Endi Gretl dasturining grafik imkoniyatlarini ko'rib chiqamiz.

1. Dasturga mavjud fayl ma'lumotlaridan foydalanamiz. Buning uchun faylni yuklaymiz. Файл > Открыть > Примеры (Fayl > Ochish > Misollar) (4.9-rasm).

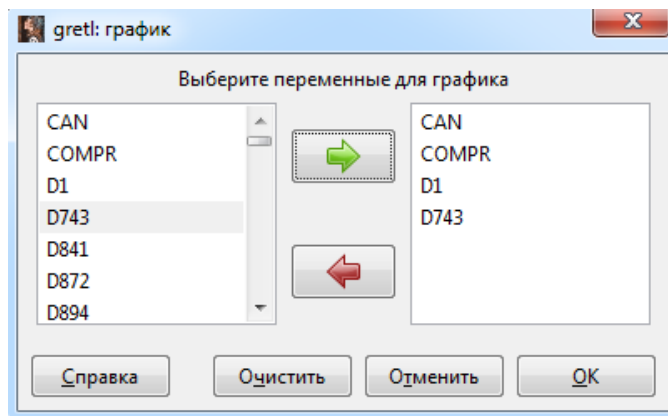


**4.9-rasm.** Dasturda ma'lumotli faylni yuklash



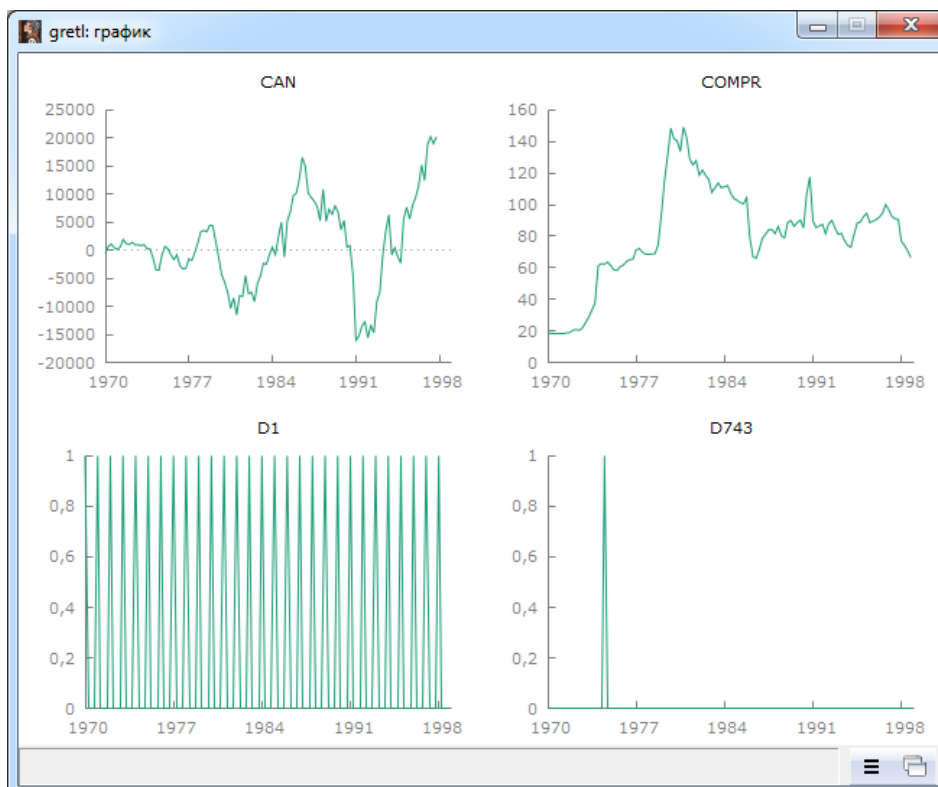
2. O'zgaruvchilar ma'lumotlari bo'yicha grafiklar tuzish uchun Вид (Ko'rinish) menyusining **Несколько графиков** (Bir necha grafiklar) bo'limi tanlanadi.

3. **Несколько графиков** (Bir necha grafiklar) bo'limidan **Временные ряды** (Vaqtli qatorlar) qismiga o'tiladi. Ochilgan oynada grafik tuzish uchun o'zgaruvchilar tanlanadi (4.10-rasm).



**4.10-rasm.** Grafik tuzish uchun o'zgaruvchilarni tanlash

O'zgaruvchilar tanlanib OK knopkasi bosilgan quyidagi ko'rinishdagi bir necha grafiklar oynasi ochiladi (4.11-rasm).



**4.11-rasm.** O'zgaruvchilarning grafiklari

Gretl dasturida ham boshqa turdagi grafiklarni yuqorida keltirilgan algoritm asosida olish mumkin.

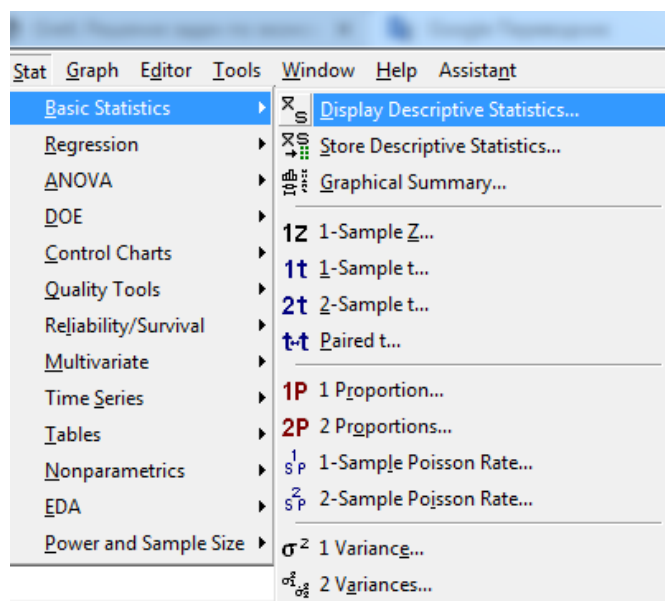
#### 4.4. Minitab va Gretl dasturlarida tavsifiy statistikasi hisoblash

Minitab va Gretl dasturlarida ekonometrik modellar tuzish va ularni baholashdan avval tavsifiy statistika o'tkaziladi. Tavsifiy statistika o'tkazishdan maqsad ekonometrik modelga kiritilayotgan o'zgaruvchilarning normal taqsimotga bo'ysunishini tekshirish, ma'lumotlarning o'rtacha, moda, mediana, ekstsess va boshqa bir qator koeffitsientlarini hisoblash va ularga ma'lum iqtisodiy interpretatsiya berish hisoblanadi.

Minitab dasturida kiritilgan ma'lumotlar asosida o'zgaruvchilarning tavsifiy statistikasini hisoblash algoritmini ko'rib chiqamiz.

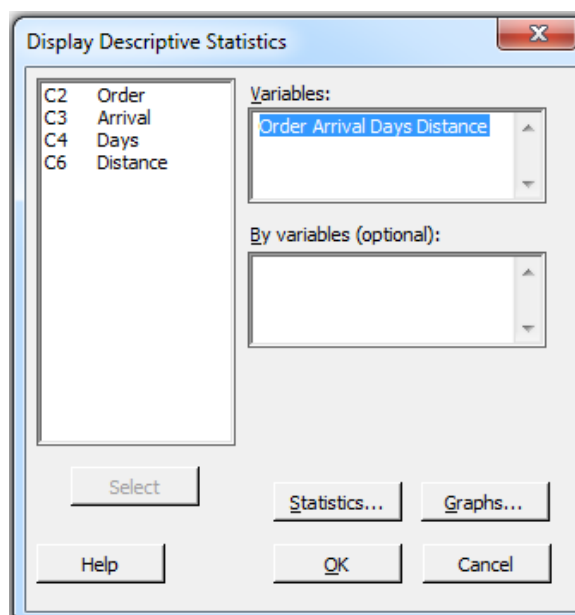
1. **File (Fayl) > Open Worksheet** (Ishchi varaqni ochish) buyrug'idan foydalanamiz. Ishchi faylni yuklaymiz.

2. **Stat (Statistika)** menyusidan **Basic statistics** (Asosiy statistika) bo'limi va undan **Display Descriptive Statistics** (Tavsifiy statistikasi ekranga chiqarish) bo'yruqi tanlanadi (4.12-rasm).



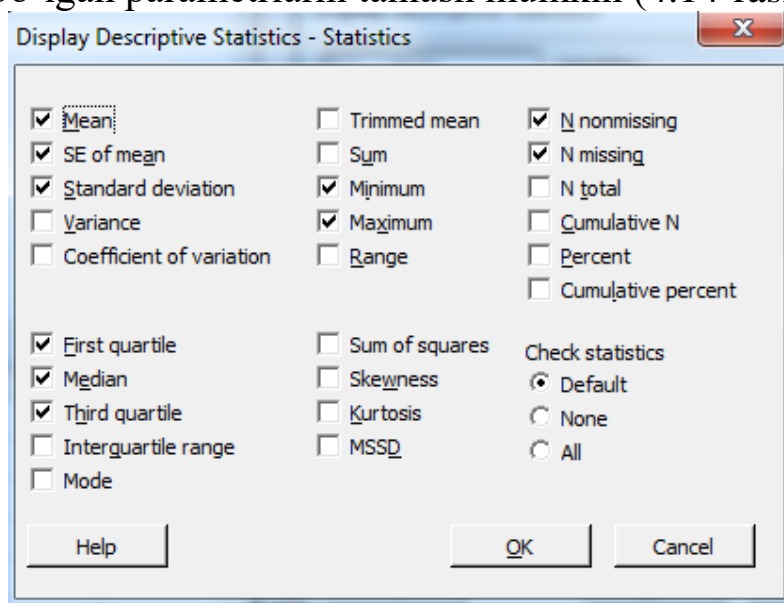
4.12-rasm. Descriptive Statistics - tavsifiy statistikasi tanlash

3. Natijada quyidagi oyna paydo bo‘ladi (4.13-rasm). Bu oynada o‘zgaruvchilar tanlanadi.



**4.13-rasm.** Tavsifiy statistika uchun o‘zgaruvchilarni tanlash

4. O‘zgaruvchilar tanlanib bo‘lingandan keyin OK knopkasi bosilsa, tavsifiy statistika standart natijalari ekranga chiqariladi (4.15-rasm). Bundan tashqari standart natijalardan tashqari tavsifiy statistikaning boshqa parametrlarini ham olish mumkin. Buning uchun **Statistics...** knopkasini bosib zarur bo‘lgan parametrlarni tanlash mumkin (4.14-rasm).



**4.14-rasm.** Tavsifiy statistika uchun qo‘shimcha parametrlarni tanlash

Session

**Descriptive Statistics: Order, Arrival, Days, Distance**

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3
Order	319	0	39876	0.00577	0.103	39875	39875	39876	39876
Arrival	302	17	39879	0.0778	1.35	39876	39878	39879	39880
Days	302	17	3.8019	0.0779	1.3541	0.8708	2.8352	3.8243	4.7733
Distance	319	0	262.43	5.60	100.06	11.00	196.00	264.00	330.00

Variable	Maximum
Order	39876
Arrival	39883
Days	7.7479
Distance	500.00

**4.15-rasm.** O‘zgaruvchilar bo‘yicha hisoblangan tavsifiy statistika natijalari

Gretl dasturida tavsifiy statistikani amalga oshiramiz.

1. Dasturga ma’lumoti mavjud bo‘lgan faylni yuklaymiz.
2. O‘zgaruvchilar ro‘yxatini ko‘rib chiqamiz. O‘zgaruvchilar ro‘yxatida asosiy o‘zgaruvchilardan tashqari fiktiv o‘zgaruvchilar ham mavjud bo‘lishi mumkin. Fiktiv o‘zgaruvchilar bo‘yicha tavsifiy statistika o‘tkazilmaydi (4.16-rasm).

gretl

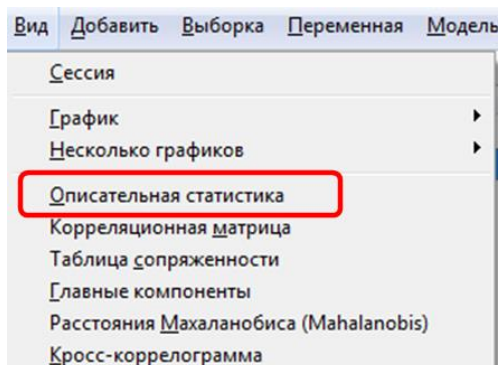
Файл Инструменты Данные Вид Добавить Выборка Переменная Модель Справка

AWM.gdt

№	Название переменной	Описание
0	const	
1	CAN	Current Account Balance
2	COMPR	Commodity Prices (HWWA)
3	D1	Dummy Variable
4	D743	Dummy Variable
5	D841	Dummy Variable
6	D872	Dummy Variable
7	D894	Dummy Variable
8	EEN	Effective exchange rate
9	EEN_DIS	Effective exchange rate Statistical Discrepancy
10	EER	Effective exchange rate
11	FDD	Total Demand
12	GCD	Gov. Consumption Deflator
13	GCN	Gov. Consumption
14	GCN_DIS	Gov. Consumption Statistical Discrepancy
15	GCN_YEN	Ratio Gov. Consumption/GDP

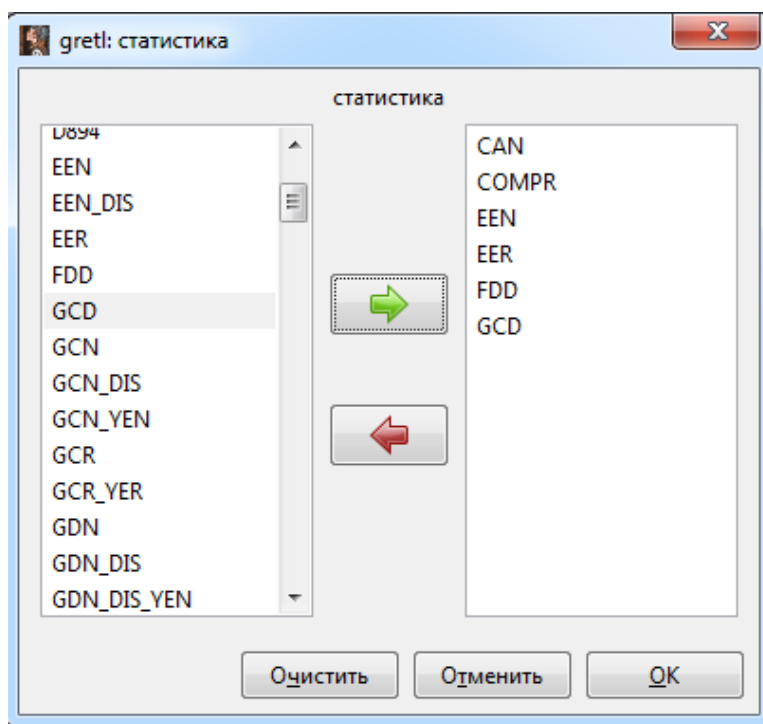
**4.16-rasm.** Asosiy o‘zgaruvchilar tekshirish va tanlash

3. Вид menyusida **Описательная статистика** bo'limini tanlaymiz (4.17-rasm).



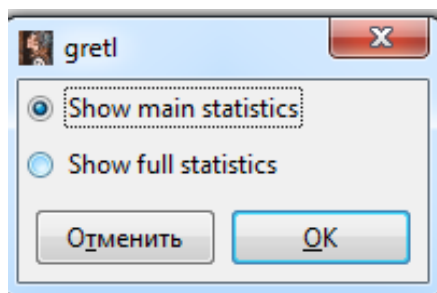
**4.17-rasm.** "Описательная статистика" bo'limini tanlash

4. "Описательная статистика" bo'limini tanlangan so'ng quyidagi oyna ochiladi va unga zarur bo'lgan o'zgaruvchilar tanlanadi (4.18-rasm).



**4.18-rasm.** Tavsifiy statistika uchun o'zgaruvchilarni tanlash

5. Dastur tavsifiy statistika bo'yicha asosiy statistika yoki to'liq, umumiy statistika natijalarini tanlashni taklif etadi.



**4.19-rasm.** Asosiy yoki to‘liq statistikalarni tanlash

6. Agar Show full statistics tanlansa, quyidagi natijalar chiqariladi (4.20-rasm)

	Среднее	Медиана	Минимум	Максимум
CAN	1016,3	573,56	-16031,	20227
COMPR	81,360	84,668	18,266	149,05
EEN	1,0818	1,0600	0,93080	1,3503
EER	0,78050	0,72370	0,43660	1,1084
FDD	1,1239e+006	1,0560e+006	6,9087e+005	1,6434e+006
GCR	1,4069e+005	1,3991e+005	87500	1,8205e+005
	Ст. откл.	Вариация	Асимметрия	Экссесс
CAN	7718,8	7,5948	0,15954	0,21179
COMPR	31,491	0,38706	-0,30915	-0,029268
EEN	0,092320	0,085336	0,92817	0,45416
EER	0,19848	0,25429	0,023008	-1,1967
FDD	2,6345e+005	0,23440	0,28491	-1,0730
GCR	28494	0,20253	-0,16381	-1,2033
	5% проц.	95% проц.	IQ range	Пропущенные наблюдения
CAN	-13480,	15668	8566,3	4
COMPR	18,609	134,67	34,250	0
EEN	0,96889	1,2824	0,13155	0
EER	0,45266	1,0899	0,33840	3
FDD	7,3180e+005	1,5869e+006	4,6194e+005	0
GCR	93483	1,7992e+005	53660	0

**4.20-rasm.** O‘zgaruvchilar bo‘yicha to‘liq tavsifiy statistika natijalari

Demak, Minitab va Gretl dasturlarida tavsifiy statistika o‘tkazish algoritmi soddaligi bilan ajralib turar ekan. O‘zgaruvchilar bo‘yicha tavsifiy statistika o‘ztkazilgan so‘ng, natijalar tahlil qilinishi lozim.

### **Nazorat savollari**

1. Minitab dasturining imkoniyatlarini ta'riflab bering.
2. GRETL dasturining imkoniyatlarini ta'riflab bering.
3. Minitab dasturidagi seans oynasi va ma'lumotlar oynasining funksiyalarini tushuntirib bering.
4. GRETL dasturi asosiy ekranining 3 ta qismini yoritib bering.
5. Minitab va GRETL dasturlarida ma'lumotlar qanday usullarda kiritiladi?
  6. Minitab dasturining grafik imkoniyatlarini xarakterlab bering.
  7. GRETL dasturining grafik imkoniyatlarini xarakterlab bering.
  8. Minitab dasturida tavsifiy statistika qanday amalga oshiriladi?
  9. GRETL dasturida tavsifiy statistika qanday amalga oshiriladi?
  10. Minitab va GRETL dasturlarining kamchiliklarini aytib bering.

## V bob. EKONOMETRIK MODELLARNI TUZISHDA AMALIY DASTURLARDAN FOYDALANISH

**5.1. Ekonometrik model tushunchasi va uni tuzish bosqichlari.**

**5.2. Gretl dasturida ekonometrik model tuzish bosqichlari.**

**5.3. Ekonometrik model tuzishda Excel dasturining imkoniyatlari.**

### 5.1. Ekonometrik model tushunchasi va uni tuzish bosqichlari

Ijtimoiy-iqtisodiy jarayonlar va hodislarni o'rganish natijasida omillarning o'zaro ta'sirlarini o'rganish, ular o'rtasida bog'liqliklar mavjudligini hisoblash va turli gipotezalarni o'rganilayotgan jarayonlarga mos kelishini tekshirishda ekonometrik modellardan keng foydalaniladi.

Ekonometrik modellar - bu ekonometrikada foydalaniladigan statistik modellardir. Ekonometrik model ma'lum bir iqtisodiy hodisa bilan bog'liq bo'lgan turli xil iqtisodiy miqdorlar o'rtasida mavjud deb hisoblanadigan statistik munosabatlarni belgilaydi. Ekonometrik modelni noaniqlik bilan deterministik iqtisodiy modeldan yoki o'zi stoxastik bo'lgan iqtisodiy modeldan olish mumkin. Biroq, ma'lum bir iqtisodiy nazariyaga bog'liq bo'lmagan ekonometrik modellardan foydalanish ham mumkin.

Ekonometrikaning asosiy instrumenti ekonometrik modeldir, ya'ni. parametrlari matematik statistika yordamida baholanadigan omilli tahlilning iqtisodiy-matematik modelidir. Ushbu modeldan real statistik ma'lumotlarga asoslangan aniq iqtisodiy jarayonlarni tahlil qilish va prognoz qilish vositasi sifatida foydalaniladi.

**Ekonometrik model** – bu ehtimolli-stoxastik model. Bu model yordamida iqtisodiy ko'rsatkichlarni o'zgarish qonuniyatlarini matematik ko'rinishida tenglamalar, tengsizliklar va tenglamalar tizimi ko'rinishida ifodalash mumkin. Umumiy ko'rinishida ekonometrik model quyidagicha yoziladi:

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

bu yerda  $Y$  – natijaviy omil (o'zgaruvchi),

$x_1, x_2, \dots, x_n$  – ta'sir etuvchi omillar (o'zgaruvchilar).



Ekonometrik modellarni bir qator xususiyatlariga ko‘ra tasniflash mumkin. Modelning analitik shakliga (tenglamaga) ko‘ra chiziqli, egri chiziqli, darajali modellari, Brendon modellari va boshqalar bo‘linadi. Masalan, Brendon modeli quyidagi ko‘rinishga ega:

$$\hat{y} = \prod_{i=1}^m f_i(x_i),$$

bu yerda  $y$  - o‘rganilayotgan ko‘rsatkich (uni natijaviy belgi deb ataymiz), uning ustida chiziqcha esa - o‘rtacha arifmetik qiymatni (matematik kutilishni) bildiradi,  $x_1, x_2, \dots, x_n$  - o‘rganilayotgan ko‘rsatkich miqdoriga ta’sir etuvchi ko‘rsatkichlar (ularni omilli belgilar deb ataymiz).

Ekonometrik modellashtirishning maqsadi  $Y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  funksiyaning ko‘rinishini aniqlash va shunday tenglama topish zarurki, u o‘rganilayotgan hodisa xarakteriga mos kelsin. Buning uchun adekvat bo‘lgan tenglamani topish uchun dispersion, korrelyatsion va regression tahlillar qo‘llanilgan holda bog‘liqlikni miqdoriy ifodasi va uning barqarorligi aniqlanadi.

Ekonometrik modellarning turli toifadagi bir-biridan modellashtirish ob’ekti mazmuni va matematik ko‘rinishi jihatdan farqli qiladigan xillari mavjud. Shularning ayrimlarini ko‘rsatib o‘tamiz.

### **1. Bitta tenglamali regression modellar.**

$Y = F(X, a) + \varepsilon$ , bu yerda  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  o‘zgaruvchi omillar sifatida ishtirok etuvchi iqtisodiy ko‘rsatkichlar;  $a$  - model parametrlarining vektori.

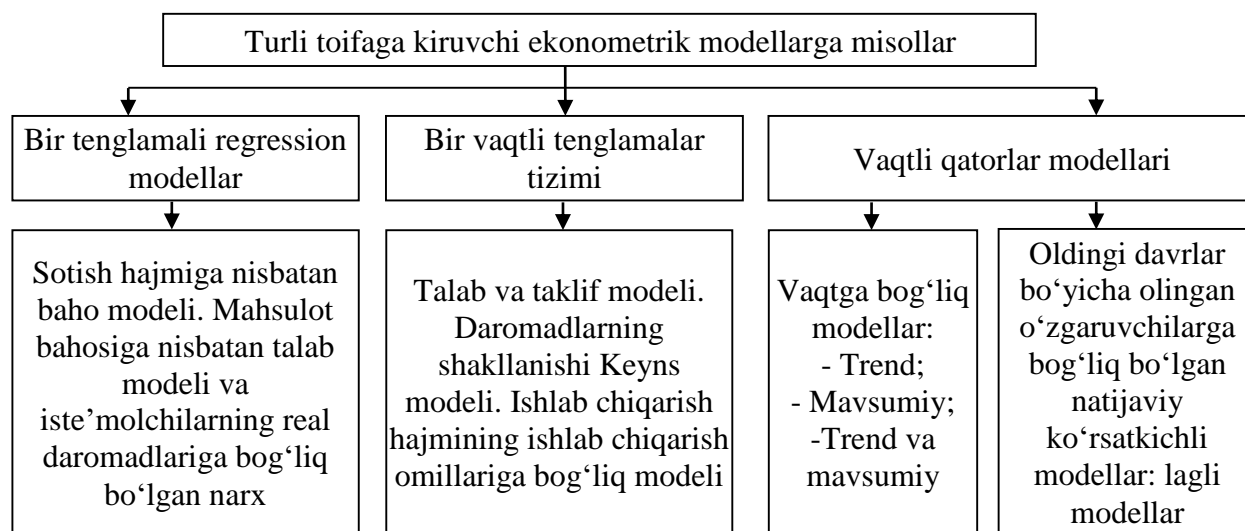
### **2. Bir vaqtli tenglamalar tizimi.**

Bu modellar tizimli tenglamalar ko‘rinishida bo‘ladi. Tizim regression tenglamalardan iborat bo‘lishi mumkin va har biri erkin o‘zgaruvchi omillardan tashqari boshqa tenglamalardagi bog‘liq bo‘lgan o‘zgaruvchilardan tuzilgan bo‘lishi mumkin.

### **3. Vaqtli qatorlar modellari.**

Ma’lum ko‘rsatkichni vaqt bo‘yicha ketma-ket joylashtirilishi vaqtli qator deb ataladi. Tadqiq qilinayotgan o‘zgaruvchining qiymatlari qator darajasi deb ataladi. Vaqt qatorlari modellarda faqat bitta erkin o‘zgaruvchi  $t$  -vaqt bo‘ladi va ular bir omilli modellardir.

Ushbu modellarning qo‘llanilish sohalariga doir misollar keltiramiz (5.1-rasm).



**5.1-rasm.** Turli xil ekonometrik modellarga doir misollar

Ekonometrik modellarni tuzish va ularni tahlil qilish bir necha bosqichlardan iborat. Ushbu bosqichlarni har birini ko‘rib chiqamiz hamda har bir bosqichda foydalaniladigan usullarni tahlil qilamiz va baholaymiz.

**Ekonometrik modellarni tuzish bosqichlari.**

**Birinchi bosqich** – spetsifikatsiyalash - iqtisodiy muammoni qo‘yilishi – asosiy omillar guruhi tanlanadi, iqtisodiy ma’lumot to‘planadi, asosiy omil va ta’sir etuvchi omillar guruhi belgilanadi; korrelyatsion tahlil usuli yordamida ekonometrik modelda qatnashadigan omillar aniqlanadi. 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** – identifikatsiya qilish. Bu bosqichda izlanayotgan noma’lum o‘zgaruvchilar qaysi, qanday maqsadni ko‘zda tutadi, natija nimalarga olib keladi kabi savollar aniqlangan bo‘lishi kerak. «Eng kichik kvadratlar usuli» yordamida tuziladigan ekonometrik modelning parametrlari aniqlanadi.

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

- modelning sifati ko‘plikdagi korrelyatsiya koeffitsienti va determinatsiya koeffitsienti yordamida baholanadi;
- modelning ahamiyati approksimatsiya xatoligi va Fisher mezoni yordamida baholanadi;
- modelning parametrlarini ishonchliligi Styudent mezoni bo‘yicha baholanadi;
- Darbin-Uotson mezoni yordamida «Eng kichik kvadratlar usulining» bajarilish shartlari, ya’ni qoldiqlarda avtokorrelyatsiyaning mavjudligi tekshiriladi.

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

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

Ushbu bosqichlarning kengaytirilgan talqini quyida keltirilgan.

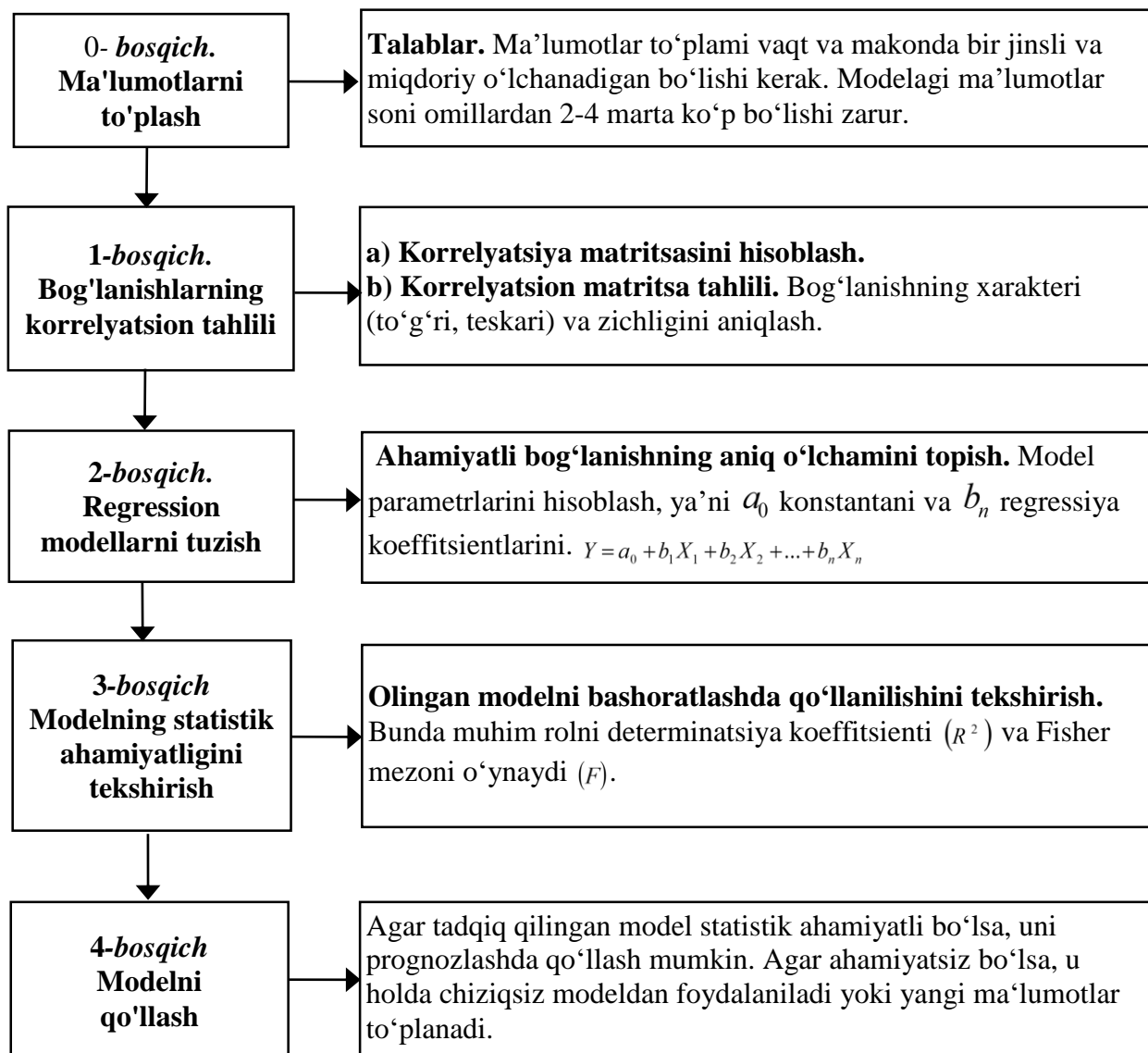
Quyidagi 5.2-rasmda Excelni qo‘llash sharoitida ekonometrik modellashtirish bosqichlari ketma-ketligining texnologik sxemasi keltirilgan.

*Nolinchi bosqich – ma’lumotlarni to‘plash.* Nolinchi bosqich tuziladigan modelning sifatini ta’minlaydi. Ma’lumotlarni to‘plashda e’tiborga olinadigan bir qator shartlar va qoidalar mavjud.

Ma’lumotlar kuzatiladigan bo‘lishi kerak, ya’ni ma’lumotlar hisoblash natijasida emas, balki o‘lchash natijasida olingan bo‘lishi kerak. kuzatuvlarni oldindan rejalashtirish kerak.

Yaxshi tenglamani olish uchun qancha ma’lumotlar zarur bo‘ladi?

Ayrim statistiklarning fikricha ma’lumotlar omillar sonidan 4-6 marta ko‘p bo‘lishi kerak, ayrimlarining fikricha esa – 7-8 marta ko‘p bo‘lishi lozim. Ma’lumotlar qanchalik bir xil bo‘lmasa (bir-birini takrorlamasa) va ular shunchalik bir jinsli bo‘lmasa, agar aloqalar muhim bo‘lgan holda yaxshi tenglamani olish mumkin.



## 5.2-rasm. Ekonometrik modellashtirish bosqichlari

Ma'lumotlar tayyorlangandan so'ng, ularni qayta ishlash boshlanadi.

*Birinchi bosqich – korrelyatsion tahlil.* Uning maqsadi – aloqaning xarakterini (to'g'ri, teskari) va aloqaning zichligini (aloqa mavjud emas, past aloqa, o'rtacha aloqa, kuchli aloqa, juda kuchli aloqa, to'liq aloqa) aniqlashdir. Korrelyatsion tahlil aloqani ifodalanishining darajasi (korrelyatsiya koeffitsienti) va xarakteri to'g'risida axborot yaratadi. U esa muhim omillarni tanlashda hamda regression tenglamalarning parametrlarini hisob-kitobining ketma-ketligini samarali rejalashtirishda foydalaniladi. Bitta omil bo'lganda korrelyatsiya koeffitsienti, bir necha omillar bo'lganda esa korrelyatsion matritsa hisoblanadi, undan esa ikki turdagi aloqalar aniqlanadi: (1)

bog‘liq o‘zgaruvchining bog‘liq bo‘lmagan o‘zgaruvchilar bilan aloqasi, (2) bog‘liq bo‘lmagan omillar o‘rtasidagi aloqalar.

Ushbu aloqalar o‘rganilayotgan jarayonlarda omillar o‘rtasida aloqalarning qanchalik bir-biriga yaqin yoki uzoqligini ko‘rsatadi.

Matritsani ko‘rib chiqish quyidagilarga imkon beradi: birinchidan, o‘rganilayotgan bog‘liq o‘zgaruvchiga haqiqatda ta’sir etuvchi omillarni aniqlaydi va ularni aloqalarning kamayish tartibida joylashtiradi; ikkinchidan, boshqa omillar bilan kuchli yoki funksional aloqada bo‘lgan omillarni chiqarish yo‘li bilan modeldagi omillar sonini kamaytiradi (ya’ni, bog‘liq bo‘lmagan omillarning bir-biri bilan aloqasi).

Ma’lumki, amaliyotda bir va ikki omilli modellar ishonchliroq hisoblanadi. Agar ikkita omil bir-biri bilan kuchli yoki to‘liq aloqaga ega bo‘lganligi aniqlangan bo‘lsa, unda regressiya tenglamasiga ularning bittasini kiritish yetarli hisoblanadi. Iqtisodiy amaliyotda misol keltiramiz: bitta regressiya tenglamasiga bir vaqtning o‘zida “Ishlovchilar soni” va “Mehnat unumdorligi” o‘zgaruvchilarini bog‘liq bo‘lmagan o‘zgaruvchilar sifatida kiritish mumkin emas, chunki bu yerda to‘liq aloqa mavjud bo‘lib qoladi. Xuddi shunday hol, ya’ni bog‘lanish foyda va xarajatlar o‘rtasida ham mavjud bo‘ladi, chunki foyda daromadlardan xarajatlarni ayirib tashlangandan keyin qoladigan ko‘rsatkichdir. Aytib o‘tilgan o‘zgaruvchilardan birini chiqarib yuborish, umumiy holda tenglamaning ahamiyatliligini oshiradi, shu bilan birga shuni esda tutish kerakki, kuzatuv natijasida emas, balki hisoblab olingan o‘zgaruvchini chiqarish lozim.

*Ikkinchi bosqich – parametrlarni hisoblash va regressiya modellarini tuzish.* Bu yerda agar  $X_1, X_2, \dots, X_n$  bog‘liq bo‘lmagan o‘zgaruvchilarning qiymatlari ma’lum bo‘lsa,  $Y$  bog‘liq o‘zgaruvchining qiymatlarini prognozlash uchun hisoblash natijasida aniqlangan aloqaning eng aniq o‘lchovini qidirishga harakat qilinadi.

Ushbu o‘lchov umumlashtirilgan holda quyidagi ko‘plikdagi regression bog‘liqlikning chiziqli matematik ko‘rinishini ifodalaydi:

$$Y = a_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n.$$

Kompyuter model parametrlari  $a_0$  - ozod had (konstanta yoki  $Y$  ni kesib o‘tuvchi nuqta) va  $b_n$  koeffitsientlar (regressiya koeffitsientlari) ni

hisoblaydi.  $Y$  miqdorni natija,  $X_1, X_2, \dots, X_n$  lar esa omillar yoki predikatorlar deb ataladi.

Ikkinchi bosqichni amalga oshirish korrelyatsion matritsani tahlil qilishda olingan xulosalarga ko'p jihatdan bog'liq bo'ladi. Eng yaxshi tenglamani qidirish strategiyasini to'g'ri tanlash orqali regression tahlilni o'tkazishni tezlashtirish va tadqiqot uchun xarajatlarni kamaytirish mumkin. Buning uchun eng yaxshi tenglamani topishning samarali usullari asoslarini bilish zarur.

Tenglamaning har bir variantini olgandan so'ng uning statistik ahamiyatligini baholash muhim hisoblanadi. Asosiy maqsad – eng ahamiyatli bo'lgan tenglamani olish hisoblanadi, shuning uchun korrelyatsion-regression tahlilning ikkinchi bosqichi uchinchi bosqich bilan zich aloqada bo'ladi.

*Uchinchi bosqichda* statistik ahamiyatlilik, ya'ni olingan modelning  $Y$  miqdorning qiymatlarini bashoratlashda foydalanishga yaroqliligi aniqlanadi. Shu bilan birga dastur model bo'yicha avval kuzatilgan ma'lumotlarning nazariy qiymatlarini hisoblab qo'ydi va kuzatiladigan qiymatlarning nazariy qiymatlar bilan farqini hisobladi. Buning asosida esa dastur o'zgaruvchilarning grafiklarini va qoldiqlar grafiklarini tuzadi.

Olingan modelni baholash uchun dastur bir qator koeffitsientlarni ham hisoblab beradi.

Ushbu bosqichda determinatsiya koeffitsienti va regressiya ahamiyatligining  $F$ -mezoni muhim rol o'ynaydi.

**$R$  Squared ( $R^2$ )** – *determinatsiya koeffitsienti* – bu aniq omillar to'plami modeli asosida hisoblangan  $Y$  ning nazariy va kuzatilgan qiymatlari o'rtasidagi ko'plikdagi korrelyatsiya koeffitsientining kvadratidir. Determinatsiya koeffitsienti modelning haqiqiylikini o'lchaydi. U 0 va 1 qiymatlarni qabul qiladi. Ushbu miqdor turli xil modellarni taqqoslash uchun va ulardan eng yaxshisini tanlashda foydali hisoblanadi.

$R^2 \geq 80\%$  dan katta bo'lsa maqsadga muvofiqdir.  $Y$  ning nazariy qiymatlarining qolgan qismi modelda ishtirok etmagan boshqa omillarga bog'liq. Asosiy maqsad -  $R^2$  ni ortishiga olib keluvchi omillarni qidirib topishdir va ideal tenglamani olish uchun prognoz variatsiyasiga tushuntirish berish kerak. Biroq, omillarning barcha qiymatlari turli bo'lganda,  $R^2$  koeffitsienti eng ko'pi bilan 1 qiymat

(yoki 100%) ga yetishi mumkin. Agar ma'lumotlar orasida takrorlanuvchi tajribalar bo'lsa, unda model qanchalik yaxshi bo'lmasin,  $R^2$  ning qiymati 1 ga yeta olmaydi. Shuning uchun regressiyani hisoblashdan avval, takrorlanuvchi ma'lumotlarni dastlabki jadvaldan chiqarib tashlash lozim. Ba'zi dasturiy vositalar noyob ma'lumotlarni qoldirib, takrorlanuvchi ma'lumotlarni avtomatik tarzda o'chirib yuboradilar. Bir xil ma'lumotlarning takrorlanishi modelni baholash ishonchliligini pasaytiradi. Eksperimental (kuzatilgan) va nazariy (hisoblangan) ma'lumotlar to'liq bir-biriga muvofiq kelgan holda  $R^2=1$  bo'ladi. Biroq, bu juda kam ehtimolga ega bo'lgan hol hisoblanadi.

Regression tahlil vositalari yordamida regressiya ahamiyatligining  $F$ -mezoni butun tenglama uchun hisoblanadi. Ushbu kuzatilgan ma'lumotlar asosida hisoblangan  $F_h$  ( $F$  hisoblangan, kuzatilgan) qiymatni  $F_j$  ( $F$  kritik, jadval) jadvaldagi tegishli qiymati bilan taqqoslash zarur.

Agar  $F_h$  kuzatilgan qiymati  $F_j$  jadvaldagi tegishli qiymatidan kichik bo'lsa, unda tenglamani ahamiyatli deb bo'lmaydi. Prognozlashni qanoatlantirish uchun regressiya tenglamasining  $F_h$  kuzatilgan qiymati  $F$ -taqsimotning tanlangan foizli nuqtasidan oshib qolmasdan, balki undan 4 martadan ortiq katta bo'lishi kerak. Masalan,  $F(10; 20; 0,95)=2,35$  bo'lsin. Unda  $F_h$  munosabatning kuzatilgan qiymati 9,4 dan katta bo'lishi kerak. Bunda esa olingan regressiya modelini prognozlash uchun qanoatlantiruvchi model deb hisoblash mumkin.

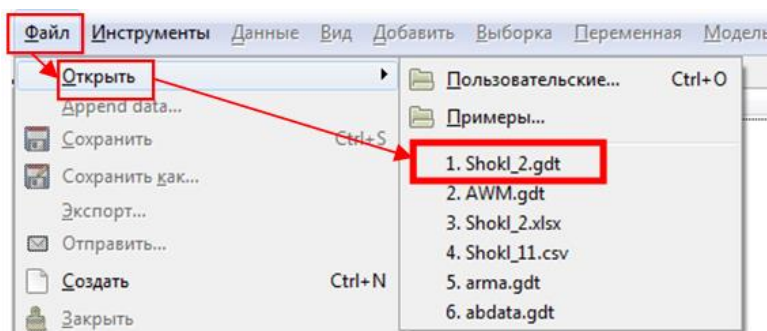
*Ekonometrik modellashtirishning to'rtinchi bosqichida* olingan model statistik ahamiyatli bo'lsa, uni boshqarishda prognozlash uchun qo'llash mumkin bo'ladi.

Agar modelning ahamiyatsiz ekanligi aniqlansa, bunda ushbu model inkor etiladi va boshqa bog'lanish shaklidagi model qidiriladi. Masalan, biz ishning boshidan buyon chiziqli regression modelni qarab keldik. Lekin boshqa hollarda esa chiziqsiz bo'lgan modellar samaraliroq bo'lishi mumkin.

## 5.2. Gretl dasturida ekonometrik model tuzish bosqichlari

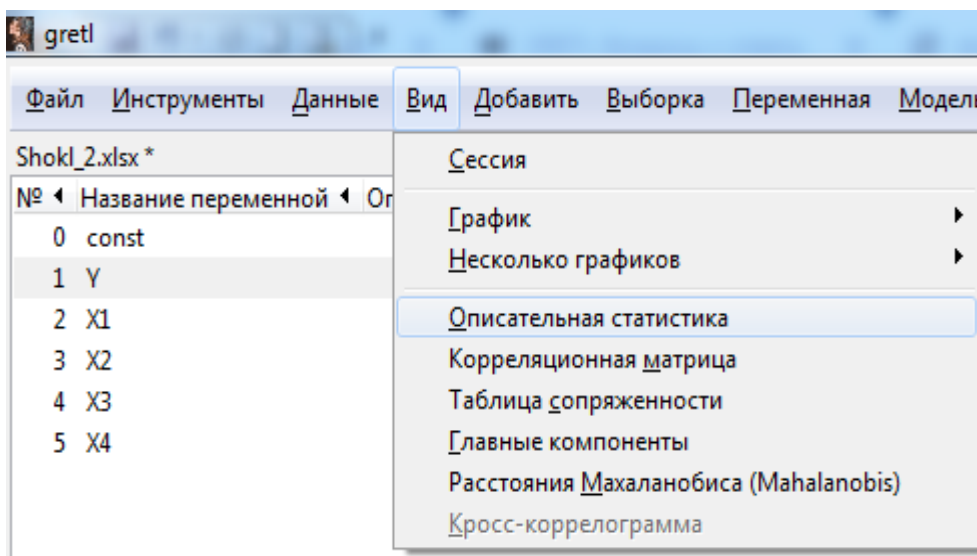
Gretl dasturida ekonometrik model tuzish bosqichlarini ko'rib chiqamiz.

1. Avvalo ma'lumotlarga ega bo'lgan faylni yuklab olamiz. Buning uchun **Файл** menyusidan **Открыть**→**Файл** (Ochish→Fayl)ni tanlaymiz. Zarur bo'lgan faylni belgilaymiz, masalan **Shokl\_2.gdt**.



5.3-rasm. Dasturda faylni tanlash

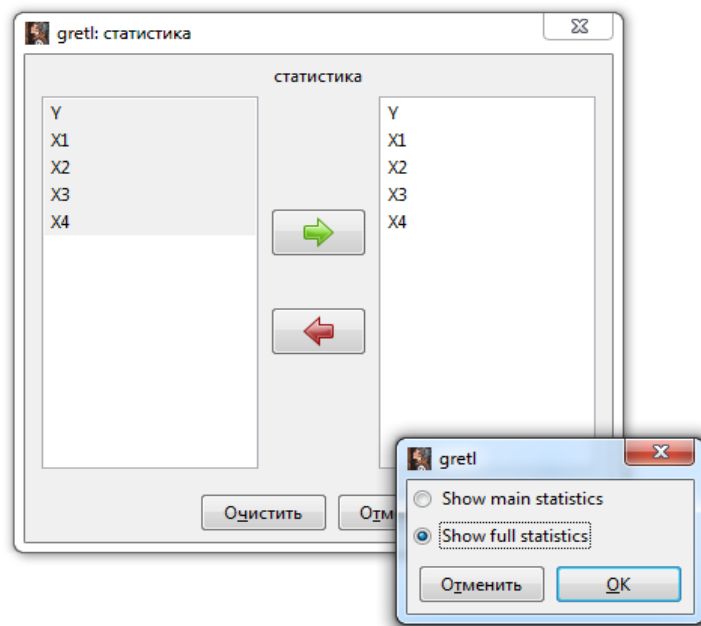
2. Ekonometrik model tuzish uchun tavsifiy statistika o'tkazish maqsadga muvofiq. Buning uchun dasturning **Вид** menyusidan **Описательная статистика** qatorini tanlash lozim (5.4-rasm).



5.4-rasm. Gretl dasturida tavsifiy statistikani amalga oshirish

3. So'ngra Gretl dasturi tavsifiy statistika o'tkazilishi lozim bo'lgan o'zgaruvchilarni tanlashni so'raydi (5.5-rasm).





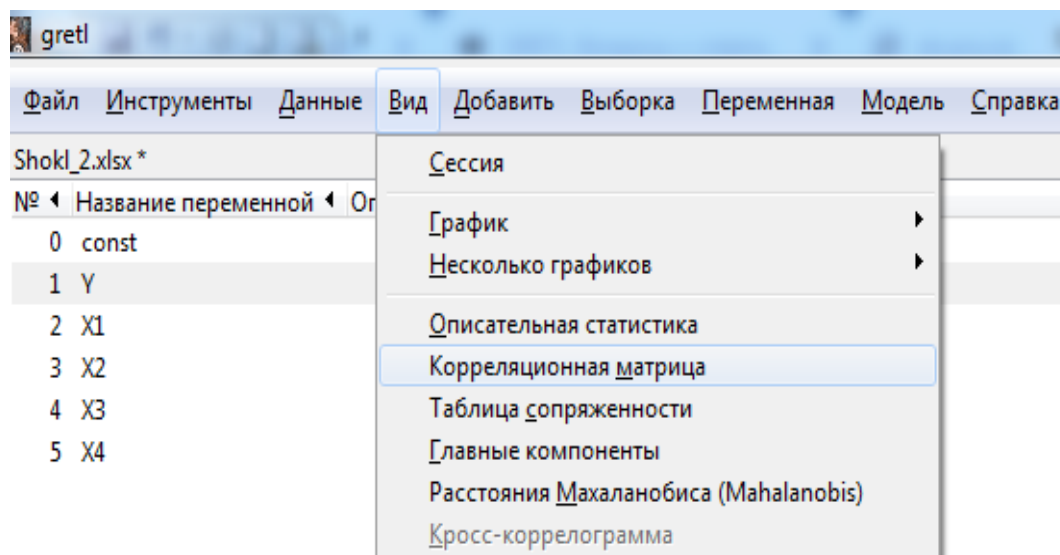
**5.5-rasm.** Tavsifiy statistika uchun o‘zgaruvchilarni tanlash

Tanlangan o‘zgaruvchilar uchun hisoblangan tavsifiy statistika ko‘rsatkichlari va qiymatlari quyidagi 5.6-rasmida keltirilgan.

	Среднее	Медиана	Минимум	Максимум
Y	306,81	338,00	126,00	445,00
X1	9,2937	8,4000	3,8000	19,800
X2	15,650	15,600	13,000	18,100
X3	17,131	16,900	15,800	20,200
X4	107,23	108,40	98,400	112,90
	Ст. откл.	Вариация	Асимметрия	Экссесс
Y	102,87	0,33527	-0,65748	-0,82867
X1	4,9129	0,52862	0,95745	-0,12756
X2	1,0721	0,068503	-0,14886	1,7844
X3	1,1394	0,066512	1,2038	1,2136
X4	4,5128	0,042084	-0,64135	-0,79179
	IQ range	Пропущенные наблюдения		
Y	157,50	0		
X1	6,3750	0		
X2	0,95000	0		
X3	1,7250	0		
X4	6,9500	0		

**5.6-rasm.** O‘zgaruvchilar bo‘yicha tavsifiy statistika natijalari

4. Dastur yordamida o‘zgaruvchilar o‘rtasidagi bog‘lanish zichliklarini aniqlash uchun korrelyatsiya koeffitsientlarini hisoblaymiz. Buning uchun Gretl dasturining **Вид** menyusidan **Корреляционная матрица** qatori tanlanadi (5.7-rasm).



**5.7-rasm.** O‘zgaruvchilar o‘rtasida korrelyatsiya matrirtsasini hisoblash

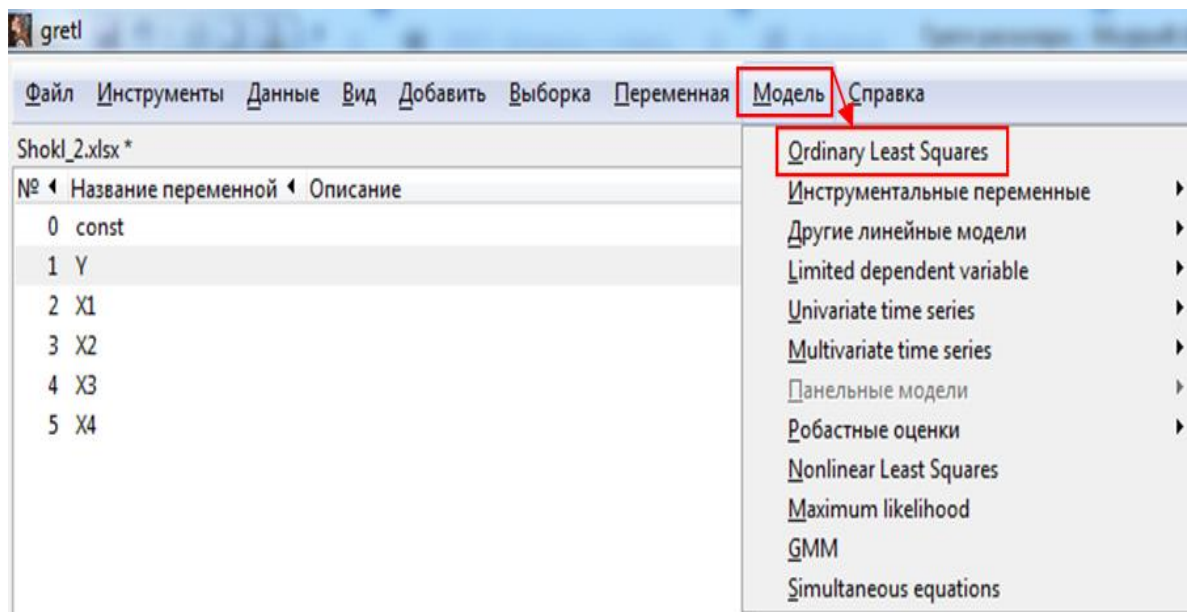
Korrelyatsiya tahlili natijalari (korrelyatsiya matrirtsasi) quyidagi 5.8-rasmda keltirilgan.

The screenshot shows the 'gretl: корреляция' window. It displays the following text: 'Коэффициенты корреляции, наблюдения 2004 - 2019' and '5% критические значения (двухсторонние) = 0,4973 для n = 16'. Below this is a lower triangular correlation matrix for variables Y, X1, X2, X3, and X4.

	Y	X1	X2	X3	X4
Y	1,0000				
X1	0,6459	1,0000			
X2	0,2329	-0,0034	1,0000		
X3	0,2263	0,2040	0,6978	1,0000	
X4	0,8160	0,2734	0,2354	0,0308	1,0000

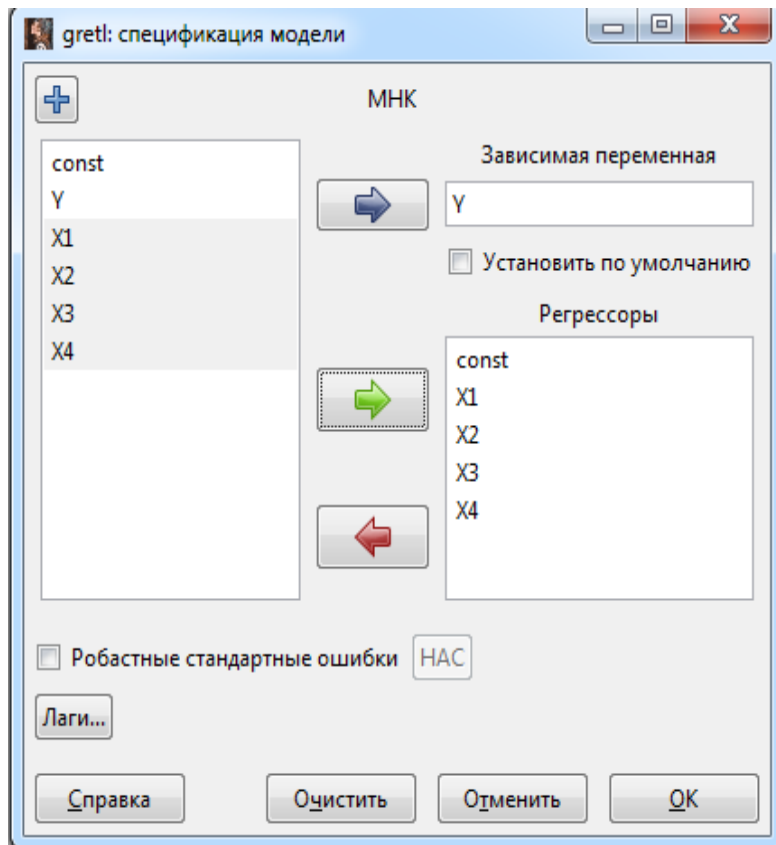
**5.8-rasm.** Korrelyatsiya koeffitsientlari matrirtsasi

5. Endi bevosita ekonometrik model tuzamiz. Buning uchun dasturning **Модель** menyusidan foydalanamiz. **Модель** menyusidan Ordinary Least Squares (Eng kichik kvadratlar usuli) qatori tanlanadi (5.9-rasm).



**5.9-rasm.** Ordinary Least Squares (Eng kichik kvadratlar usuli) qatorini tanlash

6. So'ngra eng kichik kvadratlar usuli yordamida Bog'liq o'zgaruvchi, Bog'liq bo'lmagan o'zgaruvchilarni aniqlaymiz (5.10-rasm).



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

Va nihoyat ko‘p omilli ekonometrik modelni tuzamiz (5.11-rasm).

	Коэффициент	Ст. ошибка	t-статистика	P-значение	
const	-1661,41	322,564	-5,151	0,0003	***
X1	8,93154	2,52269	3,540	0,0046	***
X2	-2,40564	15,9266	-0,1510	0,8827	
X3	12,2046	14,8430	0,8222	0,4284	
X4	15,9821	2,75713	5,797	0,0001	***
Среднее зав. перемен	306,8125	Ст. откл. зав. перемен	102,8651		
Сумма кв. остатков	20246,67	Ст. ошибка модели	42,90228		
R-квадрат	0,872437	Испр. R-квадрат	0,826050		
F(4, 11)	18,80791	P-значение (F)	0,000070		
Лог. правдоподобие	-79,84827	Крит. Акаике	169,6965		
Крит. Шварца	173,5595	Крит. Хеннана-Куинна	169,8944		
Параметр rho	0,154485	Стат. Дарбина-Вотсона	1,646994		

Исключая константу, наибольшее р-значение получено для переменной 3 (X2)

**5.11-rasm.** Hisoblangan ekonometrik model parametrlari va mezonlar

Olingan natijalar tahlil qilinadi va ekonometrik modeldan prognozlashda foydalanish bo‘yicha qaror qabul qilinadi.

### 5.3. Ekonometrik model tuzishda Excel dasturining imkoniyatlari

Eng yaxshi regressiya tenglamasini tanlashning bir necha usullari va algoritmlari mavjud, ular quyidagilar:

1. Turli xil regressiyalar usuli.
2. “Eng yaxshi to‘plam” predikatorlarini tanlash usuli.
3. O‘chirish usuli.
4. Qadamli regression usul.
5. Qirrali (ridj) regressiya.
6. PRESS.
7. Bosh komponentlarga asoslangan regressiya.
8. O‘z qiymatlariga asoslangan regressiya.
9. Pog‘onali regression usul.

10. Barqaror regressiya.

11. Boshqa usullar.

*Excel* dasturining 2000, 2007, 2010 va yuqori versiyalarida korrelyatsion-regression tahlil va ekonometrik modellashtirish uchun statistik modulning maxsus vositalari foydalaniladi. Modul tarkibiga matematik-statistik tahlilning vositalaridan ikkita turi kiritiladi; funksiyalar va vositalar.

Statistik funksiyalar (80 ta funksiyalar) *Excel* ning *Master funksiy* oynasi orqali chaqiriladi. **KOPPEЛ** funksiyasi (ikkita to'plam ma'lumotlari o'rtasidagi korrelyatsiyani hisoblash) ma'lumotlarning ikkita boshlang'ich to'plamlarini (massivlarni) chaqiradi va funksiyaga murojaat qilishdan oldin o'rnatilgan kursor katakchasiga korrelyatsiya koeffitsientini joylashtiradi.

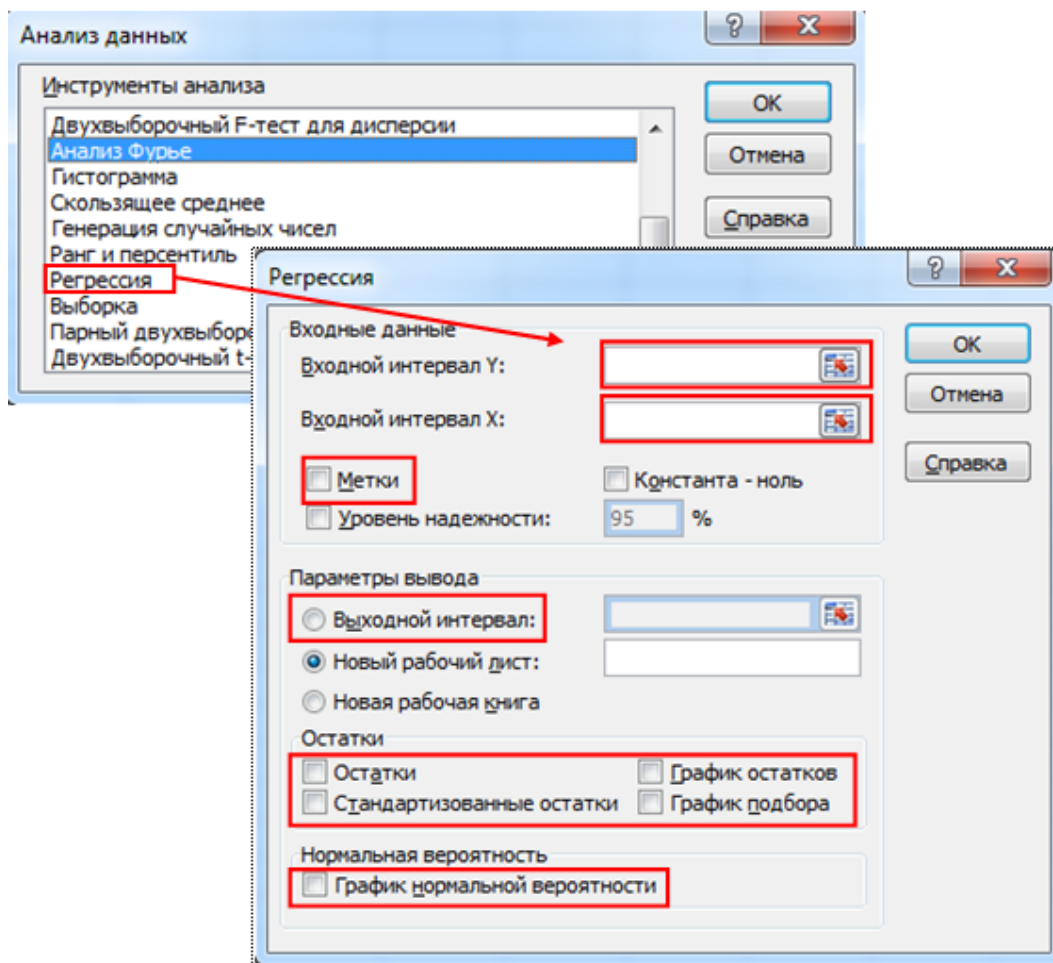
*Excel* dasturida chiziqli juft va ko'p omilli ekonometrik modellar tuzishi imkoniyatlari mavjud. Buning uchun **Данные** menyusidan **Анализ данных** moduli tanlanadi (5.12-rasm).

*Y ning kirish intervali (Входной интервал Y)* – bu yerda tahlil qilinuvchi bog'liq ma'lumotlarning bitta ustundan iborat diapazonini berishni talab qiladi.

Bizning masalamizda bu  $X_5$  ning qiymatlari ustuni, ya'ni F2:F15. Bunday belgilanish barcha to'rtta tenglamalar uchun bir xil bo'ladi.

*X ning kirish oralig'i (Входной интервал X)* – bu yerda tahlilga tegishli bo'lgan bog'liq bo'lmagan ma'lumotlarning qo'shni qatorlari uchun diapazonni aniqlash talab qilinadi (ko'pi bilan 16 ta bog'liq bo'lmagan omillar uchun). Berilgan diapazondagi bog'liq bo'lmagan o'zgaruvchilarni chapdan o'ngga qarab joylashtirish zarur.

Bizning masalamizda ushbu parametрни o'rnatilishini har bir hisoblashda o'zgartirib boramiz, ya'ni tenglamalar soni bo'yicha to'rt marotaba o'zgartiramiz. Hisoblashning birinchi qadamida  $X_1, X_2, X_3, X_4$  qiymatlari bilan qo'shni ustunlar diapazonini berish zarur, ya'ni bog'liq bo'lmagan o'zgaruvchilar (B2:E15) ning barcha kirish diapazonini. Ikkinchi qadamda –  $X_1, X_2, X_4$  larning qiymatlari diapazonini, uchinchi qadamda –  $X_1, X_2$  larning, to'rtinchi qadamda –  $X_1, X_4$  larning qiymatlari o'zgartirib kiritib boriladi va hisob-kitoblar amalga oshiriladi.



**5.12-rasm.** *Анализ данных* paketidagi *Регрессия* instrumentining elementlari

*Belgilar (Метки)* – agar kirish oraliq‘ining birinchi satri yoki birinchi ustunida sarlavhalar joylashgan bo‘lsa, u holda bayroqchani o‘rnatish talab qilinadi. Agar sarlavhalar yo‘q bo‘lsa, unda bayroqchani tushirish zarur.

*Belgilar (Метки)* ni har doim kirish intervali tarkibiga kiritishini maslahat beramiz, buning uchun «*Метки*» bayroqchasining bosishni unutmang. Agar biz *belgilar (Метки)* mavjudligida ushbu bayroqchani birlashtirsak, unda hisoblash o‘rniga dasturda hisob-kitobning uzilishni va «Kirish intervalida sonli bo‘lmagan ma’lumotlar joylashgan» degan ma’lumotni olamiz.

*Ishonchilik darajasi (Уровень надежности)* – *Excel* dasturi uni 95% darajada o‘rnatadi. Agar chiqish diapazoniga qo‘shimcha darajani kiritishini xohlasangiz, bayroqchani o‘rnating, maydonga esa (yonmayon) siz xohlagan ishonchilik darajasini o‘rnating.

Biz masalani *Excel* dasturi taklif qilgan darajasini ko'rsatmoqdamiz. Lekin yakuniy tenglamani 99% darajada takror hisoblash mumkin, bunda  $F$  ning qiymati bo'yicha uning ishonchliligi balki bundan ham yuqoriroq darajada bo'lishligini tekshirish uchun taklif etiladi.

*Konstanta-nol (Константа-ноль)* – bu yerda tenglamani ozod had ( $a_0$ ) siz olish talab qilinganda ishlatiladi. Bunda regressiya chizig'i koordinatalar boshidan o'tadi.

*Chiqish diapazoni (Выходной диапазон)* - chiqish diapazonining yuqori chap katakchasini aniqlash talab qilinadi. Yakuniy diapazon uchun kamida ettita ustun zarur, ularda quydagilar saqlanadi: dispersion tahlil natijalari, regressiya koeffitsientlari,  $Y$  ni hisoblashdagi standart xatolar, o'rtacha kvadratik chetlanish, kuzatuvlar soni, koeffitsientlar uchun standart xatoliklar.

*Yangi varaq (Новый лист)* – bu yerda tahlil natijalarini qayd qilish kitobida yangi varaq ochish uchun A1 katakchadan boshlab o'zgartiruvchini o'rnatish talab qilinadi. O'zgartirish maydonining ro'parasidagi maydonda yangi varaqning nomini kiritish mumkin.

Ushbu o'zgartiruvchini (5.13-rasm) o'rnatamiz. Tadqiqotning to'rtta qadamlarining har birida varaq nomi sifatida tenglamada qatnashuvchi omillarning ro'yxatini kiritamiz (biz rejalashtirgan tadqiqot tartibi bo'yicha  $X_1, X_2, X_3, X_4; X_1, X_2, X_4; X_1, X_2; X_1, X_4$  lar bo'ladi).

*Yangi kitob (Новая книга)* - ushbu o'zgartiruvchini faqat shunday holatda ishlatishi kerakki, agar yangi kitobni ochish va uning birinchi varag'ida A1 katakchadan boshlab tahlil natijalarini joylashtirish zaruriyati bo'lsa.

*Qoldiqlar (Остатки)* – ushbu bayroqchanning o'rnatilishi bilan chiqish diapazonida qoldiqlarni kiritish amalga oshiriladi. Murakkab tadqiqot bajarilishi paytida maksimum axborot olish uchun dialog oynasining ushbu va quyida zikr qilingan barcha bayroqchalarni faollashtirishni tavsiya etamiz. Albatta, ushbu holatda biz «biror narsani qoldirmasdan» ko'rishni istaydigan statistiklarning o'rmini egalladik. Jiddiy iqtisodiy yoki marketingli tadqiqotni bajara turib va bu bo'yicha mazmunli hisobot bosib chiqarishga tayyorlanib, siz ham hisob-kitoblarni shunday tarzda bajara olishingiz mumkin.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	n/n	X1	X2	X3	X4	X5	Регрессия					
2	1	7	26	6	60	78,5	Входные данные					
3	2	1	29	15	52	74,3	Входной интервал Y: \$F\$2:\$F\$14					
4	3	11	56	8	20	104,3	Входной интервал X: \$B\$2:\$E\$14					
5	4	11	31	8	47	87,6	<input checked="" type="checkbox"/> Метки <input type="checkbox"/> Константа - ноль					
6	5	7	52	6	33	95,9	<input checked="" type="checkbox"/> Уровень надежности: 95 %					
7	6	11	55	9	22	109,2	Параметры вывода					
8	7	3	71	17	6	102,7	<input type="radio"/> Выходной интервал:					
9	8	1	31	21	44	72,5	<input checked="" type="radio"/> Новый рабочий лист: x1x2x3x4					
10	9	2	54	18	22	93,1	<input type="radio"/> Новая рабочая книга					
11	10	21	47	4	26	115,9	Остатки					
12	11	1	40	23	34	83,8	<input checked="" type="checkbox"/> Остатки <input checked="" type="checkbox"/> График остатков					
13	12	11	66	9	12	113,3	<input checked="" type="checkbox"/> Стандартизированные остатки <input checked="" type="checkbox"/> График подбора					
14	13	10	68	8	12	109,4	Нормальная вероятность					
15							<input checked="" type="checkbox"/> График нормальной вероятности					
16												
17												
18												
19												
20												
21												

**5.13-rasm.** To‘rt omilli tenglamani hosil qilish uchun *Регрессия* muloqot oynasining parametrlarini o‘rnatilishi

*Standartlashtirilgan qoldiqlar (Стандартизированные остатки)* – standartlashtirilgan qoldiqlarni joylashtirish uchun bayroqchani chiqish diapazoniga o‘rnatish zarur.

*Qoldiqlar grafigi (График остатков)* – har bir bog‘liq bo‘lmagan o‘zgaruvchi uchun qoldiqlar diagrammasini yasash maqsadida ushbu bayroqchani o‘rnatish zarur.

*Tanlash grafigi (График подбора)* - bu o‘ta muhim grafik, aniqrog‘i grafiklar seriyasi, regressiyaning nazorat chizig‘i kuzatilgan ma’lumotlarga nisbatan qanchalik tanlangan ekanligini kursatadi. (ya’ni, прогноз қилади). Har bir bog‘liq bo‘lmagan o‘zgaruvchi uchun aloxhida yasaladi.

*Normal ehtimollik grafigi (График нормальной вероятности)* – normal ehtimollikning diagrammasini yasash uchun bayroqchani o‘rnatiladi.

**Masalani echish fragmenti. №1 hisoblash.** (Qoraytirilgan kataklar – bu foydalanuvchining belgilari). To‘rt omilli tenglama parametrlarini hisoblash natijasi barcha tanlangan bog‘liq bo‘lmagan o‘zgaruvchi  $X_1, X_2, X_3, X_4$  – larning to‘liq qatnashgan holi. Tenglama



ahamiyatlidir, lekin  $t$ -statistika ba'zi bir omillarning muhim emasligini ko'rsatmoqda, bunda  $X_4$  da  $t$ -statistikaning qiymati qolgan barchasinikidan kichik.  $X_4$  – keyingi qadamda yo'qotilishga tegishli omil bo'ladi.

<b>ВЫВОД ИТОГОВ</b>		<b>1 QADAM (Omillarning barchasi qatnashgan hol)</b>	<b>F taqsimot jadvalidan olindi: <math>F_k(4; 8; 0,95)=3,84</math> Biz hisoblagnimiz: <math>F_{k.}=15,36</math></b>
<i>Регрессионная статистика</i>			
Множественный R	0,9914		
	6		
R-квадрат	0,9830		
	0		
Наблюдения	13		

**Дисперсионный анализ**

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>
Регрессия	4	2669,608725	667,4021814	<b>115,6817783</b>
Остаток	8	46,15435145	5,769293931	
Итого	12	2715,763077		
	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>
Y-пересечение	33,05446735	70,30128098	0,470183002	0,650775548
X1	1,870777021	0,755911718	2,474861782	0,03841815
X2	0,806209572	0,721189182	1,117889164	0,296057589
X3	0,436864438	0,778154705	0,561410778	0,58989355
<b>X4</b>	0,149322992	0,710560833	<b>0,210148075</b>	0,838805536
<b>Jadvaldan olindi: <math>T_k(8; 0,975)=2,306</math> Echim: Birinchi bo'lib X4 ni tenglamadan chiqarish kerak, chunki uning ulushi eng kam</b>				

## **NAZORAT SAVOLLARI**

1. Ekonometrik model nima va uning ianday turlari mavjud?
2. Ekonometrik model tuzishga qo‘yiladigan talablar va bosqichlari.
3. Gretl dasturida ekonometrik model tuzish bosqichlarini tushuntirib bering.
4. Gretl dasturida tavsifiy statistikani amalga oshirishni tushuntirib bering.
5. Gretl dasturida ekonometrik model qanday tuziladi?
6. Ekonometrik model tuzishda Excel dasturining imkoniyatlarini tushuntirib bering.
7. Chiziqli jarayonlarga misol keltiring va ular bo‘yicha ekonometrik model tuzish jarayonini tushuntirib bering.
8. Excel dasturida ekonometrik modellarni tuzish algoritmini tushuntirib bering.
9. Excel dasturida "Analiz dannix" modulining imkoniyatlarini tushuntirib bering.
10. Excel dasturida ekonometrik modelning hisoblangan parametrlarini qanday tekshiriladi (F-statistika, t-statistika).

## VI bob. MINITAB VA GRETL DASTURLARI ASOSIDA EKONOMETRIK MODELLAR PARAMETRLARINI BAHOLASH VA TEKSHIRISH

**6.1. Ekonometrik modellar parametrlarini aniqlashda eng kichik kvadratlar usulidan foydalanish.**

**6.2. Minitab dasturida ekonometrik model parametrlarini aniqlash.**

**6.3. Gretl dasturida ekonometrik modelni baholash.**

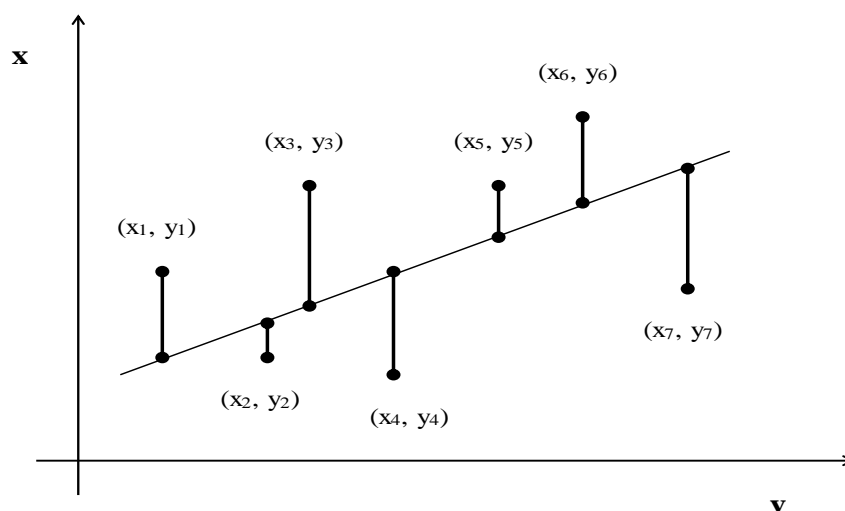
### 6.1. Ekonometrik modellar parametrlarini aniqlashda eng kichik kvadratlar usulidan foydalanish

Ekonometrik modellashtirish jarayonida eng muhim bosqich bo‘lib, parametrlashtirish bosqichi hisoblanadi. Ushbu bosqichda eng modelning noma‘lum parametrlari aniqlanadi. Noma‘lum parametrlarni aniqlashda bir qatorlar usullardan foydalanish mumkin.

Ekonometrikada tuziladigan ekonometrik model parametrlarini aniqlashda eng kichik kvadratlar usulidan foydalaniladi.

Eng kichik kvadratlar usulini mazmuni quyidagicha: haqiqiy miqdorlarning tekislangan miqdorlardan farqining kvadratlari yigindisi eng kam bo‘lishi zarur (6.1-rasm):

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_x)^2 \rightarrow \min \quad (6.1)$$



**6.1-rasm.** Eng kichik kvadratlar usulining grafikda talqin etilishi

Faraz qilaylik, regression tahlil davomida  $x$  va  $y$  o'zgaruvchilar o'rtasida regressiya modeli ko'rinishidagi quyidagi chiziqli bog'lanish aniqlangan bo'lsin:

$$y_i = a_0 + a_1 x_i \quad (6.2)$$

Eng kichik kvadratlar usulining mohiyati shundaki, chiziqli bog'langan  $F(a_0, a_1) = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - a_0 - a_1 x_i)^2 \rightarrow \min$  funktsiya-ni eng kichik qiymatga erishtiradigan ikkita  $a_0$  va  $a_1$  o'zgaruvchilarning qiymatlarini topish zarur. Ya'ni, berilgan  $a_0$  va  $a_1$  da eksperimental ma'lumotlar va to'g'ri chiziq bo'yicha hisoblangan (topilgan) ma'lumotlarning chetlanish kvadratlarining yig'indisi eng kichik bo'lishi kerak.

Shundan qilib, regressiya koeffitsientlarini topish uchun formulalarni keltirib chiqarish quyidagicha amalga oshiriladi. Ikkita tenglama va ikkita o'zgaruvchidan iborat tenglamalar tizimi tuziladi va yechiladi.  $F(a_0, a_1) = \sum_{i=1}^n (y_i - a_0 - a_1 x_i)^2 \rightarrow \min$  funktsiyaning  $a_0$  va  $a_1$  o'zgaruvchilar bo'yicha xususiy hosilalarini topamiz, ushbu xususiy hosilalarni nolga tenglashtiramiz.

$$\begin{cases} \frac{\partial F(a_0, a_1)}{\partial a_0} = 0; \\ \frac{\partial F(a_0, a_1)}{\partial a_1} = 0. \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} -2 \sum_{i=1}^n (y_i - a_0 - a_1) = 0; \\ -2 \sum_{i=1}^n (y_i - a_0 - a_1) \cdot x_i = 0. \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a_1 \sum_{i=1}^n x_i^2 + a_0 \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i; \\ a_1 \sum_{i=1}^n x_i + a_0 \cdot n = \sum_{i=1}^n y_i. \end{cases}$$

Va ushbu normal tenglamalar tizimini qulaylik uchun quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$\begin{cases} n \cdot a_0 + a_1 \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i; \\ a_0 \sum_{i=1}^n x_i + a_1 \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i. \end{cases} \quad (6.3)$$

Ushbu (6.3) tenglamalar tizimini har qanday usulda yechish mumkin (masalan, o'rniga qo'yish usuli yoki Kramer usuli) va eng kichik kvadratlar usuli (EKKU) bo'yicha noma'lum koeffitsientlarni topish uchun quyidagi formulalarga ega bo'lamiz:

$$\left\{ \begin{array}{l} a_1 = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2}; \\ a_0 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i - a_1 \sum_{i=1}^n x_i}{n}. \end{array} \right. \quad (6.4)$$

(6.4) tenglamalar sistemasini yanada soddalashtirib qo'yidagicha yozish mumkin:

$$\left\{ \begin{array}{l} a_1 = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\overline{x^2} - (\bar{x})^2}; \\ a_0 = \bar{y} - a_1 \cdot \bar{x}. \end{array} \right. \quad (6.5)$$

Normal tenglamalar tizimidagi o'zgaruvchilarning noma'lum  $a_0$  va  $a_1$  parametrlarini topishda Kramer usulidan ham foydalanish mumkin. Kramer usuli chiziqli tenglamalar tizimini yechishda aniqlovchilardan foydalanishga asoslangan.

Kramer usulidan tenglamalar va ulardagi o'zgaruvchilar teng miqdorda bo'lganda foydalanish mumkin. Agar tenglamalar tizimining aniqlovchisi nolga teng bo'lmasa (ya'ni  $\Delta \neq 0$ ), Kramer usulidan foydalanish mumkin, nolga teng bo'lsa foydalanib bo'lmaydi. Bundan tashqari Kramer usulidan yagona yechimga ega bo'lgan chiziqli tenglamalar tizimini yechishda ham foydalanish mumkin

**Ta'rif.** Noma'lumlar oldida turgan koeffitsientlardan tuzilgan aniqlovchi, tenglamalar tizimining aniqlovchisi deyiladi va  $\Delta$  (delta) bilan belgilanadi:

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} = a_{11} \cdot a_{22} - a_{21} \cdot a_{12}$$

$\Delta_{x_1}$  va  $\Delta_{x_2}$  aniqlovchilar mos keluvchi ustunlarning ozod hadlar bilan amalshatirish orqali topiladi, ya'ni

$$\Delta_{x_1} = \begin{vmatrix} b_1 & a_{12} \\ b_2 & a_{22} \end{vmatrix} = b_1 \cdot a_{22} - b_2 \cdot a_{12},$$

$$\Delta_{x_2} = \begin{vmatrix} a_{11} & b_1 \\ a_{21} & b_2 \end{vmatrix} = a_{11} \cdot b_2 - a_{21} \cdot b_1.$$

Tenglamalar tizimidagi noma'lumlarni topishning Kramer formulalari quyidagicha:

$$x_1 = \frac{\Delta_{x_1}}{\Delta}, \quad x_2 = \frac{\Delta_{x_2}}{\Delta}.$$



## 6.2. Minitab dasturida ekonometrik model parametrlarini aniqlash

Minitab dasturida quyidagi ko‘rinishdagi juft regressiya modellarini hisoblash mumkin:

1. Chiziqli:  $y = a_0 + a_1x$ .

2. Giperbola:  $y = a_0 + a_1 \frac{1}{x}$ .

3. Darajali:  $y = a_0 \cdot x^{a_1}$ .

4. Logarifmik:  $y = a_0 + a_1 \ln x$ .

5.  $n$ -tartibli parabola modeli:  $y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots$

6. Trigonometrik model:  $y = a_0 + \sum_{k=1}^m (a_k \cdot \cos kx + b_k \cdot \sin kx)$ .

Regressiya tahlilining mohiyati regressiya tenglamalarining noma'lum parametrlarini  $(a_0, a_1, \dots, a_n)$  aniqlashdan iborat. Buning uchun eng kichik kvadratlar usuli (EKKU) qo'llaniladi.

Shubhasiz, regressiya modeli qanchalik murakkab bo'lsa, ya'ni. u qancha parametrlarni o'z ichiga olsa, natija shunchalik aniq bo'ladi. Parametrlar sonining ko'payishi bilan approksimatsiyaning aniqligi oshadi, ammo dispersiyalarning ko'payishi natijasida modelning ahamiyati pasayadi:

$$S_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - m}, \quad (6.6)$$

bu yerda  $n$ -kuzatuvlar soni,  $m$ -modeldagi parametrlar soni.

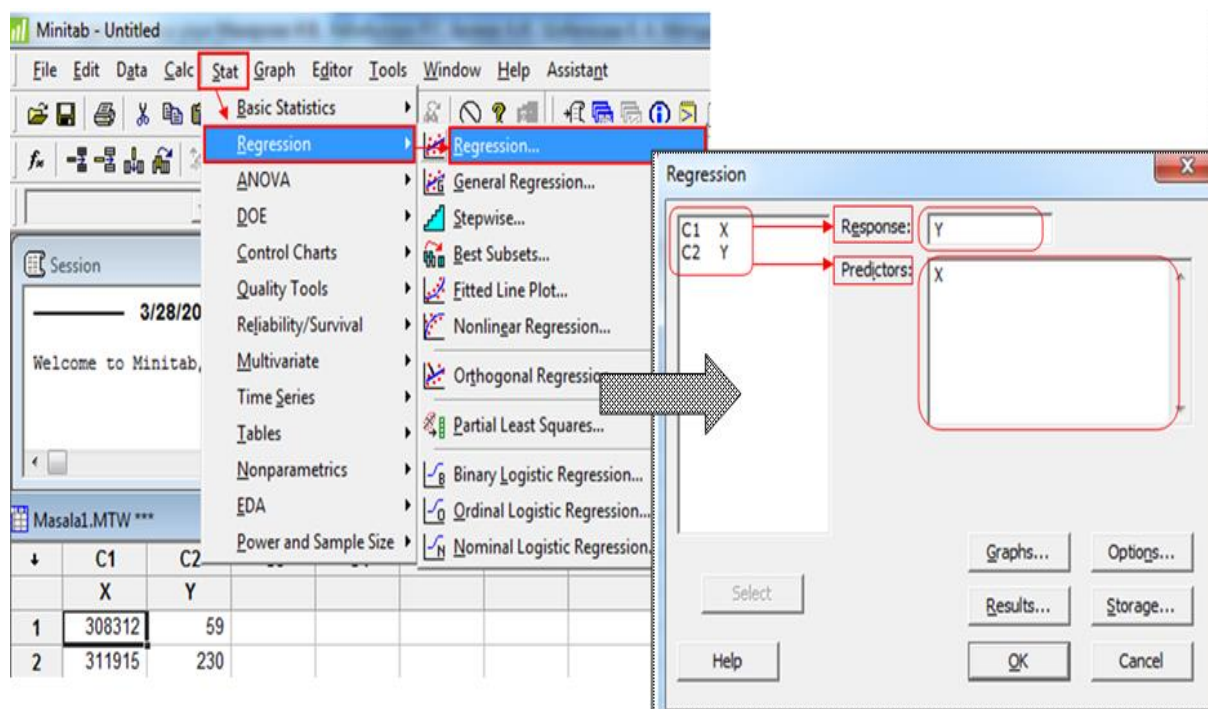
Determinatsiya koeffitsienti - bu natijaviy omil  $y$  necha foizga modelga kiritilgan omillarga bog'liqligini ko'rsatadi va quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}, \quad (6.7)$$

Minitab dasturi regressiya tahlili yoki ekonometrik model tuzish tartibi quyidagicha. Avvalo ma'lumotlar dasturga kiritilishi lozim, yoki avvaldan kiritilgan ma'lumotli fayl bilan ishlash mumkin.

Quyidagi ma'lumotlarni Minitab dasturiga kiritamiz: S1 ustunga servis xizmatlari (n/s) (X omili) va S2 ustunga foydalanilgan ehtiyot qismlar miqdori (dona) (natijaviy omil Y).

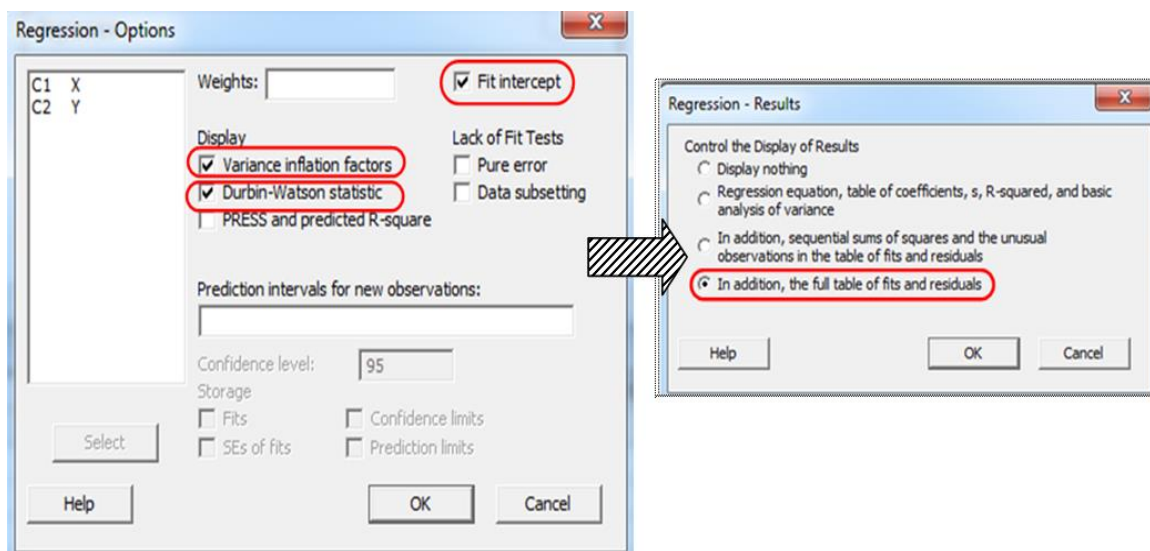
Minitab dasturida chiziqli ekonometrik model tuzish uchun quyidagi buyruqni tanlash kerak: **Stat – Regression – Regression...** Paydo bo'lgan oynada natijaviy omil Y (**Response**) tanlash kerak va ta'sir etuvchi omillar  $X_i$  lar (**Predictors**) ro'yxatini aniqlash kerak (6.2-rasm).



**6.2-rasm.** Minitab dasturida chiziqli ekonometrik model tuzish instrumenti

Qanday parametrlar hisoblanishi zarurligini aniqlash uchun **Options** knopkasini bosish kerak. Keyin «**Variance inflation factors**» qatoriga bayroqcha o'rnatish kerak, so'ngra esa tahlil uchun tanlangan omillar o'rtasida korrelyatsion aloqalar mavjudligi to'g'risidagi axborotga ega bo'lish mumkin. Darbin-Uotson mezonini qiymatini hisoblash zarur bo'lsa, «**Durbin-Watson statistic**» qatoriga bayroqcha o'rnatish zarur (6.3-rasm).





**6.3-rasm.** Minitab dasturida chiziqli ekonometrik modelni sozlash

«**Results...**», knopkasini bosib, ekranga chiqarilayotgan natijani sozlash mumkin. Ushbu oynaning opsiyalari talqini quyidagi 6.1-jadvalda keltirilgan.

6.1-javdal

Natijalarni ekranga chiqarish variantlari

<b>Optsiya</b>	<b>Tavsifi</b>
Display nothing	Ekranga hech qanday axborot chiqarilmaydi. Natijalarni saqlash imkoniyati qoladi.
Regression equation, table of coefficients, S, R-squared, and basic analysis of variance	Ekranga regressiya tenglamasi, olingan parametrlar jadvali, S va R <sup>2</sup> hamda asosiy dispersion tahlil chiqariladi.
In addition, sequential sums of squares and the unusual observations in the table of fits and residuals	Yuqorida keltirilganlarga qo‘shimcha ketma-ket kvadratlar yig‘indisi, qo‘shiladi, tenglama to‘liq va hisoblangan parametrlar baholarining ahamiyatligi tekshiriladi.
In addition, the full table of fits and residuals	Yuqorida keltirilganlarga qo‘shimcha ketma-ket model qiymatlarining jadvali va haqiqiy qiymatlarning hisoblangan qiymatlardan chetlanishi qiymatlari keltiriladi.

Barcha zarur ko‘rsatkichlarni sozlagandan so‘ng OK knopkasi bosiladi. Chiziqli ekonometrik modelni tuzish bo‘yicha natijalar **Session** oynasiga chiqariladi (6.4-rasm).

## Regression Analysis: Y versus X

The regression equation is  
 $Y = -34.8 + 0.000698 X$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	-34.84	22.33	-1.56	0.134	
X	0.00069812	0.00001936	36.06	0.000	1.000

S = 46.7339 R-Sq = 98.4% R-Sq(adj) = 98.3%

### Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	2840032	2840032	1300.35	0.000
Residual Error	21	45865	2184		
Total	22	2885897			

Obs	X	Y	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
1	308312	59.00	180.40	17.16	-121.40	-2.79R
2	311915	230.00	182.92	17.10	47.08	1.08
3	429497	251.00	265.00	15.29	-14.00	-0.32
4	400008	291.00	244.42	15.73	46.58	1.06
5	536698	324.00	339.84	13.75	-15.84	-0.35
6	622305	367.00	399.61	12.64	-32.61	-0.72
7	636352	383.00	409.41	12.46	-26.41	-0.59
8	712022	434.00	462.24	11.61	-28.24	-0.62
9	733062	469.00	476.93	11.39	-7.93	-0.17
10	839962	600.00	551.56	10.47	48.44	1.06
11	819432	612.00	537.23	10.62	74.77	1.64
12	932459	628.00	616.13	9.96	11.87	0.26
13	1136069	776.00	758.28	9.93	17.72	0.39
14	1222281	785.00	818.46	10.38	-33.46	-0.73
15	1210338	873.00	810.13	10.30	62.87	1.38
16	1309182	940.00	879.13	11.07	60.87	1.34
17	1436081	969.00	967.72	12.43	1.28	0.03
18	1535398	1044.00	1037.06	13.70	6.94	0.16
19	1615135	1099.00	1092.72	14.83	6.28	0.14
20	1733451	1114.00	1175.32	16.62	-61.32	-1.40
21	1711667	1180.00	1160.11	16.28	19.89	0.45
22	1848742	1213.00	1255.81	18.48	-42.81	-1.00
23	1829776	1222.00	1242.57	18.17	-20.57	-0.48

R denotes an observation with a large standardized residual.  
 Durbin-Watson statistic = 1.73034

## 6.4-rasm. Minitab dasturida chiziqli ekonometrik model tuzish natijalari

6.4-rasmda «**The regression equation is**» bo‘limida chiziqli ekonometrik model ko‘rsatilgan ( $\hat{Y} = -34,8 + 0,000698 \cdot X$ ). Ushbu tenglamada chiziqli ekonometrik model ikkita parametrining qiymatlari keltirilgan:  $a_0 = -34,8$  va  $a_1 = 0,000698$ . Keyinchalik, olingan parametrlarning ahamiyati baholanadi. Demak, Styudentning  $t$ -mezoni hisoblangan qiymati  $a_0$  parametr uchun (**Predictor** ustunida u **Constant**

nomiga ega) -1,56 ga teng ( $T$  ustuni),  $a_1$  parametr uchun esa (**Predictor** ustunida u  $X$  oldidagi koeffitsient sifatida belgilangan) 36,6 ga teng. Styudentning  $t$ -mezonidan o'ngda joylashgan  $p$  qiymatdan foydalanib, ushbu ikki koeffitsientning ahamiyatligini aniqlash mumkin. Chunki, ikkita parametrning  $p$  bo'yicha qiymati  $\alpha=0,05$  dan kichik bo'lganligi uchun, chiziqli ekonometrik modelning  $a_0$  va  $a_1$  parametrlarining ishonchliligi to'g'risidagi gipoteza qabul qilinadi.

«**Analysis of Variance**» bo'limida dispersiyalar yig'indisi va butun chiziqli ekonometrik modelning ahamiyatligi hisoblanadi. Har bir ustunning mohiyati quyidagi 6.2-javdalda keltirilgan.

6.2-jadval

Ekonometrik modelning hisoblangan xarakteristikalarini tavsifi

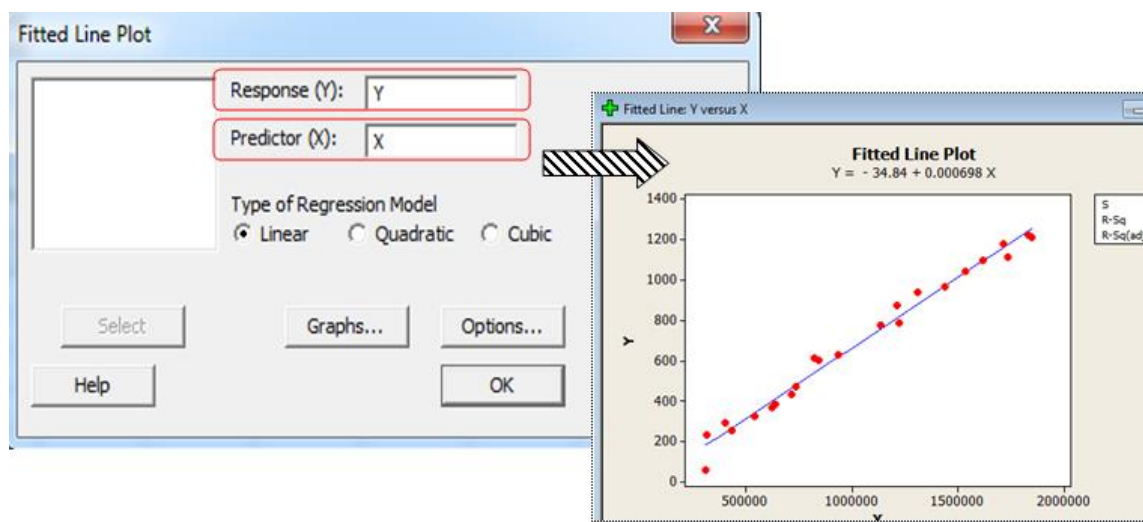
<b>Minitab dasturida belgilanishi</b>	<b>Hisoblangan xarakteristika tavsifi</b>
Source	Model qiymatlari dispersiyasi, qoldiqlar dispersiyasi yoki umumiy dispersiyaning qaysi biri hisoblanayotganligini ko'rsatadi
DF	Ozodlik darajalari sonini ko'rsatadi. $n-1$ ko'rinishida hisoblanadi, bu yerda model qiymatlari dispersiyasi uchun $n$ - model parametrlari soni, qoldiqlar dispersiyasi uchun - kuzatuvlar soni.
SS	$S_{qoldiq}^2 = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2$ kvadratlari yig'indisi
MS	$S_{haqiqiy}^2 = \sum (y_i - \bar{y})^2$ kvadratlari yig'indisi
F	Ekonometrik modelning ahamiyatligini tekshirish uchun Fisherning F-mezeni
P	Ekonometrik model parametrlari ishonchliligini aniqlash uchun son. Agar $p$ soni $\alpha=0,05$ dan kichik bo'lsa, hisoblangan chiziqli ekonometrik model ahamiyatli deb ataladi.

Ushbu parametrlar ostida  $Y$  ning haqiqiy va hisoblangan qiymatlari (mos ravishda  $Y$  va **Fit** ustunlari), chetlanish  $e_i = y_i - \hat{y}_i$  (**Residual** ustuni) va Darbin-Uotson statistikasi keltirilgan. Tuzilgan modelning adekvatligi avtokorrelyatsiyaning mavjud bo'lmaganligi

bilan aniqlanadi. Buning uchun Darbin-Uotson statistikasining hisoblangan qiymati  $d_1$  va  $d_2$  ning jadval qiymatlari bilan taqqoslanadi.

Biz yechgan masalada kuzatuvlar soni  $n=24$  ta, modeldagi parametrlar soni  $m=2$  ga teng. Javdal bo'yicha Darbin-Uotson mezonlarining qiymatlari quyidagiga teng:  $d_1=1,19$  va  $d_2=1,55$ . Misolimizda Darbin-Uotson mezonining hisoblangan qiymati  $d=1,73034$  ga teng. Bundan esa shunday xulosaga kelish mumkin: avtokorrelyatsiya mavjud emasligi to'g'risida gipoteza qabul qilinadi.

Chiziqli ekonometrik modelning haqiqiy va hisoblangan qiymatlari bo'yicha grafik tuzish uchun **Stat – Regression – Fitted Line Plot...** buyrug'ini tanlash kerak, keyin esa **Response (Y)** o'zgaruvchi va **Predictor (X)** o'zgaruvchini hamda regressiya tenglamasi ko'rinishini (**Linear**) tanlash lozim. OK knopkasi bosilgandan so'ng Minitab dasturi ekranga **Fitted Line Plot (Tekislangan chiziq grafigi)** grafigini chiqaradi (6.5-rasm).



**6.5-rasm.** Chiziqli ekonometrik model grafigi

### **6.3. Gretl dasturida ekonometrik modelni baholash**

Gretl dasturi juft va ko'p omilli ekonometrik modellarni tuzish va ularni baholashga imkon beradi.

Quyida Evropa Ittifoqi davlatlarining 1970 yil 1-chorakdan 2017 yil 4-chorakkacha bo'lgan makroiqtisodiy indikatorlari keltirilgan (6.3-jadval).

### 6.3-jadval

#### Evropa Ittifoqi davlatlarining 1970 yil 1-chorakdan 2017 yil 4-chorakkacha bo'lgan makroiqtisodiy indikatorlari dinamikasi

Yillar va choraklar	YaIM, bozor narxlarida, (YER)	Xususiy iste'mol, (PCR)	Davlat iste'moli, (GCR)	Asosiy kapitalning qiymati, (ITR)	Tovarlar va xizmatlar eksporti, (XTR)	Tovarlar va xizmatlar importi, (MTR)
1970:1	738304	410134	131523	191787	102187	105442
1970:2	752496	415238	133852	203176	104810	108065
1970:3	761562	420219	135792	206267	107219	111736
1970:4	770787	428379	138028	205426	108677	112040
1971:1	769439	431329	138489	204324	110887	113888
1971:2	779296	437729	140987	209724	110806	113052
1971:3	791450	441548	142512	210715	116108	116293
1971:4	797745	446639	143574	213342	116127	117349
1972:1	809566	454243	146031	215876	121330	123102
1972:2	815017	456240	146856	218907	122619	126291
1972:3	826161	464471	148368	221900	124194	128660
1972:4	838255	469164	150024	227176	130179	133047
1973:1	854393	478985	152885	231956	131045	135485
1973:2	864753	483873	153697	232184	137679	139338
1973:3	876628	486370	154281	233452	139662	144664
1973:4	886206	491202	156765	234164	139533	146402
1974:1	894980	491711	159242	233362	147355	145231
1974:2	896600	496361	160760	227160	144091	144838
1974:3	902708	499582	162072	227373	148882	149124
1974:4	888324	494775	163699	220683	144143	138389
1975:1	880033	498025	165632	217553	140847	131994
1975:2	884577	505042	167725	214554	140654	134263
1975:3	892479	511189	170407	215369	142417	138309
1975:4	901909	518128	171202	218855	145111	142976
1976:1	916635	524890	172196	218867	150856	148801
1976:2	928423	528623	173834	219542	154351	151652
1976:3	936239	532721	175781	218999	156849	153761
1976:4	951276	538687	176996	224284	161464	157064
1977:1	955198	539920	177556	226970	161511	153511
1977:2	956485	546948	178369	223799	165309	155109
1977:3	957236	551311	180696	224980	166633	157242
1977:4	968686	556834	183582	227760	171855	157747
1978:1	974915	558540	184639	228480	171112	154489

1978:2	986039	564664	186195	230942	175496	159555
1978:3	990657	568885	188487	231264	179089	164329
1978:4	1002455	575291	190260	233340	180874	169864
1979:1	1007575	579272	191898	229918	185639	170756
1979:2	1023716	590296	193588	238968	186557	177382
1979:3	1028938	588095	194955	240490	191637	180937
1979:4	1038711	594092	195937	244267	192590	183884
1980:1	1048515	599498	197704	246865	198776	188800
1980:2	1043591	595832	199996	242719	190103	183720
1980:3	1042996	600147	201306	241779	187911	185141
1980:4	1043486	599817	202082	239649	189377	181844
1981:1	1044493	599390	207043	237278	192887	181855
1981:2	1047622	598695	205255	236957	201188	181915
1981:3	1050512	600701	206708	235290	209299	182559
1981:4	1052977	603759	207326	229994	206837	182337
1982:1	1057329	606291	210756	230115	207295	186692
1982:2	1058751	604488	210642	229924	204966	185443
1982:3	1053104	601174	211404	227686	202272	183555
1982:4	1053556	605306	211997	225971	206400	182244
1983:1	1060571	608755	214464	227802	208018	182385
1983:2	1067510	608736	214757	227962	210458	184271
1983:3	1070284	607655	215451	228623	213094	184573
1983:4	1081989	612810	216823	226731	217055	186906
1984:1	1091285	618287	217429	228242	228600	191761
1984:2	1086128	616245	218712	222859	224896	191818
1984:3	1097326	617438	219677	225868	232112	195223
1984:4	1102941	618490	221611	227770	235540	196606
1985:1	1105420	623900	222866	225154	239297	201073
1985:2	1115968	628069	224242	228784	238048	200399
1985:3	1125414	633925	225819	233533	240831	205004
1985:4	1132124	638595	227863	236313	241172	205602
1986:1	1128262	640792	228607	234019	237433	206358
1986:2	1148949	652370	230591	240215	241634	214136
1986:3	1154786	657157	232022	243656	242805	219601
1986:4	1157645	662157	233647	245817	241154	220151
1987:1	1152090	663326	235884	241772	239982	225262
1987:2	1171499	674797	238050	249818	243560	230763
1987:3	1184080	680603	239568	255610	255707	240093
1987:4	1199174	689169	241680	259467	255726	244970
1988:1	1205795	689533	243289	263653	250509	242843
1988:2	1216880	693347	244167	268634	263785	251547

1988:3	1231952	703335	245219	273157	267997	260417
1988:4	1243346	708594	247345	278116	274913	265360
1989:1	1257951	715424	246683	285296	278940	271810
1989:2	1269909	719892	248568	288125	290216	280015
1989:3	1277503	728235	249706	290148	285723	279031
1989:4	1290815	735784	249747	296973	290562	287634
1990:1	1308315	741799	253672	305774	300060	296086
1990:2	1314290	746560	255627	304029	300130	299809
1990:3	1326479	749055	256971	305079	310991	304648
1990:4	1333985	755659	258531	307378	321692	314354
1991:1	1343204	763960	260010	307383	318283	316651
1991:2	1347194	770513	263975	308066	316434	318104
1991:3	1346821	767967	267686	307574	323208	323112
1991:4	1359630	778800	270783	311711	328845	322406
1992:1	1380154	783518	272415	317316	333592	332154
1992:2	1369619	784408	272668	312656	331519	330989
1992:3	1365784	782985	275041	306639	331416	328831
1992:4	1363053	789441	276576	304043	330792	328064
1993:1	1353765	776290	276931	295464	330130	315381
1993:2	1354770	776157	278406	290822	329287	314238
1993:3	1360387	778662	278706	291222	333837	316759
1993:4	1363949	783047	279391	288404	343029	319549
1994:1	1376588	783639	281441	291349	352026	327576
1994:2	1385161	785897	281166	296073	360493	337047
1994:3	1394489	791609	281377	299249	366312	347391
1994:4	1405554	795216	283247	306642	377198	358973
1995:1	1413188	798733	279503	302419	389873	364028
1995:2	1421597	807939	281894	305282	395068	370435
1995:3	1425746	807247	283629	304960	390281	371568
1995:4	1429792	808131	285129	307929	397591	377986
1996:1	1431765	814636	284916	301036	404512	380231
1996:2	1441824	817171	286828	312545	406446	380924
1996:3	1451125	822325	289105	314404	413563	385693
1996:4	1457318	823308	289511	314766	426048	396609
1997:1	1460628	826057	289839	312171	436771	405704
1997:2	1479494	833174	291802	317917	452935	417923
1997:3	1490655	835158	292030	319172	469400	430005
1997:4	1506955	845124	291103	326254	476101	439939
1998:1	1516420	850580	294127	332879	486398	456093
1998:2	1522618	856010	295526	333576	492544	462094
1998:3	1531207	863891	296462	339628	494549	469477

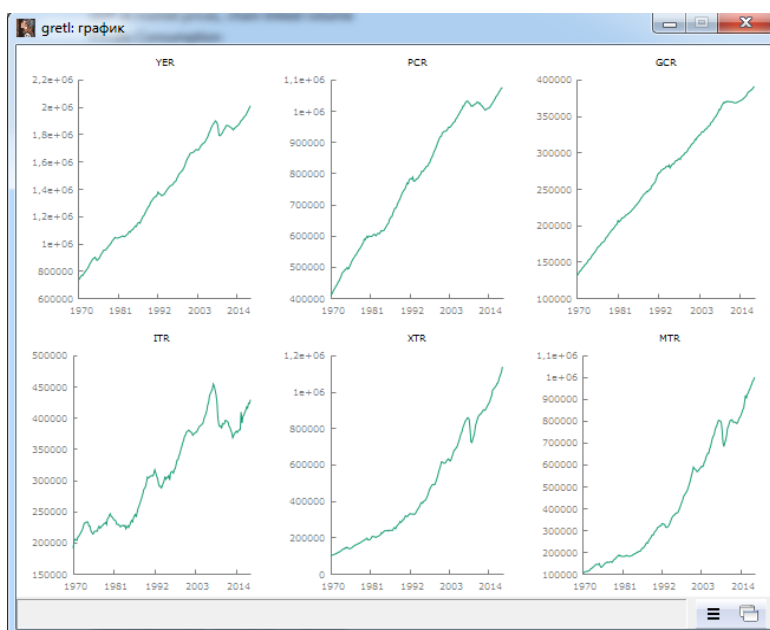
1998:4	1535370	871828	297607	342901	491474	475498
1999:1	1548726	877510	299936	349383	495864	483280
1999:2	1559053	883766	300298	354344	510930	494271
1999:3	1576264	892321	301522	360389	525598	507386
1999:4	1596372	900458	303418	363879	541869	520730
2000:1	1614269	907468	306086	370449	563594	537417
2000:2	1628951	915028	306944	373071	580033	555378
2000:3	1637433	919142	309128	377390	594843	571575
2000:4	1650662	920336	311192	378366	617162	590408
2001:1	1664279	929783	312681	380796	617793	582719
2001:2	1666840	932767	313618	380579	612146	580840
2001:3	1668134	935629	314698	378788	609937	575866
2001:4	1671836	935616	318535	377585	610469	569720
2002:1	1673672	937067	318042	376468	615448	571103
2002:2	1682210	938459	320876	372721	625332	579069
2002:3	1688883	943386	322083	374574	630005	582109
2002:4	1691733	949027	323929	376243	634257	589408
2003:1	1687211	948174	324361	377506	624922	594525
2003:2	1688155	949874	325792	377607	622233	592018
2003:3	1696661	954282	328335	380598	632419	595941
2003:4	1709820	956772	329182	384105	647843	611404
2004:1	1719629	963285	328826	386549	662448	619563
2004:2	1728739	965477	330497	387629	681554	635506
2004:3	1733809	966917	332461	389277	683335	644561
2004:4	1740447	975025	332768	390468	691822	654440
2005:1	1743370	977680	334052	392203	695861	653956
2005:2	1755274	983122	336176	399071	708254	672544
2005:3	1768145	988763	337117	403073	724985	684173
2005:4	1778991	993374	337817	407129	737982	701646
2006:1	1794919	998678	341160	411676	758399	719872
2006:2	1814118	1004393	342531	421425	774000	731332
2006:3	1825812	1006867	343429	425379	783193	737009
2006:4	1846248	1016591	345952	436286	807080	759389
2007:1	1860063	1016491	347955	439734	818440	772309
2007:2	1872241	1024005	349797	443276	832080	779591
2007:3	1881235	1027483	350978	446335	844542	794088
2007:4	1890917	1032112	353885	454652	849525	804525
2008:1	1901404	1033031	355721	451041	859680	803051
2008:2	1894334	1029987	359518	445232	859041	801698
2008:3	1883495	1026041	359074	437965	848726	794992
2008:4	1851602	1023057	362155	426032	796490	757546



2009:1	1796589	1016677	365639	400024	727744	700991
2009:2	1792073	1017368	367217	389877	723716	684668
2009:3	1797689	1016275	369421	386743	741902	702945
2009:4	1807708	1020253	368676	387628	759850	715373
2010:1	1815278	1021571	370462	383640	778398	735666
2010:2	1832008	1023918	369880	391346	816407	769165
2010:3	1840303	1025513	370780	390461	831480	777058
2010:4	1851422	1030158	370805	391013	850040	792152
2011:1	1866870	1029094	369791	396653	866570	804517
2011:2	1866948	1024485	370385	396078	871840	805572
2011:3	1867091	1025704	370066	394525	879350	807275
2011:4	1861648	1019956	370330	393803	880240	796344
2012:1	1858824	1018526	369408	387151	888896	796912
2012:2	1852397	1013832	368954	385053	895694	795320
2012:3	1849775	1011522	368779	380738	903397	795782
2012:4	1842007	1006472	368713	376394	900714	790047
2013:1	1835848	1003604	369275	368767	902028	792720
2013:2	1844814	1005809	369908	372485	912802	802198
2013:3	1851080	1008487	370570	375382	921469	813779
2013:4	1855831	1009624	371256	377532	932144	819848
2014:1	1863829	1010143	371727	379317	940498	827993
2014:2	1866882	1013016	372372	377191	949945	839454
2014:3	1874509	1017547	373574	379420	967297	852966
2014:4	1883167	1022614	374159	381544	980049	860866
2015:1	1897820	1026642	375882	381547	1011171	887397
2015:2	1904626	1031468	376848	409958	1017956	918403
2015:3	1911551	1035907	378390	392199	1020425	905142
2015:4	1919630	1040917	380074	402913	1029855	923688
2016:1	1931003	1047582	383041	404851	1035269	929723
2016:2	1936446	1050751	384064	409211	1047667	941578
2016:3	1943524	1054460	384871	412969	1051299	948012
2016:4	1958592	1060904	386098	418057	1067338	962417
2017:1	1970469	1064738	386448	415990	1084624	968635
2017:2	1984528	1069921	388233	424221	1096740	983193
2017:3	1998858	1074034	390116	423643	1112994	988098
2017:4	2012519	1076214	391122	429635	1139177	1001591

Keltirilgan omilar bo‘yicha GRETL dasturida ko‘p omilli ekonometrik model tuzamiz.

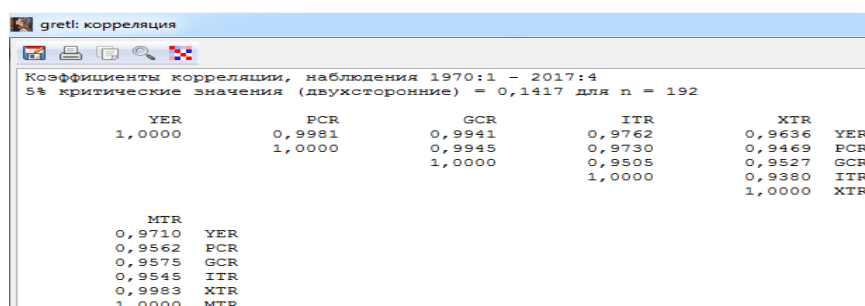
Vaqtli qatorlarning grafigini tuzamiz (6.6-rasm).



**6.6-rasm.** Ko‘p omilli ekonometrik modelga kiruvchi omillar grafiklari

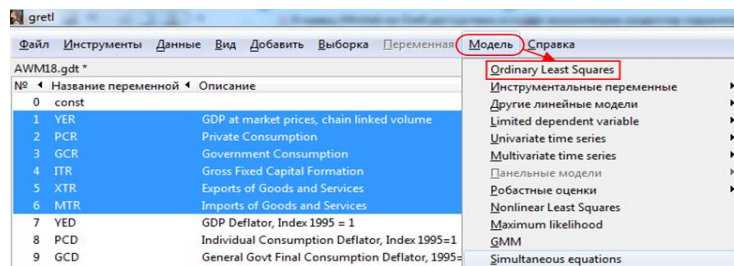
6.6-rasmda ko‘rish mumkin barcha omillar o‘shish tendentsiyasiga ega.

Omillar o‘rtasida korrelyatsion tahlil o‘tkazamiz. Natijalar quyidagi 6.7-rasmda keltirilgan.



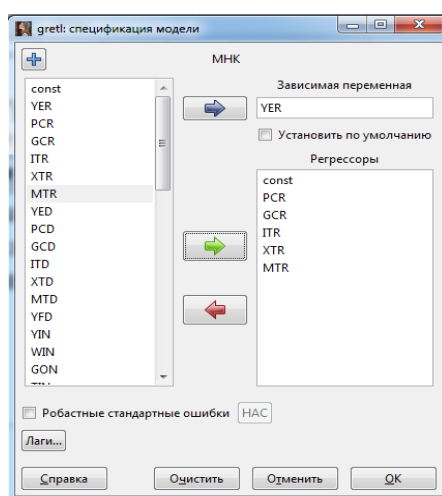
**6.7-rasm.** Omillar orasida korrelyatsion bog‘lanishlar matritsasi

Matritsa tahlil qilingandan keyin ko‘p omilli ekonometrik model tuzish mumkin bo‘ladi. Barcha omillarni saqlagan holda ko‘p omilli ekonometrik model tuzamiz. Buning uchun **Model** menyusidan **Ordinary Least Squares** (Eng kichik kvadratlar usuli) ni tanlaymiz (6.8-rasm).



**6.8-rasm.** Ko‘p omilli ekonometrik modelni baholash uchun eng kichik kvadratlar usulini tanlash

So‘ngra natijaviy o‘zgaruvchi ( $Y$ ) va unga ta’sir etuvchi omillar tanlanishi lozim (6.9-rasm).



**6.9-rasm.** Ko‘p omilli ekonometrik modelning natijaviy omili ( $Y$ ) va ta’sir etuvchi omillarini ( $X_i$ ) tanlash

Ko‘p omilli ekonometrik modelning natijaviy omili ( $Y$ ) va ta’sir etuvchi omillari ( $X_i$ ) tanlangandan keyin OK knopkasi bosilgan keyin quyidagi hisoblangan natijalar ekranga chiqariladi (6.10-rasm).

	Коэффициент	Ст. ошибка	t-статистика	P-значение
const	-12269,4	6735,42	-1,822	0,0701 *
PCR	1,11198	0,0511100	21,76	5,31e-053 ***
GCR	0,723700	0,108596	6,664	2,93e-010 ***
ITR	0,993877	0,0655573	15,16	2,50e-034 ***
XTR	0,806569	0,0470814	17,13	4,21e-040 ***
MTR	-0,792525	0,0603851	-13,12	2,81e-028 ***

Среднее зав. перемен	1397502	Ст. откл. зав. перемен	377057,6
Сумма кв. остатков	6,27e+09	Ст. ошибка модели	5805,478
R-квадрат	0,999769	Испр. R-квадрат	0,999763
F(5, 186)	161102,6	P-значение (F)	0,000000
Лог. правдоподобие	-1933,367	Крит. Акаике	3878,735
Крит. Шварца	3898,280	Крит. Хеннана-Куинна	3886,650
Параметр rho	0,714790	Стат. Дарбина-Вотсона	0,558293

**6.10-rasm.** Ko‘p omilli ekonometrik modelning hisoblangan parametrlari

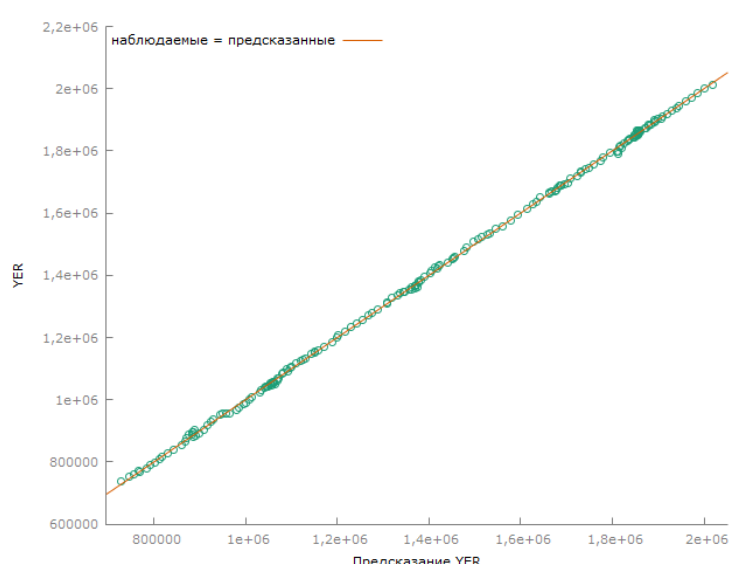
Natijalardan qaraydigan bo‘lsak, 1970 yil 1-chorakdan 2017 yil 4-chorak bo‘yicha ma’lumotlari asosida (kuzatuvlar soni  $n=192$ ) tuzilgan chiziqli ko‘p omilli ekonometrik model quyidagi ko‘rinishga ega:

$$YER = -12269,4 + 1,11198 \cdot PCR + 0,7237 \cdot GCR + 0,9938 \cdot ITR + 0,8065 \cdot XTR - 0,7925 \cdot MTR$$

Determinatsiya koeffitsienti  $R^2 = 0,999769$ , ya’ni natijaviy ko‘rsatkich 99,97 foizga ko‘p omilli ekonometrik modelga kiritilgan omillarga bog‘liq ekan.

Ko‘p omilli ekonometrik model parametrlarini tahlil qilsak, barcha ta’sir etuvchi omillarning  $t$ -qiymati ( $p$ -значеніе) 5,0 foizdan kichik ekan. Bu esa ko‘p omilli ekonometrik model parametrlarining ishonchliligidan dalolat beradi.

Natijaviy ko‘rsatkichning haqiqiy qiymatlari va hisoblangan qiymatlari grafigi quyidagi 6.11-rasmda keltirilgan.



**6.11-rasm.** Natijaviy omilning haqiqiy va hisoblangan qiymatlari grafigi

### Nazorat savollari

1. Ekonometrik modellashtirishda parametrlashtirish bosqichining mohiyatini tushuntirib bering.
2. Eng kichik kvadratlar usulining matematik va grafik usullarining mohiyatini tushuntirib bering.
3. Regressiya tenglamasi parametrlarini topish formulalarini keltirib chiqaring
4. Normal tenglamalar tizimini yechishda Kramer usulini tushuntirib bering.
5. Determinatsiya koeffitsientini hisoblash formulasini va uning iqtisodiy ma'nosini tushuntirib bering.
6. Minitab dasturida ekonometrik modelga kiritiladigan omillar qanday tanlanadi?
7. Ekonometrik model natijaliri Minitab dasturining qaysi qismida namoyon etiladi?
8. Ekonometrik model natijalir bo'yicha  $p$ -qiymat ( $p$ -значение) nimani ko'rsatadi?
9. Gretl dasturida chiziqli ekonometrik model tuzish jarayonini tushuntirib bering.
10. Hisoblangan natijaviy ko'rsatkich haqiqiy jarayonga mos kelishini qanday aniqlash mumkin.

## VII bob. VAQTLI QATORLARNI EKONOMETRIK MODELLASHTIRISHDA EViews VA STATA DASTURLARINI QO‘LLASH

**7.1. Vaqtli qatorlar to‘g‘risida umumiy tushunchalar va turlari.**

**7.2. Vaqtli qatorlarni qayta ishlashda Eviews dasturining imkoniyatlari.**

**7.3. Vaqtli qatorlar ma‘lumotlari asosida ekonometrik modellar tuzishda Stata dasturini qo‘llash.**

### **7.1. Vaqtli qatorlar to‘g‘risida umumiy tushunchalar va turlari**

Ma‘lum bir davrdagi turli ijtimoiy-iqtisodiy hodisalarni vaqt bo‘yicha (dinamikada) xarakteristikalarini ifodalash va tahlili qilish uchun bu jarayonlarni xarakterlovchi ko‘rsatkichlar va usullardan foydalaniladi.

Adabiyotlarda dinamik qator va vaqtli qator tushunchalaridan foydalaniladi. “Dinamik qatorlar” tushunchasi bir muncha tor ma‘noda – belgining o‘shishga (pasayishga) ma‘lum bir tendentsiyasi bor bo‘lgan, yo‘naltirilgan o‘zgarishi sifatida talqin etiladi. Vaqtli qator tushunchasi ostida albatta ma‘lum bir tendensiyaga ega bo‘lishi shart bo‘lmagan, ya‘ni qandaydir ko‘rsatkichni darajasini statistik ketma-ketligi ko‘rinishida bo‘lgan qatorlar darajasi tushuniladi. Shunday qilib, “vaqtli qator”- bir muncha umumiy tushunchadir. Bunday qator qandaydir ko‘rsatkichni ham dinamik, ham statsionar tashkil etuvchilar darajalari ketma-ketligini o‘z ichiga oladi. Ammo, adabiyotlarda ko‘pincha “dinamik qator”, yoki “qator dinamikasi” atamasi qo‘llaniladi.

**Dinamik qator** - ketma-ket (xronologik tartibda) joylashgan statistik ko‘rsatkichlar qatori, ularning o‘zgarishi o‘rganilayotgan hodisani ma‘lum bir rivojlanish tendensiyaga egaligi ko‘rsatadi. Dinamik qator lag tashkil etuvchisini o‘z ichiga oladi.

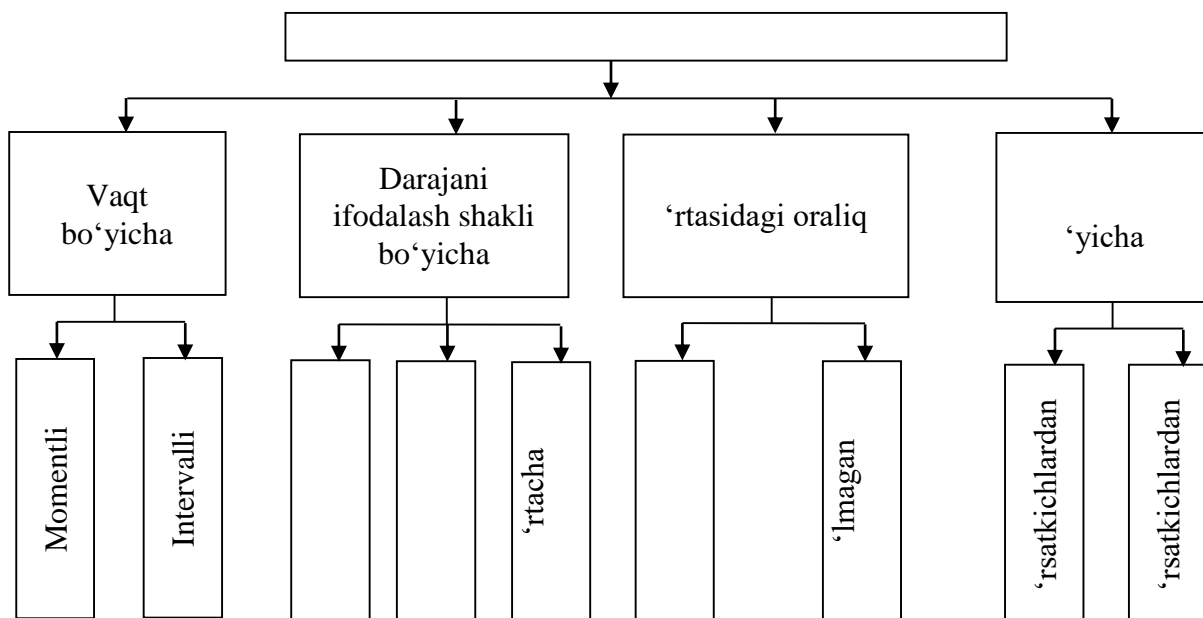
**Vaqtli qator** - vaqt bo‘yicha ketma-ket tartibda joylashgan sonli ko‘rsatkichlar qatori bo‘lib, ular hodisa yoki jarayonni holati darajasi va o‘zgarishini xarakterlaydi.

**Vaqtli qatorning asosiy elementlari:**

- Vaqt ko‘rsatkichi -  $t$ ;

- Qator darajasi - *u*.

Vaqt ko'rsatkichidan bog'langan holda vaqtli qatorlar momentli (ma'lum bir sanaga) va intervalliga (ma'lum bir davr ichida) tasniflanadi (klassifikatsiyalanadi) (7.1-rasm.)



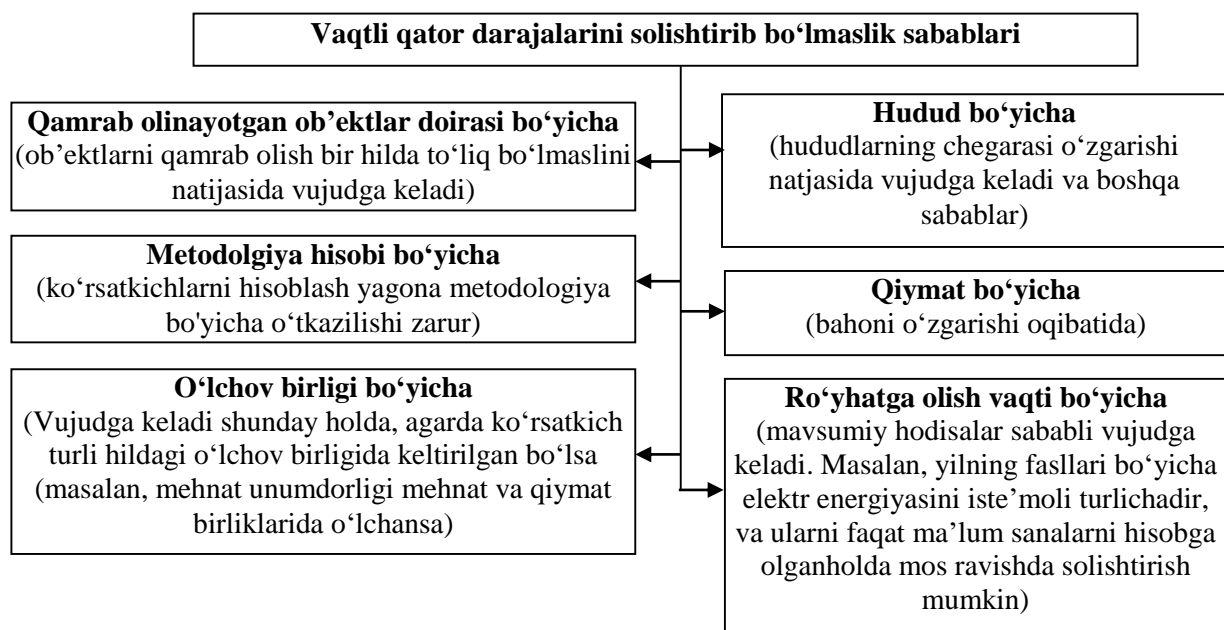
7.1-rasm. Vaqtli qatorlarni tasnifi

### Vaqtli qatorlar turlari:

- Momentli (ma'lum bir sanaga);
- Intervalli (ma'lum bir davr ichida).

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

Vaqtli qatorlarni tuzishda ma'lum qoidalarga rioya qilish kerak (talablarga), ular ma'lum bir shartlarni bajarmaslik oqibatida yuzaga kelishi mumkin, bu esa qatorni solishtirib bo'lmaydigan holga olib kelishi mumkin (7.2-rasm).



## 7.2-rasm. Vaqtli qator darajalarini solishtirib bo'lmalik sabablari

Vaqtli qatorning umumiy tashkil etuvchi komponentalari:

$$y_t = u_t + \gamma_t + \varepsilon_t \text{ yoki } y_t = u_t * \gamma_t * \varepsilon_t,$$

bu yerda:

$u_t$  – qatorning umumiy tendentsiyasini xarakterlovchi, doimiy (asosiy) komponenta;

$\gamma_t$  – mavsumiy komponenta (yil ichidagi tebranishlar) umumiy ko'rinishda - siklik tashkil etuvchi;

$\varepsilon_t$  – tasodifiy komponenta (tasodifiy chetga chiqish).

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

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

Vaqtli qatorni tashkil etuvchi komponentalarini modellari:

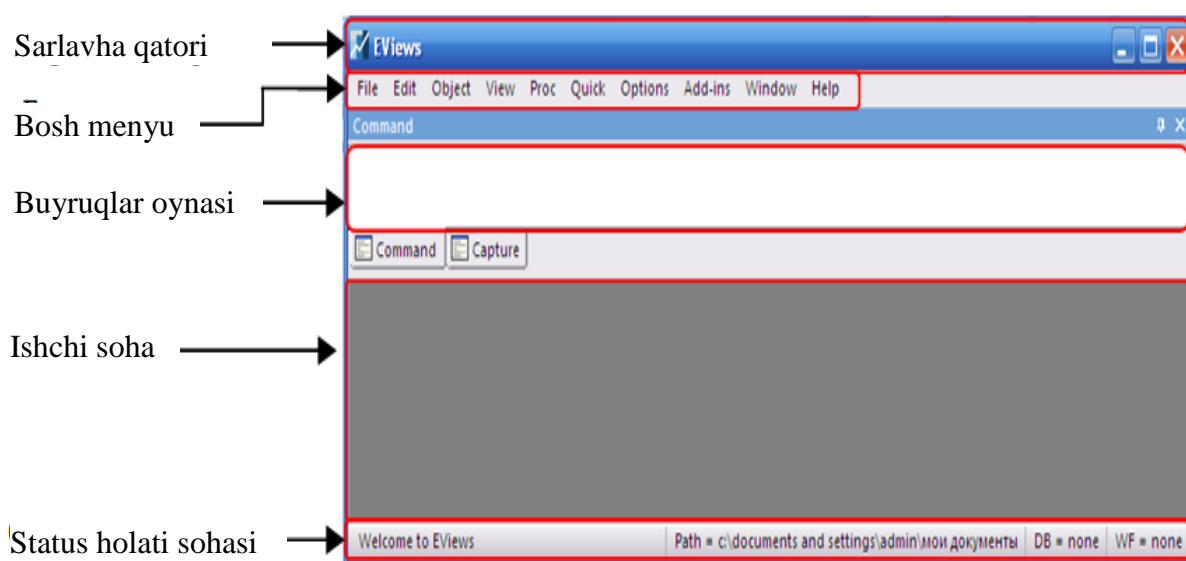
- $y_t = u_t + \gamma_t + \varepsilon_t$  – additiv
- $y_t = u_t \cdot \gamma_t \cdot \varepsilon_t$  – multiplikativ



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

## 7.2. Vaqtli qatorlarni qayta ishlashda Eviews dasturining imkoniyatlari

Eviews dasturi ishga tushirilgandan so‘ng uning oynasi beshta asosiy sohadan iborat (7.3-rasm).



7.3-rasm. Eviews dasturi oynasi

**Sarlavha qatori.** Eviews dasturi oynasidagi eng yuqori qator – Eviews dasturi faol bo‘lganda mazku qator ko‘k rangda ajralib turadi.

**Bosh menyu.** Eviews dasturi oynasidagi keyingi qator – 9 ta turli xil menyudan iborat (**File, Edit, Object, View, Procs, Quick, Options, Window, Help**). Ularni faollashtirish uchun kursorni aniq menyu nomiga keltirish va sichqonchanning chap knopkasini bosish lozim.

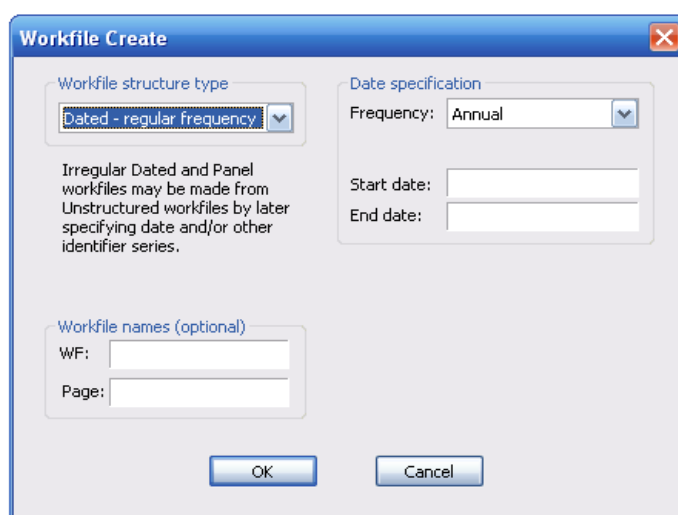
**Buyruqlar oynasi.** Eviews dasturining barcha buyruqlari bir tomondan bosh menyuning elementi sifatida, ikkinchi tomondan buyruqlar qatorida buyruqlarni qo‘lda kiritish orqali faollashtirilishi mumkin. Aniq biror buyruqni bajarilishi uchun uni buyruqlar qatoriga kiritib, Enter klavishasini bosish zarur.

**Ishchi soha.** Ishchi soha Eviews dasturining joriy vaqtda ochilgan turli ob'ektlarini (oy-nalarini) aks ettiradi. Bunday ob'ektlarga, masalan, ishchi fayllar, dasturiy fayllar, aniq vaqtli qatorlar, baholangan tenglamalar va hokazolar kirishi mumkin.

**Status holati sohasi.** Eviews dasturining joriy holatini ko'rsatib turadi.

### **Eviews ishchi faylini yaratish.**

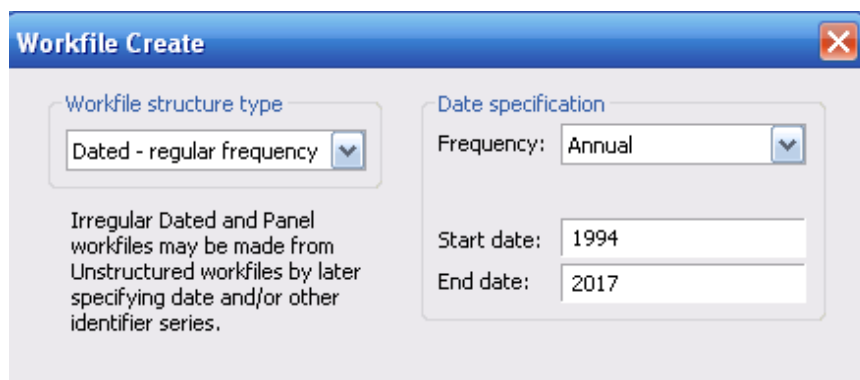
**1-qadam.** Sizdagi ma'lumotlarga ega bo'lgan ishchi faylni yaratish uchun Bosh menyudan quyidagi qatorni tanlash lozim: **File/New/Workfile...** (yoki **ctrl+N** knopkalari birgalikda bosilsa), natijada quyidagi muloqot oynasi ochiladi (7.4-rasm):



**7.4-rasm.** Eviews ishchi faylini yaratish

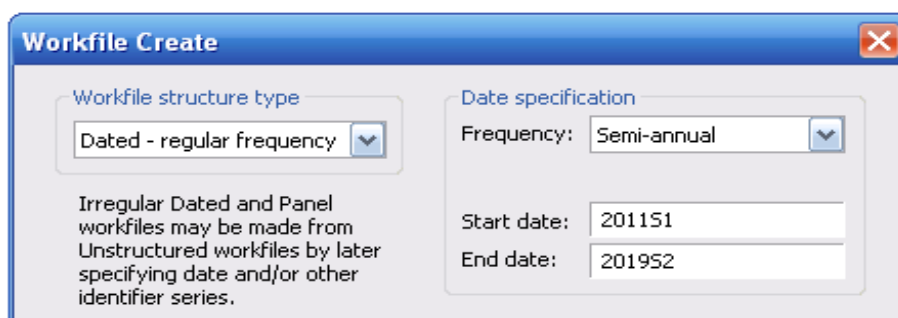
Ushbu oynaga sizdagi mavjud ma'lumotlar turi haqida axborot kiritish kerak: Siz ishlamoqchi bo'lgan ma'lumot turini tanlashingiz kerak (yillik, yarim yillik, choraklik, oylik, haftalik, kunlik yoki sanasi bo'lmagan ma'lumotlar) hamda ushbu ma'lumotlarga mos keluvchi vaqt intervalini aniqlashingiz lozim.

• **Yillik ma'lumotlar (Annual).** Sizdagi mavjud bo'lgan ma'lumotlarning boshlanish (*Start date*) va tugallanish (*End date*) sanalarini kiritasiz. Masalan, sizda 1994 yildan 2017 yilgacha ma'lumotlar mavjud. Ma'lumotlarni boshlanish sanasini (*Start date*) 1994 deb va tugallanish sanasini (*End date*) 2017 deb kiritasiz (7.5-rasm).



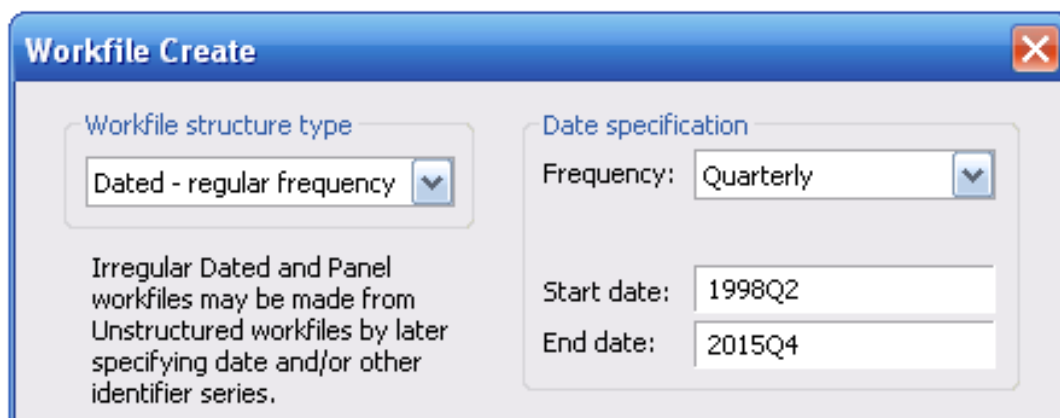
**7.5-rasm.** Yillik (*Annual*) ma'lumotlarni kiritish

- **Yarim yillik ma'lumotlar (*Semi-annual*).** Ushbu ma'lumotlar ham yillik ma'lumotlar sifatida kiritiladi. Yilning oxirida ikki nuqta (:) yoki **S** harfini qo'yib, so'ngra yarim yillikning raqami qo'yiladi (masalan, 2005:1 yoki 2005S1 – bu 2005 yilning birinchi yarim yilligini bildiradi). Agar sizda 2011 yil birinchi yarim yilligidan boshlab, 2019 yil ikkinchi yarim yilligigacha ma'lumotlar bo'lsa, u holda ushbu ma'lumotlar quyidagicha kiritiladi (7.6-rasm):



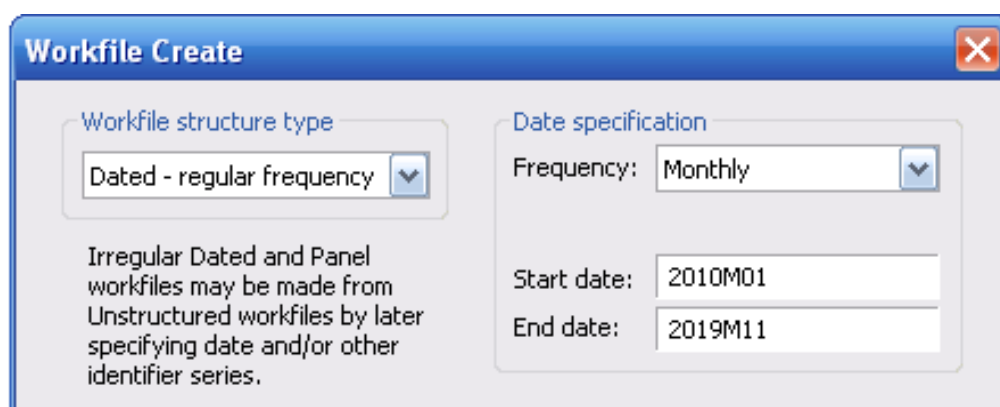
**7.6-rasm.** Yarim yillik (*Semi-annual*) ma'lumotlarni kiritish

- **Choraklik ma'lumotlar (*Quarterly*).** Choraklik ma'lumotlarning chegaralarini quyidagicha berish mumkin: masalan, 2002 yil 1 choragini 2002Q1 yoki 2002:1 deb kiritish mumkin. Agar sizda 1998 yil 2 choragidan 2015 yil 4 choragigacha ma'lumotlar bo'lsa, (**Start date**) qatoriga 1998Q2 va (**End date**) qatoriga 2015Q4 sifatida kiritasiz (7.7-rasm).



**7.7-rasm.** Choraklik (*Quarterly*) ma'lumotlarni kiritish

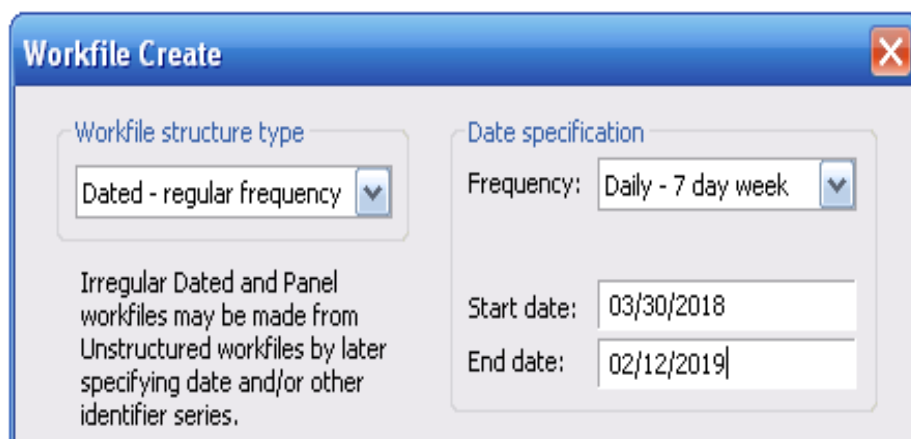
- **Oylik ma'lumotlar (*Monthly*).** Choralik ma'lumotlarni kiritishga o'xshash bo'lib, yil raqamidan keyin ikki nuqta (:) yoki **M** harfini yozib, undan keyin oyning raqami kiritiladi (01 dan 12 gacha). Masalan, 2001 yil avgust oyi 2001:08 yoki 2001M8 deb kiritiladi. Sizda 2010 yil yanvar oyidan 2019 yil noyabr oyigacha ma'lumotlar bo'lsa, ularga chegaralar quyidagicha aniqlanadi: (**Start date**) qatoriga 2010M01 va (**End date**) qatoriga 2019M11 sifatida kiritasiz (7.8-rasm).



**7.8-rasm.** Oylik (*Monthly*) ma'lumotlarni kiritish

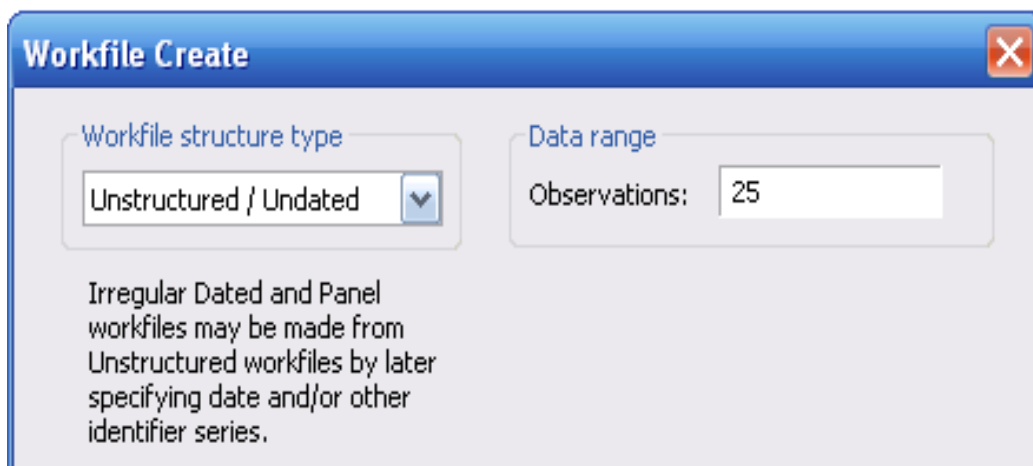
- **Haftalik yoki kunlik ma'lumotlar (*Weekly* yoki *Daily*).** Yuqorida keltirilgan ma'lumotlardan farqli ravishda ma'lumotlar quyidagi formatda kiritiladi: oy/kun/yil (*mm/dd/yyyy*). Agar siz ma'lumotlarni boshlanish sanasini 07:10:2010 deb kiritsangiz, kunlik formatda ushbu yozuv ma'lumotlaringizni 2010 yil 10 iyuldan boshlanishini bildiradi, haftalik formatda esa sizning haftangiz 2010 yil 10 iyul shanba kundan boshlanishini bildiradi. Sizda 2018 yil 30 martdan 2019 yil 12 fevralgacha ma'lumotlar bo'lsa, ularga chegaralar quyidagicha

aniqlanadi: (*Start date*) qatoriga 2010M01 va (*End date*) qatoriga 2019M11 sifatida kiritasiz (7.9-rasm).



**7.9-rasm.** Haftalik yoki kunlik ma'lumotlarni (*Weekly* yoki *Daily*) kiritish

• **Doimiy bo'lmagan va sanasi bo'lmagan ma'lumotlar (*Undated or irregular*).** Yuqorida keltirilgan ma'lumotlardan farqli ravishda ma'lumotlarning boshlanish va tugallanish sanasi o'rniga kuzatuvlar soni kiritiladi (7.10-rasm).

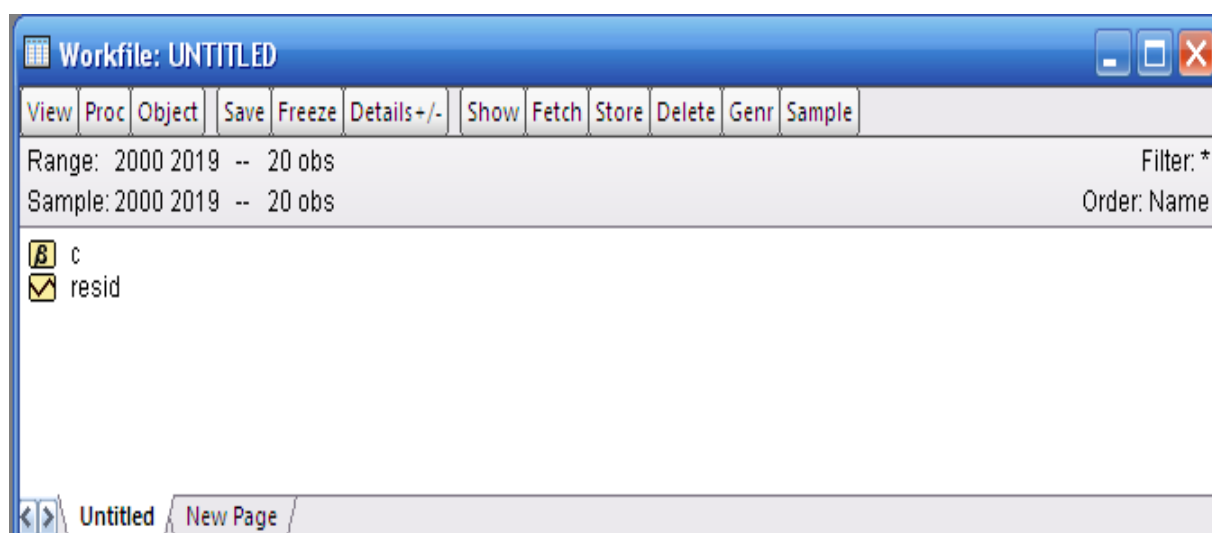


**7.10-rasm.** Doimiy bo'lmagan va sanasi bo'lmagan ma'lumotlarni (*Undated or irregular*) kiritish

Shunday qilib, agar siz ma'lumotlarning boshlanish va tugallanish sanasi chegaralari intervalini mos ravishda 2001 va 2018 deb olsangiz, ma'lumotlarning turlariga qarab, siz qaysi intervallarni ko'rishingizni bildiradi:

2001-2018	Yillik ma'lumotlar uchun
2001:1-2018:2 yoki 2001S1-2018S2	Yarim yillik ma'lumotlar uchun
2001:1-2018:4 yoki 2001Q1-2018Q4	Choraklik ma'lumotlar uchun
2001:01-2018:12 yoki 2001M01-2018M12	Oylik ma'lumotlar uchun
01/01/2001-12/28/2018	Haftalik ma'lumotlar uchun
01/01/2001-12/31/2018	Kunlik ma'lumotlar uchun
127	Doimiy bo'lmagan va sanasi bo'lmagan ma'lumotlar uchun

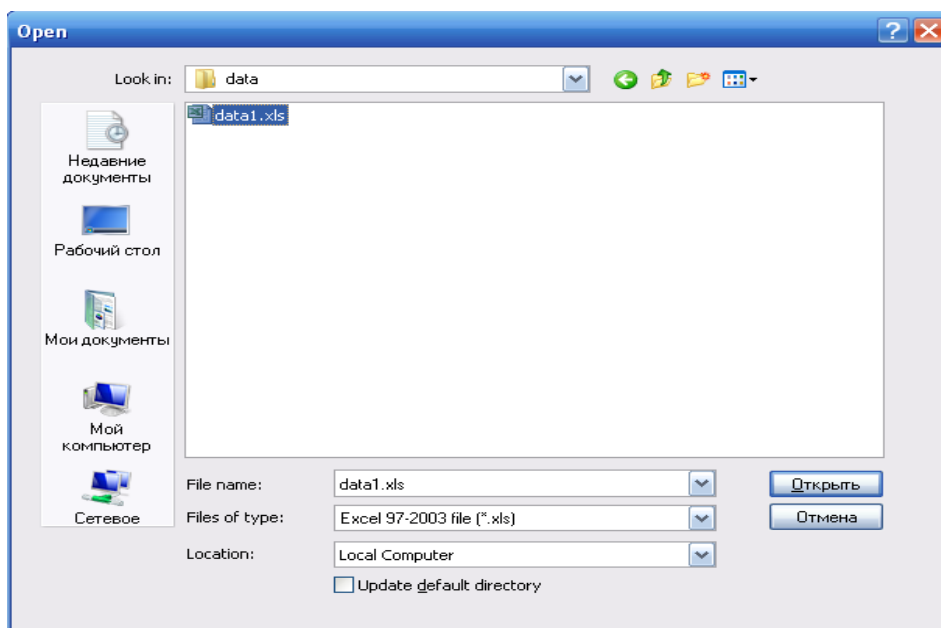
Siz ishlamoqchi bo'lgan ma'lumotlar turi va vaqt oralig'ini (intervalini) aniqlab **OK** knopkasini bosganingizdan so'ng, EViews dasturi siz aniqlagan turdagi ishchi faylni (hozircha nomi yo'q) yaratadi (7.11-rasm):



**7.11-rasm.** EViews da ishchi faylni yaratish

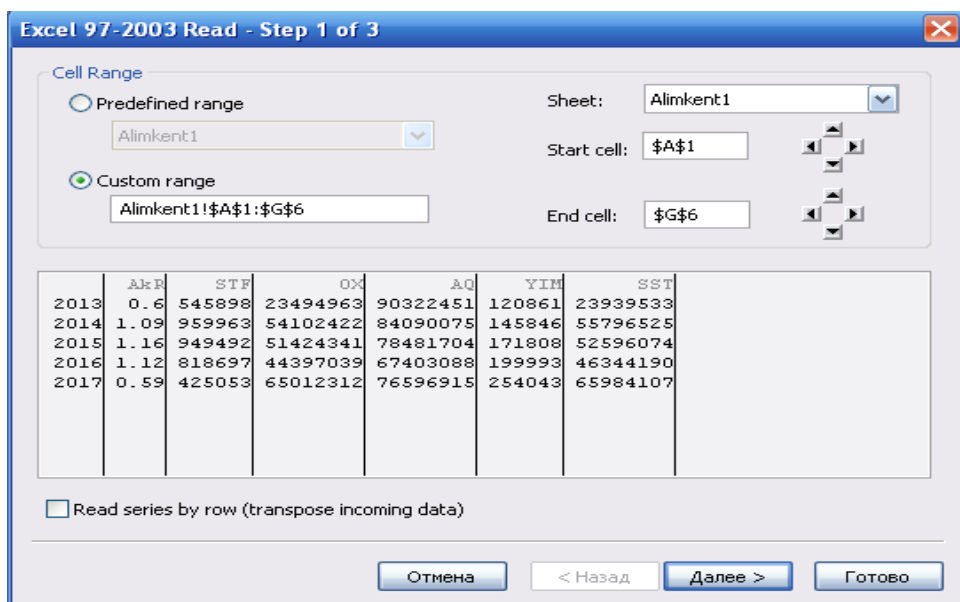
Shuni qayd qilish kerakki, «**Range**» intervali ishchi faylni yaratishda berilgan butun davrni aks ettiradi. «**Sample**» intervali esa joriy tanlamaning o'lchamini ko'rsatadi.

**2-qadam.** EViews da ishchi faylni yaratishdagi keyingi qadam bo'lib, ma'lumotlarni ishchi faylga import qilish hisoblanadi. Ma'lumotlar import qilinadigan fayl sifatida Microsoft Excel formatida yaratilgan va ma'lumotlarga ega bo'lgan fayldan foydalanish mumkin. EViews ning Bosh menyusidan **File/Import/ Import from file...** tanlanadi. Keyin ochilgan oynadan ma'lumotlarini import qiladigan, zarur bo'lgan faylni tanlaysiz va uni ochasiz (7.12-rasm).



**7.12-rasm.** Ma'lumotlar import qilinadigan faylni tanlash

Natijada ma'lumotlarni import qilish tartibi hamda Microsoft Excel ishchi varag'ining yuqori chapda joylashgan yacheykasi va ishchi faylni yaratishda siz tomondan berilgan chegaralar va intervallar keltirilgan oyna paydo bo'ladi (7.13-rasm).



**7.13-rasm.** Ma'lumotlarni import qilishning birinchi qadami

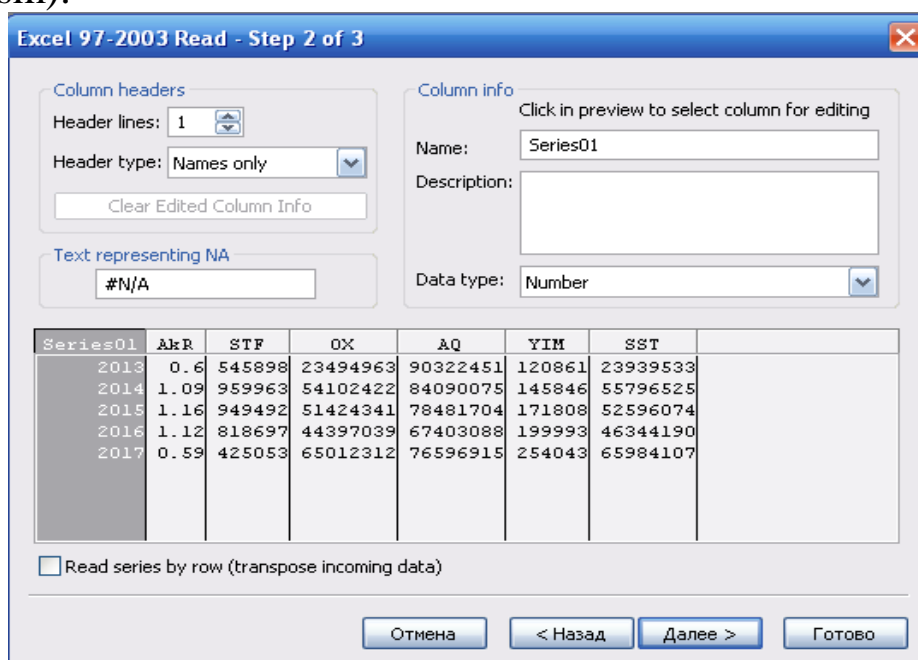
Ma'lumotlarni import qilish oynasidagi asosiy opsiyalarni ifodalashdan avval ma'lumotlarni import qilish protsedurasining ba'zi xususiyatlariga to'xtalamiz. Ularni bilishingiz EViews bilan ishlashda foydali bo'ladi.

Birinchi, ko'proq qulaylikka ega bo'lish uchun ma'lumotlar kiritilgan faylni «fayl Microsoft Excel 97-2003» formatidagi kitob formatida emas, balki varaq (лист) sifatida saqlash kerak. Ushbu holda **Excel+sheet name** opsiyasida varaqning nomini kiritish talab etilmaydi. Agar siz ma'lumotlar kiritilgan faylni Microsoft Excel kitobi (книга) formatida saqlagan bo'lsangiz, siz ma'lumotlarni import qiladigan varaqga (лист) lotin alifbosida nom (имя) berishingiz maqsadga muvofiq bo'ladi. Bundan tashqari faylning nomini ham lotin alifbosida bersangiz maqsadga muvofiq bo'ladi (buning sababi, EViews dasturida kirilcha shriftlarning mavjud emasligida).

Ikkinchi, Microsoft Excel faylidagi vaqtli qatorlarning nomlari unchalik uzun bo'lmasligi va nomlari lotin alifbosida bo'lishi zarur.

Uchinchi, EViews dasturining ishchi fayliga Microsoft Excel da yaratilgan turli fayllardagi ma'lumotlarni ketma-ket import qilishingiz mumkin. Oxirgisi, ma'lumotlari EViews dasturiga import qilinayotgan fayl yopiq bo'lishi shart, ya'ni u Microsoft Excel dasturida ochiq holda bo'lmasligi kerak.

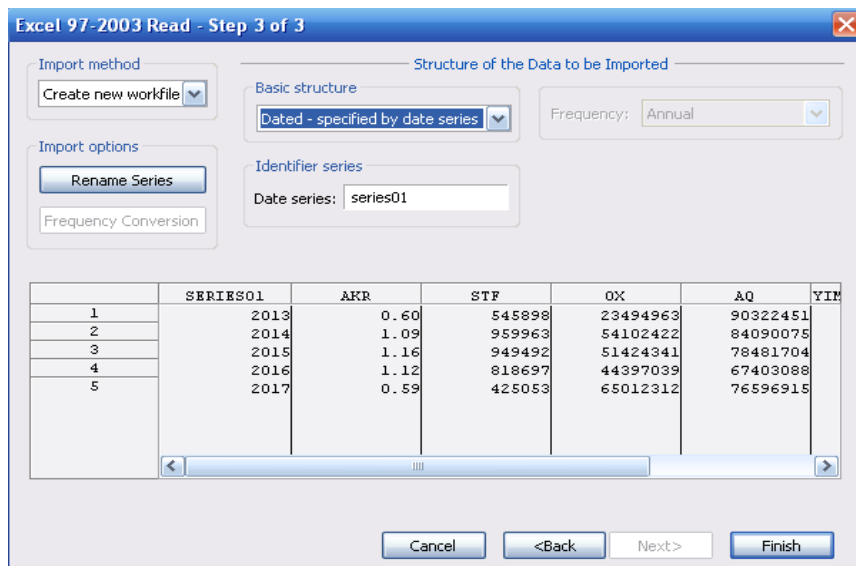
7.13-rasmda “Далее” knopkasi bosilsa, quyidagi oyna ochiladi (7.14-rasm):



7.14-rasm. Import qilinayotgan ma'lumotlar ustunlarini sozlash

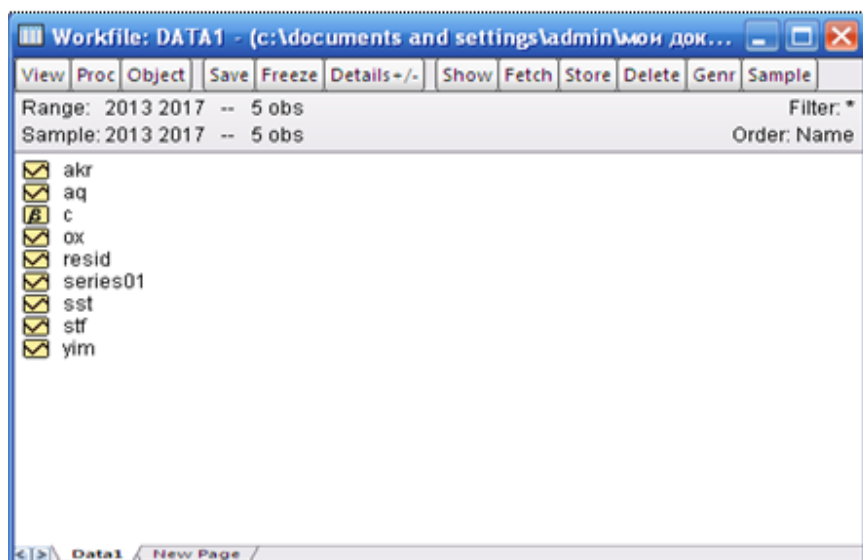


Agar import qilinayotgan ma'lumotlarda hech qanday o'zgartirishlar bo'lmasa, u holda “Далее” knopkasi bosiladi va quyidagi oyna paydo bo'ladi (7.15-rasm).



**7.15-rasm.** Import qilinayotgan ma'lumotlarni o'zgartirish

Bunda import qilish usuli, vaqtli qatorlar nomlarini o'zgartirish, vaqtli qatorlar tuzilishini o'zgartirish kabi operatsiyalarni amalga oshirish mumkin. Agar o'zgartirishlar kiritsangiz yoki o'zgartirishlarni lozim topmasangiz, u holda “Готово” knopkasini bosing. Microsoft Excel faylidagi ma'lumotlar (vaqtli qatorlar) EViews dasturidagi ishchi faylga o'tkaziladi hamda ishchi faylning quyidagi oynasi ochiladi (7.16-rasm).



**7.16-rasm.** Import qilingan ma'lumotlar asosida yaratilgan ishchi fayl

7.16-rasmda *sst, str, ox, aq* – 2013-2017 yillarda kuzatilgan vaqtli qatorlar nomlari.

### **7.3. Vaqtli qatorlar ma'lumotlari asosida ekonometrik modellar tuzishda Stata dasturini qo'llash**

Stata dasturi - iqtisodiyot, siyosatshunoslik va boshqa sohalarda yuzaga keladigan statistik masalalarni hal qilish uchun universal paketdir. Stata dasturi ma'lumotlarni tahlil qilish uchun mutaxassislarga mo'ljallab ishlab chiqilgan statistik dastur. Stata dasturi - bu ma'lumotlarni tahlil qilish va boshqarish hamda grafiklar uchun zarur bo'lgan barcha instrumentlarni ta'minlaydigan to'liq, yaxlit statistik to'plam dasturidir. Stata dasturining 11-versiyasidan boshlab yangi funksiyalar qo'shilgan, jumladan, do fayllarni yaratish, ko'p sonli tanqid, omilli o'zgaruvchilar, umumlashtirilgan momentlar usuli (GMM), raqobatdosh tavakkallar regressiyasi, prognoz qilinadigan maydonlar, o'zgaruvchilar menejeri va boshqalar.

Stata dasturi muhim xususiyatlari quyidagilardan iborat:

- Ma'lumotlarni boshqarishning keng imkoniyatlari. Stata pake-ting imkoniyatlari statistik muammolarni hal qilish bilan cheklan-майdi, foydalanuvchilar o'z ixtiyorida to'la-to'kis ma'lumotlarni boshqarish tizimiga ega bo'ladi;

- Stata dasturida «point-and-click» texnologiyasiga asoslangan interfeys mavjud va u yuqori sifatli grafiklar yaratish imkonini beradi;

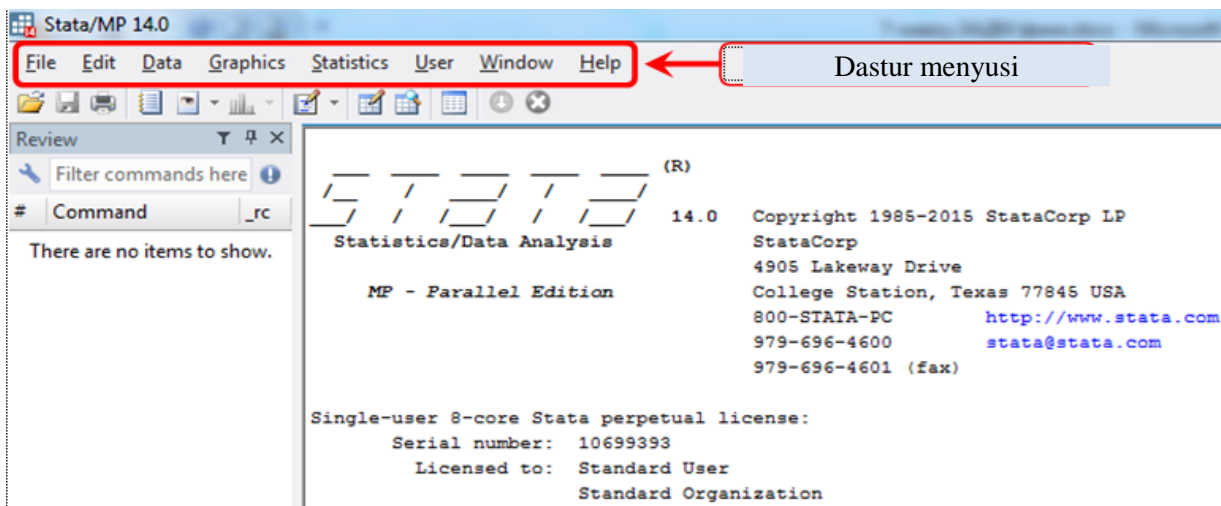
- Stata tez, aniq va qulay foydalanishga mo'ljallangan dasturdir;

- Stata dasturi Windows, Macintosh va Unix operatsion tizimlarini (shu jumladan Linux) qo'llab-quvvatlaydi. Stata dasturining ma'lumotlar to'plamlari (datasets), dasturlari va boshqa komponentlari o'zgartilmagan holda boshqa turli platformalar bo'ylab tarqatilishi mumkin;

- O'z buyruqlarini qo'shish qobiliyati;

- On-line yangilash.

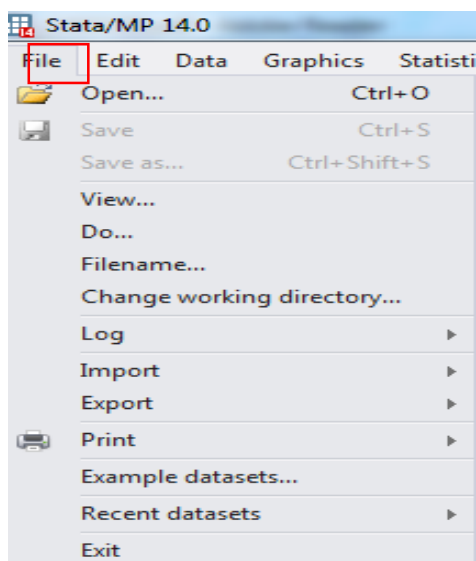
Stata dasturida juft va ko'p omilli ekonometrik modellar tuzishdan avval dasturning imkoniyatlari bilan tanishib chiqamiz. Avvalo Stata 14 dasturining ishchi oynasi bilan tanishamiz (7.17-rasm).



7.17-rasm. Stata dasturining menyu qatori

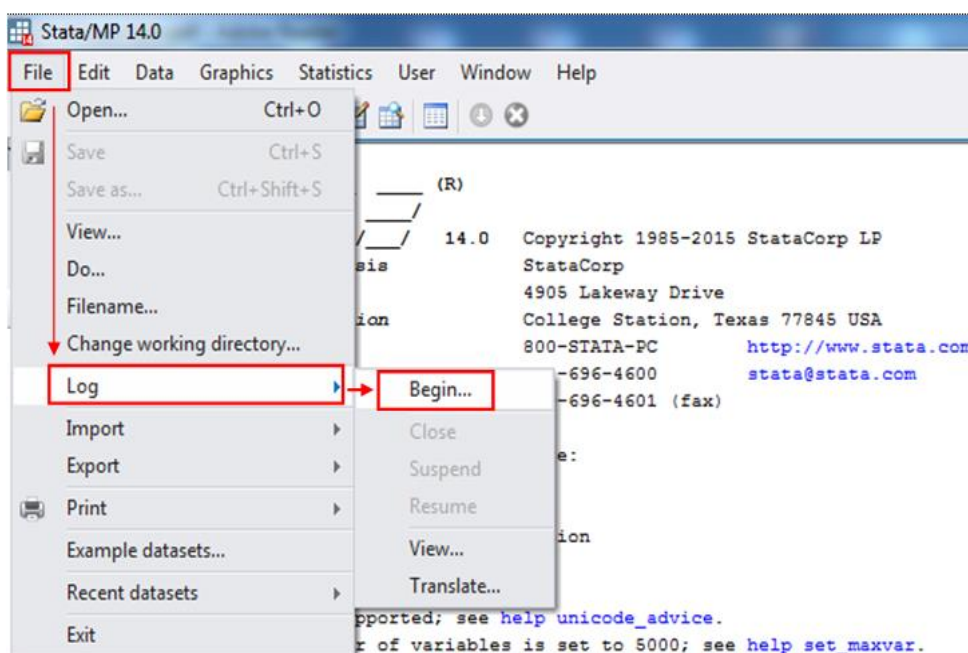
Dasturning yuqori qismida menyu joylashgan bo‘lib, dasturning buyruq qatoridan foydalanmasdan Stata dasturining zarur bo‘lgan buyruqlariga kirish imkonini beradi, bu esa endi dasturdan foydalanayotganlar uchun maqbul hisoblanadi. Tajribali foydalanuvchilar menyudan foydalanmasdan buyruqlarni yozish orqali hisob-kitoblarni olib boradilar.

Dasturning *File* (*Fayl*) menyusida fayllarni yaratish va ularni yuklash uchun javob beruvchi funksiyalar joylashgan (7.18-rasm). Statada ma’lumotlarni yuklash uchun *Open* (*Ochish*) funksiyasidan, ma’lumotlarni saqlash uchun - *Save* yoki *Save as* (*Saqlash* va *Qanday saqlash*) funksiyasidan foydalaniladi. *View* funksiyasi fayl yoki *URL* ni ko‘rishga imkon beradi. *Do* funksiyasi yordamida *.do* formatidagi faylni ochish mumkin.



7.18-rasm. Dasturning *File* (*Fayl*) menyusida

*.do* kengaytirmadagi fayllar Stata uchun kodlarga ega skriptlar va buyruqlarni o‘z ichiga oladi va oddiy matn fayli (*plain text*) hisoblanadi va ularni eng oddiy matn muharrirlarida (*Bloknot, Notepad*) tahrirlash mumkin. *Filename* (*Fayl nomi*) buyrug‘idan fayl nomini o‘zgartirishda foydalaniladi. *Change Working Directory* (*Ishchi direktoriyni o‘zgartirish*) funksiyasi yordamida siz ishchi fayl joylashgan papkani o‘zgartirishingiz mumkin. *Log* funksiyasi joriy sessiyada siz foydalaniyotgan barcha buyruqlarni yozuvini olish borishga imkon beradi. Shunday qilib, *log*-fayl natijalar oynasida paydo bo‘ladigan barcha axborotni o‘zida saqlar ekan. Yangi *log*-faylni yaratish uchun *Begin* (*Boshlash*) funksiyasi ro‘yxatidan *Log* so‘ziga kursorni qo‘yib sichqonni chap knopkasini bosish orqali amalga oshirish mumkin. Ishchi faylni yopish uchun *Close* funksiyasidan, ko‘rish uchun esa - *View* funksiyasidan foydalanish mumkin (7.19-rasm).



**7.19-rasm.** Stata dasturida *Log* menyusi

Stata dasturida boshqa amaliy dasturlarda yaratilgan, boshqa formatdagi fayllarni import va eksport qilish imkoniyatiga ega. Buning uchun mos ravishda *Import* yoki *Export* funksiyalaridan foydalanish kerak. *Print* funksiyasi tanlanganda dastur ishining natijalari chop etiladi. *Example Datasets* (*Ma'lumotlar namunalari*) funksiyasidan foydalanib Stata dasturiga avvaldan joylashtirilgan ma'lumotlar bazalaridan foydalanish mumkin.

Stata dasturida ma'lumotlarni tavsiflash va tavsifiy statistikani hisoblash jarayonini ko'rib chiqamiz. Ma'lumotlar faylini har doim ko'rish va tasvirlash uchun bir nechta usullar mavjud. Bulardan biri quyidagi buyruqni kiritish orqali amalga oshiriladi:

**describe**

Bu esa xotiradagi ma'lumotlar majmuasining xulosasini, shu jumladan o'zgaruvchilar ro'yxati, ular haqidagi ma'lumotlar va ularning izohlarini tasvirlaydi. Natijalarning bir qismini 7.20-rasmda ko'rish mumkin.

```
. describe
```

```
Contains data from 2017.dta
```

```
obs:      18
vars:      5          1 Mar 2019 15:38
size:     324
```

variable name	storage type	display format	value label	variable label
years	int	%8.0g		2000-2017 years
Y	float	%8.0g		GDP by industrial origin at current market prices
X1	float	%8.0g		Exports of goods and services
X2	float	%8.0g		Investment into fixed capital
X3	float	%8.0g		Manufacturing

Sorted by:

**20-rasm. Describe buyrug'ining natijalari**

Tavsifiy statistika olishda quyidagi buyruq kiritiladi:

**Summarize**

Natijalar oynasida biz qisqacha tavsifiy statistikasini ko'ramiz. Bu esa 7.21-rasmda tasvirlangan.

```
. summarize
```

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
years	18	2008.5	5.338539	2000	2017
Y	18	73.49739	75.99263	3.256	254.043
X1	18	19.23783	18.00062	.864	73.392
X2	18	17.95961	19.63861	.744	68.424
X3	18	13.18078	12.69302	.462	42.611

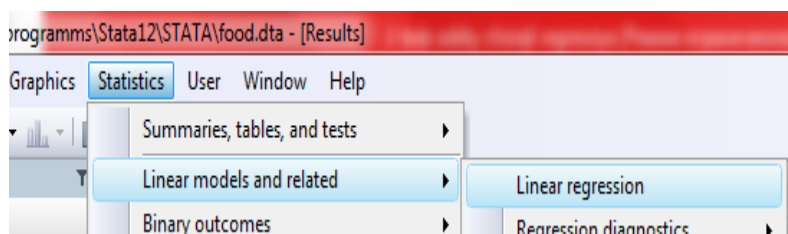
**21-rasm. Stata dasturida tavsifiy statistika natijalari**

Stata dasturida regression model yaratish jarayonini ko'rib chiqamiz. Oddiy chiziqli regressiya modeli quyidagi ko'rinishga ega:

$$y = \beta_1 + \beta_2 x + \varepsilon$$

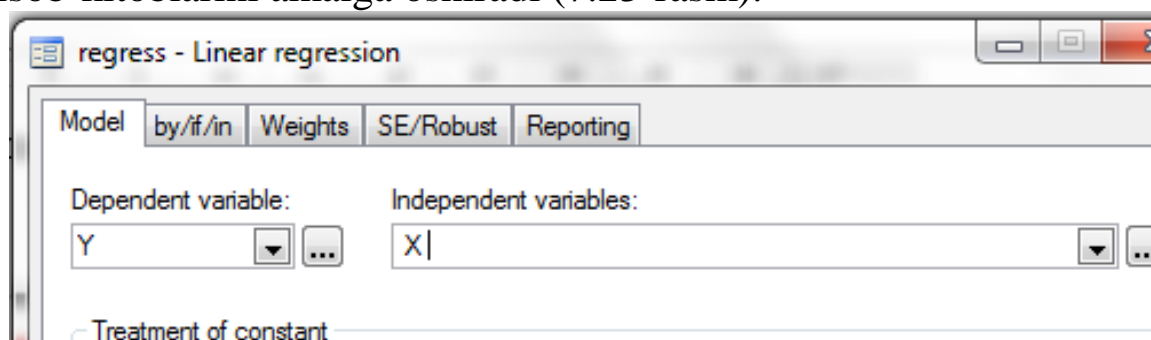
Asosiy omil,  $y$  (**consumer expenditure**) va ta'sir etuvchi omil  $x$  (**expenditure on food**) bo'yicha ma'lumot berilgan holda, noma'lum parametrlarni topish va baholash uchun Stata dasturidan foydalanamiz. Regression tahlilni amalga oshirish uchun yuqoridagi menyudan foydalanilgan holda quyidagicha amalga oshiramiz (7.22-rasm):

**Statistics > Linear models and related > Linear regression**



**22-rasm.** Stata dasturida chiziqli regressiya modelini tanlash funksiyalari

**Regress - Linear regression** muloqot oynasida  $Y$  ga bog'liq bo'lgan o'zgaruvchini tanlanadi. Bu esa chap tomonda joylashgan regressiya modelidagi asosiy omildir. Ta'sir etuvchi (o'ng tomon) o'zgaruvchisi sifatida  $X$  tanlanadi (yoki kiritiladi). So'ngra OK tugmasi bosilsa, Stata dasturi avtomatik tarzda chiziqli regressiya modelining hisob-kitoblarini amalga oshiradi (7.23-rasm).



**7.23-rasm.** Chiziqli regressiya modelining hisob-kitoblarini amalga oshirish

Shu bilan bir qatorda, quyidagi buyruq orqali amalga oshirish ham mumkin.

### **regress depvar [indepvars] [if] [in] [weight] [, options]**

**Help regress** buyrug‘i orqali qo‘shimcha ma‘lumotga ega bo‘lasiz. Bu shuni ko‘rsatadiki, asosiy omil **depvar** birinchi bo‘lib joylashtiriladi, keyin ta‘sir etuvchi o‘zgaruvchi yoki o‘zgaruvchilar (ko‘p ommilli regressiya uchun), **indepvars** lar kiritiladi. Agar xohlasangiz, siz **if** yoki **in** bilan cheklash, kuzatishlardagi hajmini belgilash yoki ulardan foydalanish imkoniyatlarini qo‘llashingiz mumkin. Ushbu variantlarni (**if** va **in** buyruqlarini) keyingi mavzularda muhokama qilamiz.

Stata dasturida oddiy regressiya buyrug‘i quyidagicha (7.24-rasm):

### **regress Y X**

buni quyidagicha qisqartirilgan holda ham berish mumkin:

### **reg Y X**

. regress Y X

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	6
Model	248002.086	1	248002.086	F(1, 4)	=	5315.64
Residual	186.620714	4	46.6551785	Prob > F	=	0.0000
Total	248188.707	5	49637.7414	R-squared	=	0.9992
				Adj R-squared	=	0.9991
				Root MSE	=	6.8305

Y	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
X	3.232126	.0443313	72.91	0.000	3.109042	3.355209
_cons	13.69666	13.42954	1.02	0.365	-23.58972	50.98304

**7.24-rasm.** Regressiya buyrug‘ining natijalari

Natijalar oynasida **regress** uchun Stata buyrug‘i berilgan va regression natijalari ko‘rsatiladi. Natijalarda hozircha **Y** va **Coef** deb nomlangan birinchi ikkita ustunni ko‘rib chiqamiz.

Birinchi ustunda o‘zgaruvchilarning nomlari berilgan. Kompyuter dasturlari biz " $\beta_1$ " va " $\beta_2$ " deb chiziqli regressiya tenglamasida o‘zgaruvchilarning nomlarini belgilab olganimizni bilmaydi va shuning uchun " $\beta_1$ " va " $\beta_2$ " lar o‘rniga o‘zgaruvchilarning nomlari bilan ifodalaydi. Stata birinchi navbatda tenglama parametrlarni **Coef.** so‘zi ostida beradi. **Y-endogen \_cons**, ya‘ni "doimiy" yoki "asosiy omil" deb nomlanadi, bu **y-endogen** uchun yana bir umumiy nom.

## Nazorat savollari

1. Vaqtli qatorlar deb nimaga aytiladi?
2. Dinamik qatorlar va vaqtli qatorlarning farqi nimadan iborat?
3. Vaqtli qatorlarning tavsifini tushuntirib bering.
4. Vaqtli qator darajalarini solishtirib bo'lmashlik sabablari nimalar?
5. Eviews dasturining imkoniyatlarini tushuntirib bering.
6. Eviews dasturining beshta asosiy sohasini tushuntirib bering.
7. Eviews dasturida vaqtning turli davrlariga mos keluvchi ishchi fayllar qanday yaratiladi?
8. Boshqa dasturlarda yaratilgan fayllar va ulardagi ma'lumotlarni Eviews dasturiga qanday qilib olish mumkin?
9. Stata dasturi imkoniyatlari va muhim xususiyatlarini tushuntirib bering.
10. Stata dasturida regressiya tenglamasi qanday hisoblanadi?



## VIII bob. GETEROSKEDASTLIK VA QOLDIQLARDA AVTOKORRELYATSIYANI TEKSHIRISH

### 8.1. Geteroskedastlik tushunchasi va uni aniqlash.

### 8.2. Avtokorrelyatsiya tushunchasi.

### 8.3. Gretl dasturida avtokorrelyatsiyani baholash.

#### 8.1. Geteroskedastlik tushunchasi va uni aniqlash

Regressiya tenglamasi parametrlarining sifatli baholarini olish uchun eng kichik kvadratlar usuli (EKKU) shartlarining bajarilishini nazorat qilish kerak. Eng kichik kvadratlar usulini qoʻllagan holda,  $\varepsilon_i$  qoldiqlarni Gauss-Markov shartlariga boʻysunadi deb taxmin qilamiz. Regressiya tenglamasi tuzilgandan keyin ushbu taxminni tekshirish zarur.

Qoldiqlar dispersiyasi doimiyliigi ( $D(\varepsilon_i) = \sigma^2$ ) toʻgʻrisidagi taxmin gomoskedastlik toʻgʻrisidagi taxmin sifatida qarab chiqiladi. Agar ushbu taxmin buzilsa va qoldiqlar dispersiyasi doimiy boʻlmasa, u holda baholar geteroskedastik deyiladi.

Amaliyotda har bir  $i$ -kuzatuv uchun  $\varepsilon_i$  ning yagona qiymati aniqlanadi, ammo biz qoldiqlar dispersiyasini aniqlash toʻgʻrisida, yaʼni har bir  $i$ -kuzatuv uchun  $\varepsilon_i$  lar toʻplami toʻgʻrisida gapiramiz. Bu shu bilan tushuntiriladiki, biz tanlama toʻplam bilan ishlayapmiz, ammo  $\varepsilon_i$  lar taqsimot ehtimolliklari boʻyicha asosida har qanday qiymat qabul qilishlari mumkin.

Geteroskedastlik shunga olib keladiki, regressiya koeffitsientlari minimal dispersiyali baholar hisoblanmaydi, bundan esa, ular, yaʼni regressiya koeffitsientlari endi eng samarali koeffitsientlar hisoblanmaydi. Buning natijasida  $F$  va  $t$ -statistikalar asosidagi olinadigan xulosalar, shuningdek intervalli baholar ishonchli boʻlmay qoladilar. Dispersiyalar va bundan kelib chiqqan holda ushbu koeffitsientlarning standart xatolari qoʻzgʻaluvchan boʻladilar.

Agar qoʻzgʻalish manfiy boʻlsa, u holda baholangan standart xatolar zarur boʻlganidan koʻra kichik boʻladilar, tekshirish mezonlari esa - haqiqatdagidan ham katta boʻladi. Shunday qilib, xulosa qilish mumkinki, koeffitsient ahamiyatli deyiladi, agar u yuqoridagilardek boʻlmasa.

Va teskarisi, agar qo'zg'alish musbat bo'lsa, u holda baholangan standart xatolar zarur bo'lganidan ko'ra katta bo'ladi, tekshirish mezonlari esa - haqiqatdagidan ham kichik bo'ladi. Bu esa nolinni gipotezani xato qabul qilishga olib keladi.

**Geteroskedastlikni aniqlash.** Geteroskedastlikni aniqlashga imkon beruvchi bir necha rasmiy testlar mavjud, bular - qoldiqlarni grafiklar yordamida tahlil qilish, Spirmenning ranglar korrelyatsiyasi testi, Park testi, Golfeld-Kvandt testi, Uayt testi.

Geteroskedastlikni aniqlash bo'yicha mazkur rasmiy testlarning imkoniyatlarini alohida ko'rib chiqamiz.

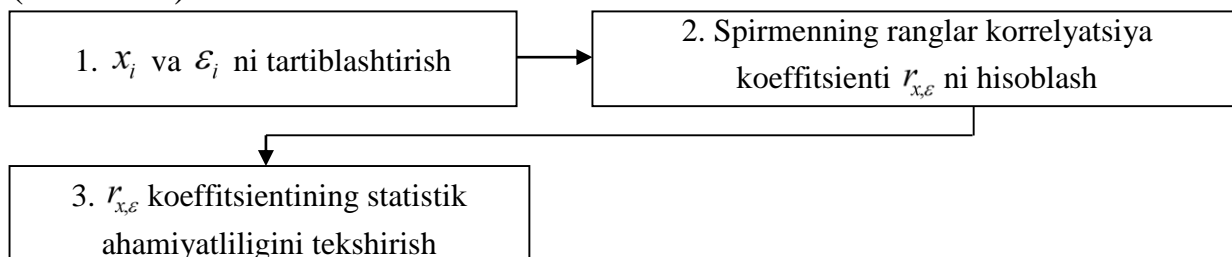
**1. Qoldiqlarni grafiklar yordamida tahlil qilish.** Chetlanishlarni (qoldiqlarni) grafiklar yordamida namoyon qilish, geteroskedastlik mavjudligini aniqlashga imkon beradi. Ushbu holda absissalar o'qi bo'yicha  $X$  ta'sir etuvchi o'zgaruvchining  $x_i$  qiymatlari qo'yiladi (yoki ta'sir etuvchi o'zgaruvchilarning chiziqli kombinatsiyasidan  $Y = b_0 + b_1X_1 + \dots + b_mX_m$  foydalaniladi), ordinatalar o'qi bo'yicha -  $\varepsilon_i$  chetlanishlar yoki ularning kvadratlari  $\varepsilon_i^2$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$  joylashtiriladi. Agar  $\varepsilon_i^2$  ning barcha chetlanishlari absissalar o'qiga parallel bo'lgan doimiy kenglikning yarim kengligining ichida joylashgan bo'lsa, bu  $u_i^2$  dispersiyaning  $X$  ta'sir etuvchi o'zgaruvchidan bog'liq emasligini va ularning doimiyligini ko'rsatadi, ya'ni bu sharoitda gomoskedastlik sharti bajariladi.

Juft regressiya modelini tuzishda chetlanishlarni grafiklar bilan tahlil qilish qulay va yetarlicha ishonchli hisoblanadi.

Odatda geteroskedastlikni vizual tekshirish bilan chegaralanmasdan, uni empirik hisob-kitoblar orqali ham aniqlash amalga oshiriladi.

**2. Spirmenning ranglar korrelyatsiyasi testi.** Mazkur testdan foydalanilganda  $X$  ta'sir etuvchi o'zgaruvchining qiymatlari ortib borishi bilan chetlanishlar dispersiyasi yoki ortib boradi, yoki kamayib boradi deb faraz qilinadi. Shuning uchun EKKU bo'yicha tuzilgan regressiya uchun  $\varepsilon_i$  ning absolyut qiymatlari va  $x_i$  ning qiymatlari korrelyatsiyalangan (bog'liq) bo'ladi.

Spirmenning ranglar korrelyatsiyasi testi algoritmi quyidagicha (8.1-rasm).



### 8.1-rasm. Spirmen ranglar korrelyatsiyasi testi algoritmi

Avvalo  $x_i$  va  $\varepsilon_i$  ning qiymatlari tartiblashtiriladi (qiymatlar bo'yicha tartiblashtiriladi). Keyin ranglar korrelyatsiyasi koeffitsienti aniqlanadi:

$$r_{x,\varepsilon} = 1 - 6 \cdot \frac{\sum d_i^2}{n \cdot (n^2 - 1)},$$

bu yerda  $d_i$  -  $x_i$  va  $\varepsilon_i$  ( $i=1,2,\dots,n$ ) lar ranglarining farqi;  $n$  - kuzatuvlar soni.

Masalan, agar barcha kuzatuvlar orasida  $x_{20}$  qiymati bo'yicha 15 bo'lsa,  $\varepsilon_{20}$  esa - 21 bo'lsa, u holda  $d_{20} = 15 - 21 = -6$ .

Agar bosh to'plam uchun korrelyatsiya koeffitsienti  $\rho_{x,\varepsilon}$  nolga teng bo'lsa, u holda

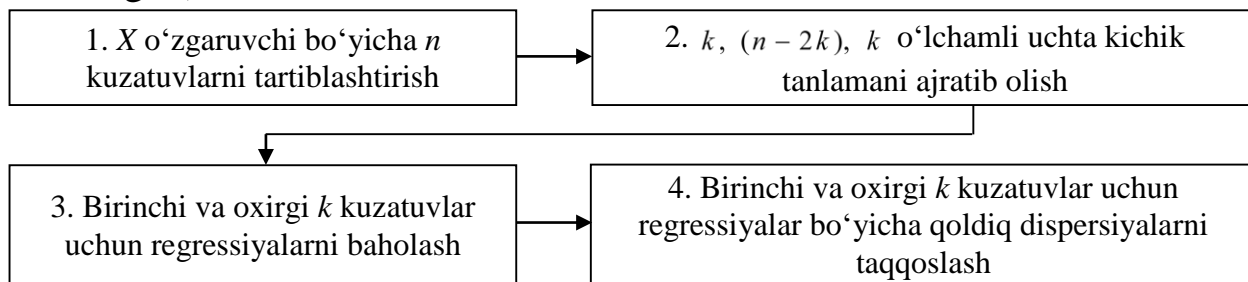
$$t = \frac{r_{x,\varepsilon} \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{x,\varepsilon}^2}}$$

statistika  $d.f. = n-2$  ozodlik darajalari soni bilan Styudent taqsimotiga ega bo'ladi.

Bundan kelib chiqqan holda, agar  $t$ -statistikaning hisoblangan qiymati jadval qiymatidan katta bo'lsa, u holda  $\rho_{x,\varepsilon}$  korrelyatsiya koeffitsientining nolga tengligi to'g'risidagi gipotezani rad qilish zarur, bundan kelib chiqib geteroskedastlikning mavjud emasligini ham rad etish zarur. Agar regressiya modelida bittadan ko'p ta'sir etuvchi omil bo'lsa, u holda  $t$ -statistika yordamida ularning har biri uchun alohida gipotezalarni tekshirishni amalga oshirish mumkin.

**3. Goldfeld-Kvandt testi.** Geteroskedastlikni aniqlash bo'yicha eng ommaviy test bo'lib, S.Goldfeld va R.Kvandt tomonidan taklif

etilgan test hisoblanadi (mazkur testning algoritmi quyidagi 8.2-rasmda keltirilgan).



**8.2-rasm.** Goldfeld-Kvandt testi algoritmi

Ushbu holatda standart chetlanish  $\sigma_i = \sigma(\varepsilon_i)$  ushbu kuzatuvda  $X$  o'zgaruvchining  $x_i$  qiymatiga proporsional, ya'ni  $\sigma_i^2 = \sigma^2 x_i^2$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$  deb faraz qilinadi.

Shuningdek,  $\varepsilon_i$  normal taqsimotga ega va qoldiqlar avtokorrelyatsiyasi mavjud emas deb taxmin qilinadi.

Goldfeld-Kvandt testi quyidagidan iborat:

1. Barcha  $n$  kuzatuvlar  $X$  ning qiymati bo'yicha tartiblashtiriladi.
2. Bundan keyin barcha tartiblashtirilgan to'plam mos ravishda  $k$ ,  $(n - 2k)$ ,  $k$  o'lchamli uchta kichik tanlamaga ajratiladi.

3. Birinchi kichik tanlama ( $k$  ning birinchi kuzatuvlari) va uchinchi kichik tanlama ( $k$  ning oxirgi kuzatuvlari) uchun alohida regressiyalar baholanadi. Agar chetlanishlar dispersiyalari  $X$  qiymatlari bilan proporsionalligi haqidagi faraz to'g'ri bo'lsa, u holda birinchi kichik tanlama bo'yicha regressiya dispersiyasi. Chetlanishlar kvadratlari yig'indisi

$$S_1 = \sum_{i=1}^k \varepsilon_i^2$$

uchinchi kichik tanlama bo'yicha regressiya dispersiyasidan ancha kichik bo'ladi. Chetlanishlar kvadratlari yig'indisi

$$S_3 = \sum_{i=n-k+1}^n \varepsilon_i^2 .$$

4. Mos keluvchi dispersiyalarni taqqoslash uchun quyidagi  $F$  - statistika tuziladi:

$$F = \frac{S_3 / (k - m - 1)}{S_1 / (k - m - 1)} = \frac{S_3}{S_1} .$$

Tasodifiy chetlanishlarga nisbatan qilingan farazlarda, tuzilgan  $F$ -statistika  $v_1 = v_2 = k - m - 1$  ozodlik darajalarida Fisher taqsimotiga ega.

Agar

$$F_{\text{hisob}} = \frac{S_3}{S_1} > F_{\text{jadval}} = F_{\alpha; v_1; v_2}, \text{ hamda } S_3 > S_1$$

bo'lsa, u holda geteroskedastlik mavjud emasligi to'g'risidagi gipoteza rad etiladi ( $\alpha$ -tanlangan ahamiyatlilik darajasi).

**4. Uayt testi.** Agar regressiya modelida geteroskedastlik mavjud bo'lsa, bu ko'p hollarda xatolar dispersiyasi qaysidir holda regressorlarga bog'liq bo'lishi bilan bog'liq, geteroskedastlik esa dastlabki modelning oddiy regressiyalari qoldiqlarida namoyon bo'ladi.

Uayt testi quyidagicha amalga oshiriladi:

1. Faraz qilaylik, dastlabki model quyidagi ko'rinishga ega bo'lsin:

$$y_i = b_0 + b_1 x_{1i} + b_2 x_{2i} + \varepsilon_i.$$

Eng kichik kvadratlar usuli mazkur modelning parametrlarini baholaydi va  $\varepsilon_i$  regression qoldiqlarni hisoblab beradi.

2. Barcha regressorlarga, ularning kvadratlariga, o'zaro juft ko'paytmalariga va konstantaga kvadratlar qoldiqlarining yordamchi regressiyasi baholanadi:

$$\varepsilon_i^2 = \alpha_0 + \alpha_1 x_{1i} + \alpha_2 x_{2i} + \alpha_3 x_{1i}^2 + \alpha_4 x_{2i}^2 + \alpha_5 x_{1i} x_{2i} + v_i,$$

bu yerda  $v_i = \varepsilon_i$  ga bog'liq bo'lmagan, normal taqsimlangan xato.

$D(\varepsilon_i) = M(\varepsilon_i - M(\varepsilon_i))^2$  ekanligini eslatib o'tamiz. Biroq,  $M(\varepsilon) = 0$  bo'lsa  $D(\varepsilon_i) = M(\varepsilon_i^2)$  ekanligi faraz qilinadi. Bizga  $\varepsilon_i^2$  qoldiqlar kvadratining haqiqiy qiymati noma'lum bo'lsa, bunday holda geteroskedastlikning mavjudligi to'g'risidagi masala ularning tanlama analoglari  $\varepsilon^2$  asosida hal qilinadi.

Yordamchi regressiya aynan shunday shaklga ega, chunki  $\varepsilon^2$  o'zgarishlari orasida sistematik bog'liqlik mavjudmi va modelda qaysi o'zgaruvchi relevant ekanligini tadqiq qilish zarur (yordamchi regressiyaga kiritilgan o'zgaruvchilar aynan relevant ekanligini ko'rish uchun xatolarni quyidagi  $\varepsilon_i = y_i - b_0 - b_1 x_{1i} - b_2 x_{2i}$  ko'rinishda ifodalash kerak va ushbu ifodani kvadratga ko'tarish lozim).

3. Quyidagi

$$H_0: \alpha_2 = 0, \alpha_3 = 0, \alpha_4 = 0, \alpha_5 = 0 \text{ va } \alpha_6 = 0.$$

nolinchi (asosiy) gipoteza Fisherning  $F$  – mezonida tekshiriladi.

Agar Fisherning  $F$  – mezonining hisoblangan qiymatlari javdal (kritik) qiymatlaridan katta bo‘lsa  $F_{\text{hisob}} > F_{\text{jadval}} (\alpha, \nu_1 = p, \nu_2 = n - p - 1)$ , qoldiqlar gomoskedastligi bo‘yicha nolinchi gipoteza rad etiladi, ya’ni geteroskedastlikning mavjudligi haqida xulosa qilinadi.

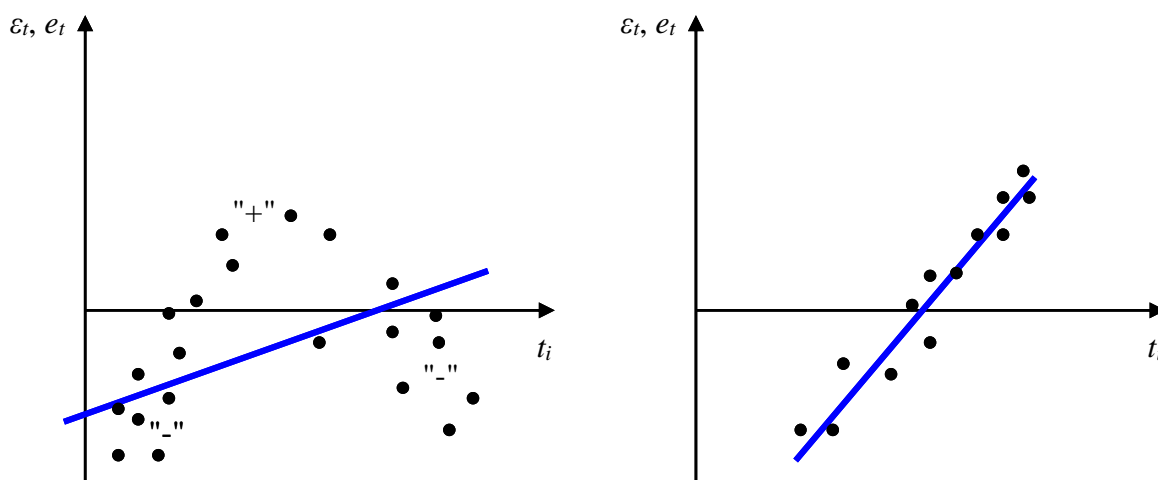
## 8.2. Avtokorrelyatsiya tushunchasi

Avtokorrelyatsiya - bu qatorlar korrelyatsiyasidir, ya’ni vaqt va makonda tartiblashtirilgan ko‘rsatkichlar o‘rtasidagi korrelyatsiyadir. Bizning holatda bir-biridan  $k$  qadamda turgan qoldiqlar (chetlanishlar)  $e_i = y_i - \hat{y}_i$  avtokorrelyatsiyasi ko‘rib chiqilmoqda. Agar  $e_i$  ning ketma-ket qiymatlari o‘zaro bir-biri bilan korrelyatsiyalangan (bog‘liq) bo‘lsa, bu spetsifikatsiyalashning xatosi deyiladi, ya’ni regressiya tenglamasini noto‘g‘ri tanlanganligini ko‘rsatadi.

Avtokorrelyatsiya ikki turda bo‘ladi: musbat va manfiy avtokorrelyatsiya.

Musbat avtokorrelyatsiya bitta belgining unga teskari bo‘lgan belgidan qo‘shni chetlanishlari bo‘yicha ortib borishidir, ya’ni belgilarning seriyali ketma-ket kelishidir: musbat qoldiqlar seriyasi manfiy qoldiqlar seriyasi bilan almashib borishiga olib keladi (8.3 a-rasm).

Manfiy avtokorrelyatsiya musbat chetlanishdan so‘ng manfiy chetlanish kelishini bildiradi (8.3 b-rasm).



8.3-rasm. Qoldiqlar avtokorrelyatsiyasi: a) musbat, b) manfiy

Avtokorrelyatsiyani aniqlashning eng ko‘p foydalaniladigan mezoni bo‘lib Darbin-Uotson mezoni hisoblanadi va u quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$DW = \frac{\sum_{i=2}^n (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n e_i^2}.$$

DW mezoni tahlil qilish orqali avtokorrelyatsiyaning mavjudligi to‘g‘risida xulosa qilish mumkin:

1) Agar qoldiqlarda manfiy avtokorrelyatsiya mavjud bo‘lsa, u holda qo‘shni qoldiqlar turli belgilarga (+, -) ega bo‘ladilar va  $|e_i| \approx |e_{i-1}|$  shart bilan quyidagini olish mumkin:

$$DW = \frac{\sum_{i=2}^n (e_i - (-e_{i-1}))^2}{\sum_{i=1}^n e_i^2} = \frac{\sum_{i=2}^n (2e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n e_i^2} = 4.$$

2) Agar qoldiqlarda musbat avtokorrelyatsiya mavjud bo‘lsa, u holda qo‘shni qoldiqlar bitta belgiga (+, -) ega bo‘ladilar va  $e_i \approx e_{i-1}$  shart bilan quyidagini olish mumkin:

$$DW = \frac{\sum_{i=2}^n (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n e_i^2} = 0.$$

3) Agar qoldiqlarda avtokorrelyatsiya mavjud bo‘lmasa, u holda holatlarning yarmida ketma-ket qoldiqlarning belgilari bir-biriga mos keladi, qolgan yarimida esa ular bir-biriga teskari bo‘lishadi:

$$DW = \left( \sum_{i=2}^n \frac{1}{2} (e_i - e_i)^2 + \sum_{i=2}^n \frac{1}{2} (e_i - (-e_i))^2 \right) / \sum_{i=1}^n e_i^2 = 2.$$

Shunday qilib, tasodifiy chetlanishlarning bog‘liq bo‘lmasligining zaruriy sharti bo‘lib, DW mezonning 2 ga yaqinlashishi hisoblanadi. Avtokorrelyatsiyani aniqlashda Darbin-Uotson taqsimotining kritik nuqtalari jadvalidan foydalaniladi.

Darbin-Uotson mezoni  $H_0$  gipotezani tekshirishga imkon beradi: ya’ni barcha qatorlar korrelyatsiyalari 0 ga teng,  $\rho_k = 0, k = 1, 2, \dots$ ,  $H_1$  alternativ gipotezada esa  $H_1: \rho_k = \rho^k, \rho \neq 0, |\rho| < 1$ .

Tekshirish protsedurasi quyidagilardan iborat. Kuzatuvlar soni  $n$ , modeldagi baholanayotgan parametrlar soni  $k$  va ahamiyatlilik darajasi  $\alpha$  bo'yicha Darbin-Uotson mezoni statistikasining jadvalida  $d_1$  va  $d_2$  qiymatlar topiladi.  $H_1$  alternativ gipotezaning shakllanganligiga bog'liq holda quyidagi qoidalardan biri bo'yicha qaror qabul qilinadi:

1)  $H_1: \rho > 0$ :

$H_0$  qabul qilinadi, agar  $d > d_2$ ;

$H_0$  rad etiladi, agar  $d < d_1$ ;

$d_1 \leq d \leq d_2$  bo'lganda qaror qabul qilinmaydi.

2)  $H_1: \rho < 0$ :

$H_0$  qabul qilinadi, agar  $4-d > d_2$ ;

$H_0$  rad etiladi, agar  $4-d < d_1$ ;

$d_1 \leq 4-d \leq d_2$  bo'lganda qaror qabul qilinmaydi.

3)  $H_1: \rho \neq 0$ :

$H_0$  qabul qilinadi  $2\alpha$  ahamiyatlilik darajasida, agar  $d > d_2$  yoki  $4-d > d_2$  bo'lsa,

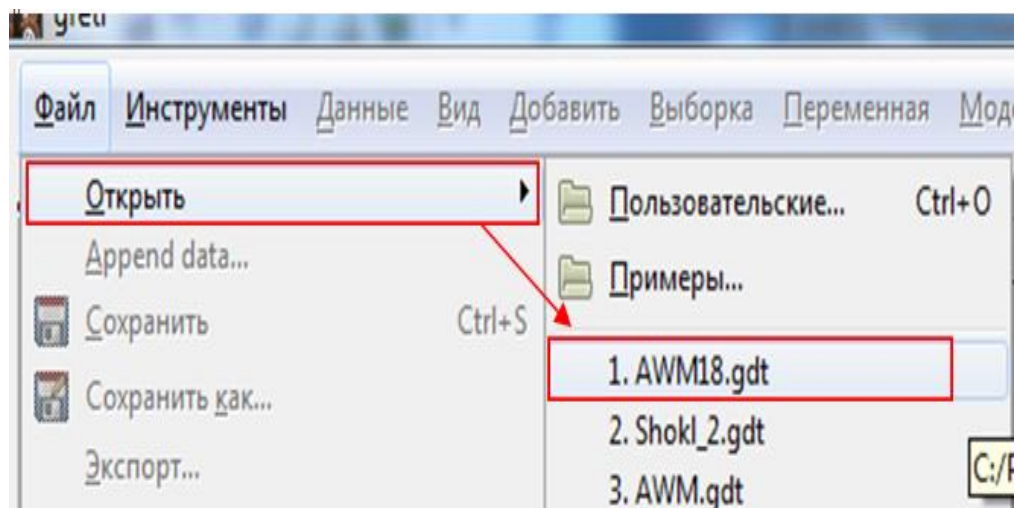
$H_0$  rad etiladi  $2\alpha$  ahamiyatlilik darajasida, agar  $d < d_1$  yoki  $4-d < d_1$  bo'lsa.

### 8.3. Gretl dasturida avtokorrelyatsiyani baholash

Gretl dasturida avtokorrelyatsiyani baholash uchun avvalo ishchi fayl yaratish yoki mavjud ishchi fayldan foydalanish lozim. Mavjud ishchi fayldan foydalanib avtokorrelyatsiyani hisoblaymiz.

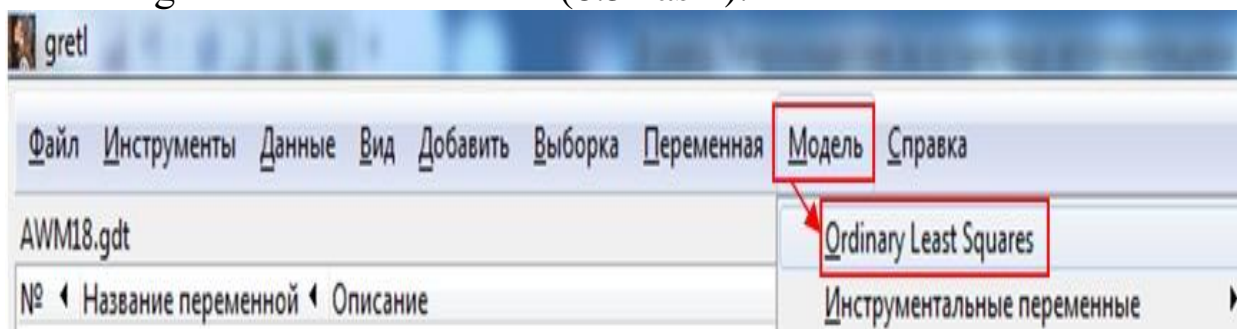
1. AWM18.gdt ishchi faylni yuklaymiz (8.4-rasm).





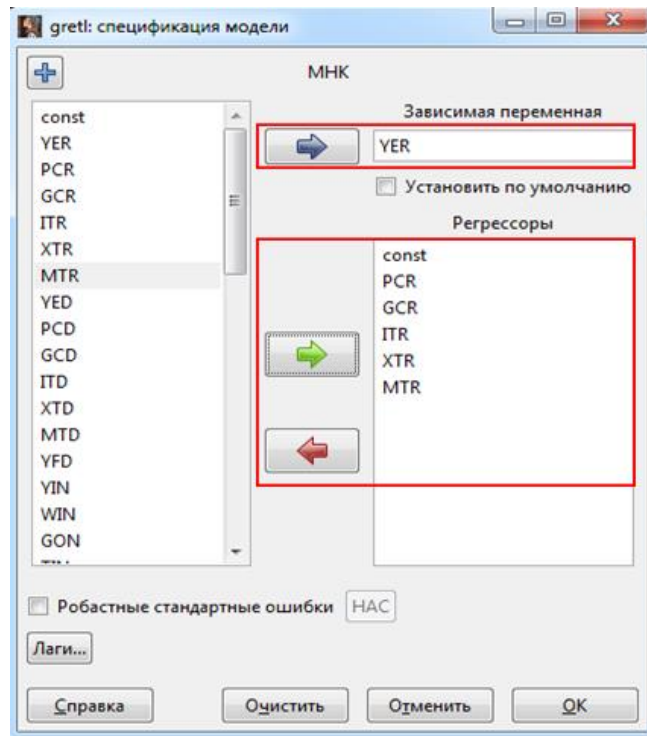
**8.4-rasm.** Ishchi faylni yuklash

2. **Model** menyusidan Ordinary Least Squares (OLS) - eng kichik kvadratlar usulini tanlaymiz. Ishchi fayldagi o‘zgaruvchilar orasidan zarur o‘zgaruvchilarni tanlanadi (8.5-rasm).



**8.5-rasm.** Model menyusidan Ordinary Least Squares ni tanlash

3. **Ordinary Least Squares** tanlangandan so‘ng quyidagi oyna ochiladi va undan natijaviy omil ( $Y$ ) va unga ta‘sir etuvchi omillarni ( $X_i$ ) tanlaymiz (8.6-rasm):



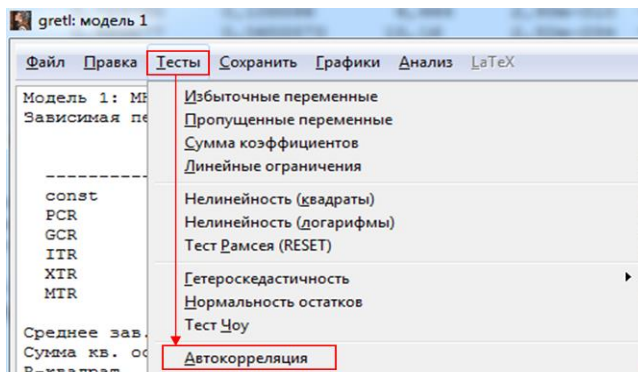
**8.6-rasm.** Natijaviy omil ( $Y$ ) va unga ta'sir etuvchi omillarni ( $X_i$ ) tanlash

4. OK knopkasi bosilgandan so'ng, regressiya modelining barcha hisoblangan parametrlari alohida oynada aks ettiriladi (8.7-rasm):

	Коэффициент	Ст. ошибка	t-статистика	P-значение	
const	-12269,4	6735,42	-1,822	0,0701	*
PCR	1,11198	0,0511100	21,76	5,31e-053	***
GCR	0,723700	0,108596	6,664	2,93e-010	***
ITR	0,993877	0,0655573	15,16	2,50e-034	***
XTR	0,806569	0,0470814	17,13	4,21e-040	***
MTR	-0,792525	0,0603851	-13,12	2,81e-028	***
Среднее зав. перемен	1397502	Ст. откл. зав. перемен	377057,6		
Сумма кв. остатков	6,27e+09	Ст. ошибка модели	5805,478		
R-квадрат	0,999769	Испр. R-квадрат	0,999763		
F(5, 186)	161102,6	P-значение (F)	0,000000		
Лог. правдоподобие	-1933,367	Крит. Акаике	3878,735		
Крит. Шварца	3898,280	Крит. Хеннана-Куинна	3886,650		
Параметр rho	0,714790	Стат. Дарбина-Вотсона	0,558293		

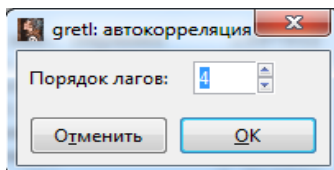
**8.7-rasm.** Regressiya modelining hisoblangan parametrlari

5. Avtokorrelyatsiyani tekshirish uchun ushbu oynada **Testi** menyusi tanlanadi. **Testi** menyusi ochilganda undan **Avtokorrelyatsiya** funksiyasini tanlash kerak (8.8-rasm):



**8.8-rasm.** Testi menyusidan **Avtokorrelyatsiya** funksiyasini tanlash

6. **Avtokorrelyatsiya** funksiyasi tanlangandan so‘ng laglarni kiritish kerak (8.9-rasm):



**8.9-rasm.** Laglarni tanlash

7. Avtokorrelyatsiya hisob-kitoblari natijalari quyidagi 8.10-rasmda keltirilgan:

Тест Бриша-Годфри (Breusch-Godfrey) на автокорреляцию вплоть до порядка 4  
МНК, использованы наблюдения 1970:1-2017:4 (T = 192)  
Зависимая переменная: uhat

	Коэффициент	Ст. ошибка	t-статистика	P-значение
const	4421,92	4762,45	0,9285	0,3544
PCR	0,0181354	0,0355723	0,5098	0,6108
GCR	-0,0273350	0,0755170	-0,3620	0,7178
ITR	-0,0467286	0,0461475	-1,013	0,3126
XTR	-0,0325446	0,0332293	-0,9794	0,3287
MTR	0,0428238	0,0426940	1,003	0,3172
uhat_1	0,719172	0,0743475	9,673	4,04e-018 ***
uhat_2	0,122950	0,0906598	1,356	0,1767
uhat_3	-0,149755	0,0906674	-1,652	0,1003
uhat_4	-0,0433673	0,0747019	-0,5805	0,5623

Неисправленный R-квадрат = 0,529326

Тестовая статистика: LMF = 51,169920,  
p-значение = P(F(4,182) > 51,1699) = 8,11e-029

Альтернативная статистика: TR^2 = 101,630627,  
p-значение = P(Chi-квадрат(4) > 101,631) = 4,42e-021

Ljung-Box Q' = 160,357,  
p-значение = P(Chi-квадрат(4) > 160,357) = 1,23e-033

**8.10-rasm.** Avtokorrelyatsiya hisob kitoblari natijalari.

8. Ushbu hisob-kitob natijalari tahlil qilinadi va qoldiqlarda avtokorrelyatsiya mavjudligi to'g'risida qaror qabul qilinadi.

### **Nazorat savollari**

1. Eng kichik kvadratlar usulining bajarilishi shartlari nimalardan iborat?
2. Gomoskedastlik nima va u qanday aniqlanadi?
3. Qachon regressiya koeffitsientlari samarali hisoblanmaydi?
4. Qoldiqlarni grafiklar yordamida tahlil qilishning algoritmi va ma'nosini tushuntirib bering.
5. Spirmenning ranglar korrelyatsiyasi testining ma'nosini tushuntirib bering.
6. Goldfeld-Kvandt testining algoritmi va ma'nosini izohlab bering.
7. Uayt testini qo'llashni tushuntirib bering.
8. Avtokorrelyatsiyani tekshirishdan nima maqsad kuzlanadi?
9. Avtokorrelyatsiyani aniqlashda qaysi mezondan foydalaniladi?
10. Gretl dasturidan avtokorrelyatsiyani aniqlash jarayonini tushuntirib bering.

## IX bob. VAQTLI QATORLARNI TEKISLASH

### 9.1. Vaqtli qatorlarning tarkibiy tuzilishi va modellari.

### 9.2. Vaqtli qatorlarni tekislash usullari.

### 9.3. Eviews dasturida vaqtli qatorlarni tekislash.

#### 9.1. Vaqtli qatorlarning tarkibiy tuzilishi va modellari

Vaqtli qatorlarni tahlil qilish usullari, trend va trend-mavsumiy vaqtli qatorlar modellarini tuzish va ulardan iqtisodiy jarayonlar rivojlanishini prognoz qilish uchun foydalanish bugungi kunda dolzarb masalalardan hisoblanadi. Bunday usullardan foydalanish zarurati tez-tez paydo bo'ladigan, fond bozori faoliyatini, pul oqimlarini, omborlar va do'konlarda moddiy zaxiralarning o'zgarishini va boshqa ko'pgina hollarda prognoz qilishda qo'llaniladi. Trend va trend-mavsumiy modellarning soddaligi bilan, ayniqsa, qisqa va o'rta muddatli prognozlar uchun algebraik va differentsial tenglamalar tizimlariga asoslangan murakkab iqtisodiy-matematik modellarga qaraganda ishonchli prognozlash natijalarini taqdim etishi mumkin.

Trend va trend-mavsumiy modellar oldingi davrning asosiy omillari va tendensiyalari prognoz davrida davom etadi degan taxminga asoslanadi, yoki ko'rib chiqilgan istiqboldagi tendensiyalarning yo'nalishi va o'zgarishi asosli va hisobga olinishi mumkin, ya'ni iqtisodiy tizimlar sustroq deb taxmin qilinadi. Hozirgi vaqtda iqtisodiy hodisa va jarayonlarning, ayniqsa, tarmoqlar va korxonalar darajasida harakatchanligi ortib bormoqda va statistik kuzatishlarning to'plangan ma'lumotlari foydasiz bo'lib bormoqda. Bunday holda, biz jarayondagi o'zgarishlarga moslasha oladigan kichik miqdordagi yangi ma'lumotlarga asoslangan modellardan – adaptiv modellardan foydalanamiz.

Iqtisodiy tizimlarda sodir bo'ladigan dinamik jarayonlar odatda xronologik tartibda ketma-ket joylashtirilgan ayrim iqtisodiy ko'rsatkichning bir qator qiymatlari sifatida namoyon bo'ladi. Bu ko'rsatkichning o'zgarishi o'rganilayotgan iqtisodiy jarayonning rivojlanib borishini aks ettiradi. Boshqa ko'rsatkichning ketma-ket ortib boruvchi yoki kamayuvchi qiymatlariga qarab tartiblangan bir ko'rsatkich (xususiyat) ning kuzatuvlar ketma-ketligi **dinamik qator**

yoki **dinamika qatori** deb ataladi. Agar vaqt bo'yicha ko'rsatkich qiymatlari tartiblansa, bunday dinamik ketma-ketlikka **vaqtli qator** deyiladi.

Dinamika qatorlarining elementlari bo'lib, kuzatilgan ko'rsatkichning qator darajalari deb ataluvchi qiymatlari va darajalar nazarda tutadigan momentlar va vaqt oraliqlari hisoblanadi. Vaqtdagi ma'lum nuqtalar bilan bog'liq iqtisodiy ko'rsatkichning qiymatlari o'rnatilgan vaqtli qatorlar **moment** (oniy) deyiladi. Masalan, har oyning birinchi kunidagi hisoblardagi qoldiqlar. Agar vaqtli qator darajalari ma'lum vaqt davomida yig'indi, o'rtacha yoki boshqa ba'zi bir agregatsiyalash usuli bilan hosil qilinsa, bunday qator intervalli vaqtli qatorlar deyiladi. Bunga misollar bo'lib, oylar bo'yicha ishlab chiqarilgan mahsulot hajmining qatori va oylar bo'yicha xodimning o'rtacha ish haqining qatorini olish mumkin.

Vaqtli qator uzunligi deganda, kuzatishlarning boshlang'ich momentidan oxirgi momentigacha o'tgan vaqt yoki qator darajalari soni tushuniladi.

Agar vaqtli qator darajalaridagi o'zgarishlar uzoq muddatli ("asriy") qonuniyatni ko'rsatsa, u holda vaqtli qatorda trend bor deb aytiladi. Shunday qilib, **trend** - iqtisodiy jarayon rivojlanishining umumiy yo'nalishini belgilab beradi. O'rganilayotgan iqtisodiy tizimning rivojlanishi uning asosiy ko'rsatkichlari tendensiyasi orqali aks ettiriladigan ekonometrik model - **trend modeli** deb ataladi. Vaqtli qatorlarning trendini aniqlash, shuningdek trend modellarini tuzish va tahlil qilish uchun ehtimollar nazariyasi va matematik statistika apparatidan foydalaniladi. Shu bilan birga, ehtimollar nazariyasi va matematik statistika apparati oddiy statistik to'plamlarni qayta ishlash uchun mo'ljallangan va shuning uchun mazkur usullarni qo'llash ayrim tuzatishlarni talab qiladi. Vaqtli qatorlar va oddiy statistik to'plamlar orasidagi farq shundan iboratki, vaqtli qatorlarning darajalari bir-biriga bog'liq, statistik to'plamda esa elementlar bir-biriga bog'liq bo'lmaydi.

Bundan tashqari, vaqtli qatorlarning darajalari vaqt bo'yicha tartiblangan va ularni vaqt bo'yicha aralashtirish mumkin emas va statistik to'planning elementlari esa tartiblangan hisoblanmaydi. Ushbu elementlarni aralashtirish statistik ko'rsatkichlar (dispersiya, o'rtacha qiymat va boshqalar) ning qiymatlarini o'zgartirmaydi.

**Vaqtli qatorning tarkibiy tuzilishi.** Umumiy holda  $n$  ta  $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_n$  darajalardan tashkil topgan  $Y_t$  iqtisodiy ko'rsatkichning vaqtli qatori to'rtta tarkib tashkil etuvchi elementga ega. Asosiy tarkibiy element bo'lib  $U_t$  trend hisoblanadi va u kuzatilayotgan ko'rsatkichning uzoq vaqt davomida sistematik o'zgarishi mavjudligini belgilaydi. Bundan tashqari, vaqtli qatorlarda asosiy tendensiyaga nisbatan muntazam tebranishlarga yaqin tebranishlar kuzatilishi mumkin. Tabiiy va iqlim sharoitlarining iqtisodiy ko'rsatkichga ta'siri oqibatida bir yil muddatga ega bo'lgan tebranishlar - **mavsumiy tebranishlar**  $V_t$  deb ataladi. Ushbu ta'sir ayniqsa qishloq xo'jaligida, qazib olish tarmoqlarida, shuningdek energiya iste'molida ko'proq namoyon bo'ladi. **Mavsumiylik** deganda, tabiiy omillar ta'siridan kelib chiqqan holda yil davomida ishlab chiqarishning cheklangan vaqti tushuniladi.

Bir yil muddatga ega bo'lgan tebranishlardan tashqari, vaqtli qatorlarda bir necha yil muddatga ega bo'lgan tebranishlar  $C_t$  ni kuzatish mumkin. Bunday tebranishlar **siklik** deb ataladi, ularning mavjudligi jahon xo'jaligining umumiy pasayishi va yuksalishiga bog'liq.

Trend, mavsumiy va siklik komponentlar vaqtli qatorlarning muntazam yoki tizimli komponentalari deb ataladi.

Vaqtli qatordan muntazam komponentalar ajratib olingandan keyin qoladigan tarkibiy qismi - **qoldiq komponenta**  $\varepsilon_t$  deyiladi. Bu iqtisodiy ko'rsatkichning har qanday vaqtli qatorining majburiy qismidir, chunki iqtisodiy jarayonlar har doim qisqa muddatli tasodifiy omillarning zaif ta'siridan kelib chiqadigan kichik o'zgarishlar bilan birga keladi. Trend modelini tuzishda zarur bo'lgan vaqtli qatorning tizimli komponentalari to'g'ri tanlangan bo'lsa, u holda qoldiq komponenta quyidagi xususiyatlarga ega bo'ladi:

- qiymatlar o'zgarishining tasodifiyligi;
- normal taqsimot qonuniga mos kelishi;
- matematik kutilishning nolga teng bo'lishi;
- darajalar qiymatlarining bir-biriga bog'liq bo'lmasligi, ya'ni avtokorrelyatsiya mavjud emasligi.

Trend modellarining adekvatligini tekshirish qoldiqlar ketma-ketlikgi darajasida ushbu to'rtta xususiyatning mavjudligini tekshirishga asoslangan.

Agar vaqtli qator mos komponentalar yig'indisi sifatida ifodalansa, u holda olingan model additiv deyiladi va quyidagi ko'rinishga ega:

$$Y_t = U_t + V_t + C_t + \varepsilon_t.$$

Agar komponentalar ko'paytirilsa, u holda multiplikativ modelga ega bo'lamiz:

$$Y_t = U_t \cdot V_t \cdot C_t \cdot \varepsilon_t.$$

Shuningdek, quyidagi ko'rinishdagi aralash model ham mavjud:

$$Y_t = U_t \cdot V_t \cdot C_t + \varepsilon_t.$$

Aksariyat hollarda, vaqtli qatorlarni tahlil qilishda  $C_t$ -siklik komponentaning mavjudligiga e'tibor berilmaydi, agar siklik komponentani hisobga olish zarur bo'lsa, uni ajratish uchun spektral tahlilga asoslangan maxsus usullardan foydalaniladi.

## 9.2. Vaqtli qatorlarni tekislash usullari

Vaqtli qatorlarni oldindan qayta ishlash, qatordagi anomal qiymatlarni aniqlash va qatorlarni tekislashdan iborat. Vaqtli qatorlarning anomal qiymatlari o'rganilayotgan iqtisodiy tizim salohiyatiga mos kelmaydi va ulardan trend modelini tuzishda foydalanilsa, olinadigan natijalar ancha buzilishi mumkin.

Anomal darajalarning paydo bo'lish sabablari bo'lib, axborotlarni yig'ish, qayta ishlash va uzatishdagi texnik xatolar bo'lishi mumkin. Bunday xatolar **birinchi turdagi xatolar** deb ataladi, ularni aniqlash va bartaraf etish mumkin yoki ularning oldini olish choralari ko'rilishi mumkin. Bundan tashqari, anomal darajalar epizodik tarzda harakat qiladigan ob'ektiv xarakterda bo'lgan omillar ta'siri tufayli yuzaga kelishi mumkin.

Bunday xatolar **ikkinchi turdagi xatolar** deyiladi, ularni bartaraf etib bo'lmaydi, lekin ular anomal qiymatni ikki qo'shni darajadagi arifmetik o'rtachaga almashtirish orqali ko'rib chiqishdan chiqarib tashlash mumkin.

Qatorning anomal qiymatlarini aniqlash uchun Irvin mezonidan foydalaniladi, unga ko'ra  $Y_t$  nuqta anomal hisoblanadi, agar u avvalgi  $Y_{t-1}$  nuqtadan o'rtacha kvadratik chetlanishdan katta qiymatda joylashgan bo'lsa:



$$\lambda_t = \frac{|Y_t - Y_{t-1}|}{\sigma},$$

bu yerda  $\lambda_t$  - Irvin mezon:  $\sigma$  - o'rtacha kvadratik chetlanish.

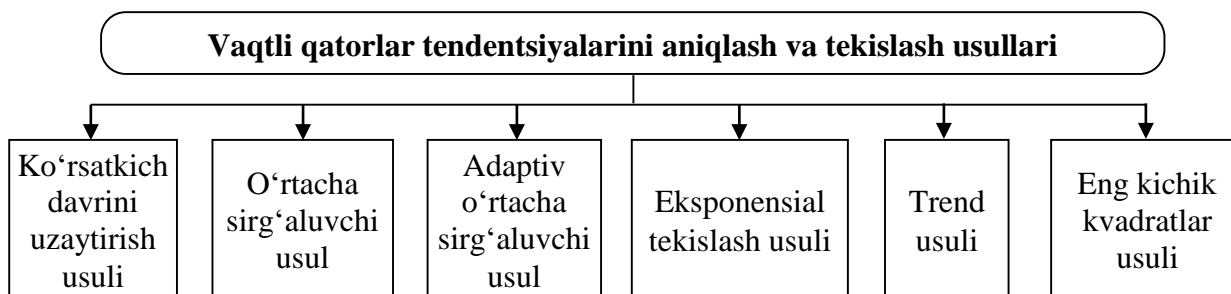
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2}{n-1}}.$$

Agar  $\lambda_t > \lambda_{\text{jadval}}$  bo'lsa, nuqta anomal hisoblanadi. Vaqtli qator uzunligi (kuzatuvlar soni) ortishi bilan  $\lambda_{\text{jadval}}$  ning jadval qiymatlari kamayib boradi, ularning qiymatlari quyidagi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

$n$	10	20	30	50	100
$\lambda_{\text{jadval}}$	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0

Vaqtli qatorlarni tekislash va tendensiyalarini aniqlashning bir qator usullari mavjud. Mazkur usullar yordamida turli xil va kuzatuvlar soniga ega bo'lgan hamda xususiyatlari bir-biridan farq qiluvchi vaqtli qatorlar tendensiyalari aniqlanadi va tekislanadi (9.1-rasm).



9.1-rasm. Vaqtli qatorlarni tekislash usullari

Har bir usulning imkoniyatlari va xususiyatlarini ko'rib chiqamiz.

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

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

Ularni toq yoki juft sonda olinadigan qator ko'rsatkichlari asosida hisoblash mumkin.

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

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

$$y_k = \frac{\sum_{t=k}^{p+k} y_t}{p}, \quad (k = 1, 2, \dots, n - p + 1) \quad (9.1)$$

bu yrda,  $p$  – 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 quyidagi:

$$y_t = \sum_{i=0}^k a_i t^i, \quad (9.2)$$

funksiyaning to'la darajasini olaylik.

Uning parametrlari

$$a_0 \sum_{-p+1}^{p+1} t^i + a_1 \sum_{-p+1}^{p+1} t^{i+1} + \dots + a_k \sum_{-p+1}^{p+1} t^{i+k} = \sum_{-p+1}^{p+1} y_t t^{ii}, \quad (9.3)$$

tenglamasi yordamida eng kichik kvadratlar usuli bilan aniqlanadi.

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

$$a_0 = b_1 y_1 + b_2 y_2 + \dots + b_{2p+1} y_{2p+1} \quad (9.4)$$

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

**Adaptiv o'rtacha sirg'aluvchi usuli.** Hozirgi kunda bir o'lchamli vaqtli qatorlarni tadqiq qilish va prognoz qilishning eng istiqbolli yo'nalishlaridan biri adaptiv usullardir.

Vaqtli qatorlarni qayta ishlashda, odatda, eng qimmatli axborot oxirgi davr hisoblanadi, chunki ko'rib chiqilayotgan butun davr mobaynida o'rtacha rivojlangan tendensiya emas, balki hozirgi vaqtda mavjud bo'lgan tendensiya qanday rivojlanishini bilish kerak. Adaptiv usullar vaqtli qator darajalarining turli axborot qiymatini, ma'lumotlarning "eskirganlik" darajasini hisobga olish imkonini beradi.

O'sish egri chiziqlari asosida ekstrapolyatsiya yo'li bilan prognozlash ma'lum darajada moslashuv elementini ham o'z ichiga oladi, chunki "yangi" haqiqiy ma'lumotlarni olish bilan egri chiziqlar parametrlari yangidan qayta hisoblanadi. Yangi ma'lumotlarning keliishi ilgari tanlangan egri chiziqning boshqa model bilan almashtirilishiga ham olib kelishi mumkin. Biroq, bu holatda moslashish darajasi juda ahamiyatsiz, bundan tashqari, vaqtli qatorning uzunligi ortishi bilan kamayadi, chunki har bir yangi nuqtaning "og'irligi" kamayadi. Adaptiv usullarda darajalarning "yoshiga" qarab turlicha qiymatlarini shu darajalarga tayinlangan vaznlar tizimi yordamida hisobga olish mumkin.

Adaptiv modelning koeffitsientlari, odatda, rekurrent usulida aniqlanadi va u eng kichik kvadratlar usuli, maksimal o'zgaruvchanlik usuli va boshqa usullardan farqli jihati - yangi ma'lumotlar qiritilganda qaytadan hisob-kitob qilishni talab qilmaydi.

Adaptiv sirg'aluvchi usulning boshqa o'rtacha sirg'aluvchi usullardan shu bilan farq qiladiki, unda ikkita sirg'aluvchi o'rtachalarni hisoblash davrini modifikatsiyalash uchun muddatlarni o'zgartirishdan foydalaniladi. Ushbu ikkita sirg'aluvchilar tez (qisqa davr bilan) va sekin (uzoq davr bilan) deb ataladilar. Volatillik (o'zgaruvchanlik) o'zgaruvchilar parametrlarini aniqlash uchun ekstremal qiymatlardan foydalanib topiladi. Keyin volatillik (o'zgaruvchanlik) qiymatlari kuzatuvlardagi o'zgaruvchanlikning minimal va maksimal qiymatlari bilan taqqoslanadi.

**Eksponeensial tekislash usuli** - vaqtli qatorlarni tekislash va prognozlashning eng samarali usullaridan biridir.

Vaqtli qatorni eksponeensial tekislash uchun quyidagi rekurrent tenglamadan foydalaniladi:

$$S_t = \alpha y_t + \beta S_{t-1} \quad (9.5)$$

bu yerda  $S_t$  -  $t$  momentda eksponeensial o'rtachaning qiymati;

$\alpha$  - teksilash parametri,  $\alpha = const$ ,  $0 < \alpha < 1$ ;

$$\beta = 1 - \alpha.$$

Agar (9.5) nisbatni ketma-ket foydalansak, u holda  $S_t$  eksponensial o'rtachani vaqtli qatorning qiymatlarining avvalgi darajalari orqali ifodalash mumkin.  $n \rightarrow \infty$  intilganda

$$S_t = \alpha \sum_{i=0}^n \beta \cdot y_{t-i} \quad (9.6)$$

Shunday qilib,  $S_t$  miqdorvaqtli qator barcha hadlarining tortilgan yig'indisi hisoblanadi.

Bundan tashqari, ketma-ketlikning alohida darajalarining vaznlari, eksponensial funksiyaga ko'ra, o'tmishga qaytganda kamayadi (kuzatuvlarning "yoshiga" qarab). Shuning uchun ham bu miqdor eksponensial o'rtacha deb ataladi.

Masalan,  $\alpha = 0,3$  bo'lsin. U holda joriy kuzatuv  $y_t$  ning vazni  $\alpha = 0,3$  ga teng, avvalgi daraja  $y_{t-1}$  ning vazni  $\alpha \times \beta = 0,3 \times 0,7 = 0,21$  ga mos keladi;  $y_{t-2}$  daraja uchun vazn  $\alpha \times \beta^2 = 0,3 \times 0,7^2 = 0,3 \times 0,49 = 0,147$  ga teng;  $y_{t-3}$  daraja uchun vazn  $\alpha \times \beta^3 = 0,3 \times 0,7^3 = 0,3 \times 0,343 = 0,1029$  ga teng va hokazo.

Faraz qilaylik, vaqtli qator modeli quyidagi ko'rinishga ega bo'lsin:

$$y_t = a_1 + e_t.$$

Ingliz matematigi R.Braun vaqtli qatorning matematik kutilishi va eksponensial o'rtachasi bir-biriga to'g'ri kelishini, ammo bir vaqtning o'zida eksponensial o'rtachaning dispersiyasi  $D[S_t]$  vaqtli qator dispersiyasi ( $\sigma^2$ ) dan kichik ekanligini ko'rsatib bergan.

$$D[S_t] = \frac{\alpha}{2 - \alpha} \sigma^2, \quad (9.7)$$

(9.7) dan ko'rish mumkinki,  $\alpha$  ning yuqori qiymatida eksponensial o'rtachaning dispersiyasi vaqtli qator dispersiyasidan biroz farq qiladi.  $\alpha$  ning qiymati kamayishi bilan eksponensial o'rtachaning dispersiyasi qisqaradi, eksponensial o'rtachaning dispersiyasi vaqtli qator dispersiyasiga nisbatan ortib boradi. Shunday qilib, eksponensial o'rtacha "filtr" rolini o'ynab, vaqtli qatordagi tebranishlarni kamaytiradi.

Shunday qilib, bir tomondan eng yangi kuzatuvlar vaznini oshirish kerak, bu esa  $\alpha$  ni (9.6 ga binoan) oshirish orqali bajariladi, boshqa tomondan tasodifiy chetlanishlarni tekislash uchun  $\alpha$  ni kamaytirish zarur. Ushbu ikkita talab bir-biriga zid hisoblanadi. Tekislash parametri

$\alpha$  parametrining kompromiss qiymatini topish uchun optimallashtirish masalasi tuziladi.

Qisqa muddatli prognozlash uchun eksponensial o'rtachadan foydalanishda qator modeli quyidagi ko'rinishga ega deb faraz qilinadi:

$$y_t = a_{1,t} + e_t,$$

bu yerda  $a_{1,t}$  - vaqtli qatorning vaqt bo'yicha o'zgaruvchan o'rtacha darajasi;

$e_t$  - matematik kutilishi nolga va dispersiyasi  $\sigma^2$  teng bo'lgan tasodifiy korrelyatsiyalanmagan (bog'lanmagan) chetlanishlar.

Prognoz modeli quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$\hat{y}_t(t) = \hat{a}_{1,t},$$

bu yerda  $\hat{y}_t(t)$  -  $\tau$  birlik (qadam) vaqt oldinga  $t$  vaqtga qilingan prognoz;

$\hat{a}_{1,t}$  -  $a_{1,t}$  ning bahosi (qiymatning ustidagi  $\wedge$  belgi bahoni bildiradi).

Modelning yagona  $\hat{a}_{1,t}$  parametri eksponensial o'rtacha bilan aniqlanadi:

$$\hat{a}_{1,t} = S_t$$

$$\hat{a}_{1,0} = S_t$$

(9.5) ifodani hadlarini guruhlashtirib boshqacha ifodalash mumkin:

$$S_t = S_{t-1} + \alpha(y_t - S_{t-1}). \quad (9.8)$$

$(y_t - S_{t-1})$  miqdorni prognozning xatoligi deb qarash mumkin. U holda yangi  $S_t$  prognoz avvalgi prognozni xatosini hisobga olgan holda tuzatish natijasida olinadi. Modelning adaptatsiyasi mana shundan iborat.

**Misol.** "Samauto" korxonasi aksiyalari kursi (9.1-javdal) bo'yicha vaqtli qator uchun eksponensial o'rtachani hisoblang. Eksponensial o'rtachaning boshlang'ich qiymati sifatida qatorning birinchi 5 ta darajalari qiymatini oling. Hisob-kitoblar  $\alpha$  adaptatsiya parametrlarining ikkita turli qiymatlari uchun amalga oshirilsin:

a)  $\alpha = 0,1$ ;

b)  $\alpha = 0,5$ .

$\alpha = 0,1$  va  $\alpha = 0,5$  da olingan eksponentsial o'rtachalar qatorlari va dastlabki vaqtli qatorning grafiklarini taqqoslang. Qaysi qator eng silliqlangan ekanligini aniqlang.

9.1-jadval

"Samauto" korxonasi aksiyalari kursi, (ming so'm)

$t$	$Y_t$	$t$	$Y_t$	$t$	$Y_t$
1	510	11	494	21	523
2	497	12	499	22	527
3	504	13	502	23	523
4	510	14	509	24	528
5	509	15	525	25	529
6	503	16	512	26	538
7	500	17	510	27	539
8	500	18	506	28	541
9	500	19	515	29	543
10	495	20	522	30	541

### Yechish:

1.  $S_0$  ni aniqlaymiz

$$S_0 = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 y_i = \frac{1}{5} (510 + 497 + 504 + 510 + 509) = 506$$

2.  $\alpha = 0,1$  bo'lganda eksponensial o'rtachani qiymatini topamiz.

$\alpha = 0,1$  - shart bo'yicha  $S_t = \alpha x_t + (1 - \alpha)S_{t-1}$

$$S_1 = \alpha x_1 + (1 - \alpha)S_0;$$

$$S_1 = 0,1 \cdot 510 + 0,9 \cdot 506 = 506,4;$$

$$S_2 = \alpha x_2 + (1 - \alpha)S_1;$$

$$S_2 = 0,1 \cdot 497 + 0,9 \cdot 506,4 = 505,46;$$

$$S_3 = \alpha x_3 + (1 - \alpha)S_2;$$

$$S_3 = 0,1 \cdot 504 + 0,9 \cdot 505,46 = 505,31 \text{ va hokazo.}$$

$\alpha = 0,5$  bo'lganda eksponensial o'rtachani qiymatini topamiz.

$\alpha = 0,5$  - shart bo'yicha  $S_t = \alpha x_t + (1 - \alpha)S_0$ .

$$S_1 = 0,5 \cdot 510 + 0,5 \cdot 506 = 508,0$$

$$S_2 = \alpha x_2 + (1 - \alpha)S_1;$$

$$S_2 = 0,5 \cdot 497 + 0,5 \cdot 508,0 = 502,5 \text{ va hokazo.}$$

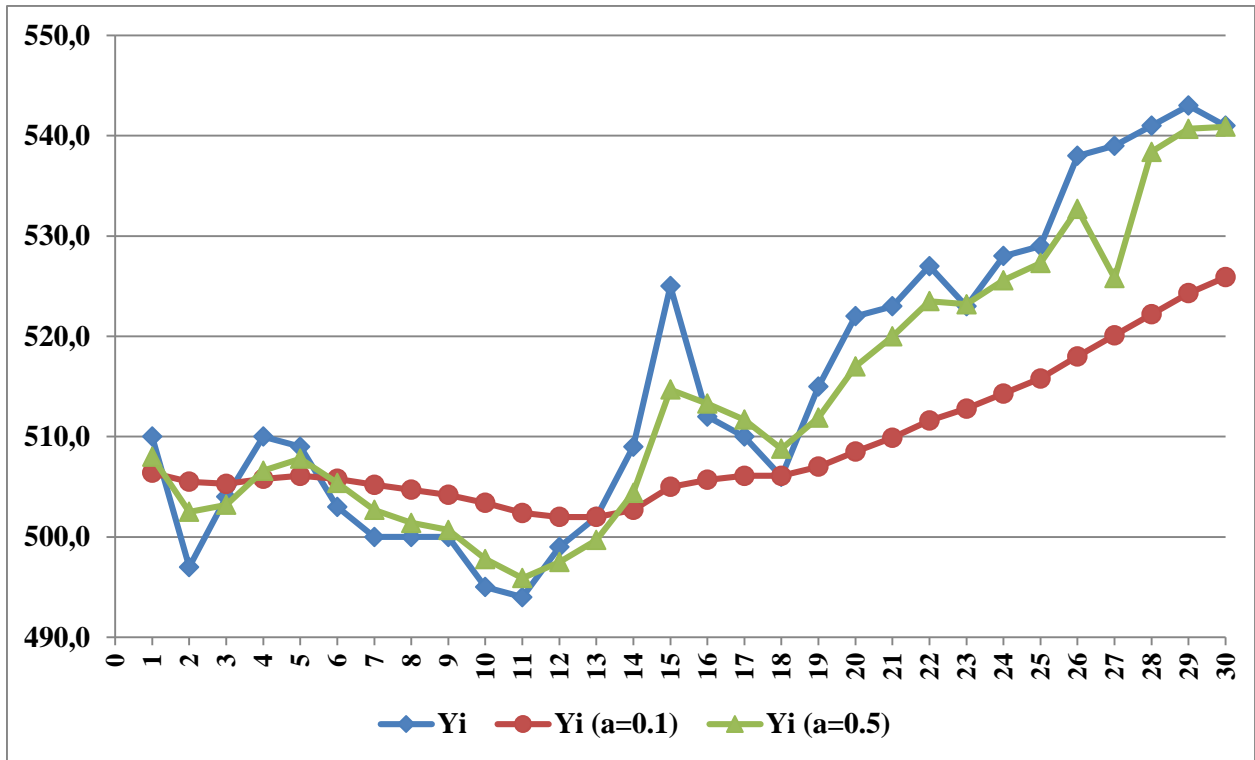
Hisob-kitoblar natijasi 9.2-jadvalda keltirilgan.

9.2-jadval

Ekspontensial o'rtachalar

<i>t</i>	Ekspontensial o'rtacha		<i>t</i>	Ekspontensial o'rtacha	
	$\alpha=0,1$	$\alpha=0,5$		$\alpha=0,1$	$\alpha=0,5$
1	506,4	508,0	<b>16</b>	505,7	513,3
2	505,5	502,5	<b>17</b>	506,1	511,7
3	505,3	503,2	<b>18</b>	506,1	508,8
4	505,8	506,6	<b>19</b>	507,0	511,9
5	506,1	507,8	<b>20</b>	508,5	517,0
6	505,8	505,4	<b>21</b>	509,9	520,0
7	505,2	502,7	<b>22</b>	511,6	523,5
8	504,7	501,4	<b>23</b>	512,8	523,2
9	504,2	500,7	<b>24</b>	514,3	525,6
10	503,4	497,8	<b>25</b>	515,8	527,3
11	502,4	495,9	<b>26</b>	518,0	532,7
12	502,0	497,5	<b>27</b>	520,1	525,8
13	502,0	499,7	<b>28</b>	522,2	538,4
14	502,7	504,4	<b>29</b>	524,3	540,7
15	505,0	514,7	<b>30</b>	525,9	540,9

Haqiqiy, ekspontensial o'rtacha 0,1 va 0,5 bo'lganda grafiklar quyidagicha bo'ladi (9.2-rasm)



9.2-rasm. Eksponentsial o‘rtachalar qatorlari va dastlabki vaqtli qatorning grafiklari

### 9.3. Eviews dasturida vaqtli qatorlarni tekislash

Eviews dasturi vaqtli qatorlarni tekislash usullaridan bir nechasi amalga oshirilgan. Jumladan, *MA* (*moving average*) - o‘rtacha sirg‘aluvchilar usuli, *AR1* (*auto regressive 1*) - avtoregression usullar va boshqalar.

Eviews dasturida *q*-tartibdagi o‘rtacha sirg‘aluvchi modellarni ko‘rib chiqamiz. O‘rtacha sirg‘aluvchi modellarni baholash Eviews dasturida o‘rnatilgan maxsus *ma(1)*, *ma(2)*..., funksiyalar yordamida amalga oshiriladi. Masalan, quyidagi

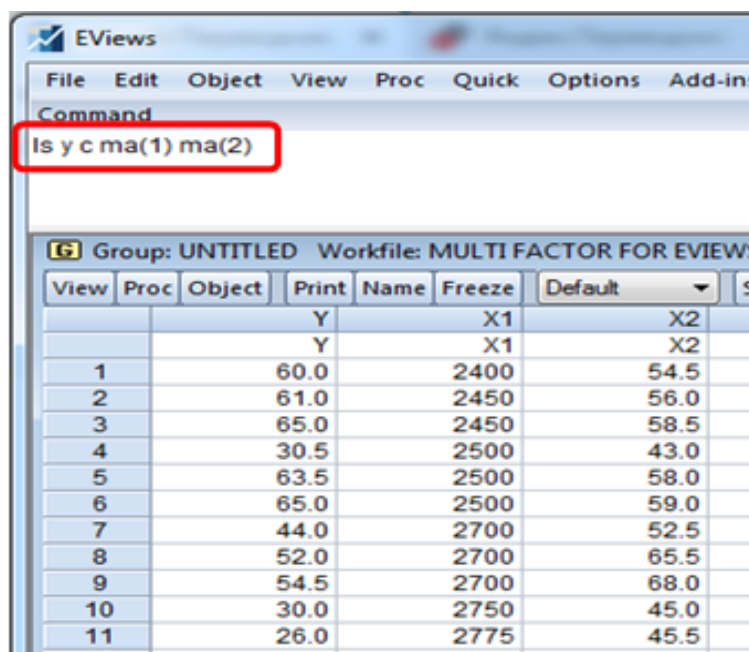
$$y_t = \alpha_0 + \varepsilon_t + \beta_1 \varepsilon_{t-1} + \beta_2 \varepsilon_{t-2} + \beta_3 \varepsilon_{t-3}$$

ko‘rinishdagi modelni baholash zarur bo‘lsa, u holda buyruqlar oynasida quyidagi buyruqni kiritish lozim

**y c ma(1) ma(2) ma(3)**

Keyin, avtoregression modellarga o‘xshash tenglama spetsifikatsiyasiga regressiya tenglamasidagi qatnashadigan barcha zarur bo‘lgan o‘rtacha sirg‘aluvchilarning tartiblarini **ma(q)** kiritiladi.





9.3-rasm. O‘rtacha sirg‘aluvchilar (*MA*) usulidan foydalanish

Berilgan masalaning 2 tartibdagi (*MA(2)*) o‘rtacha sirg‘aluvchi usuli bilan yechilishi quyidagi 9.4-rasmda keltirilgan.

The screenshot shows the 'Estimate' tab of the EViews software. It displays the following information:

- Equation: UNTITLED Workfile: MULTI FACTOR FOR EVIEW...
- View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids
- Dependent Variable: Y
- Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)
- Date: 04/08/21 Time: 11:59
- Sample: 1 31
- Included observations: 31
- Convergence achieved after 8 iterations
- Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	41.02841	3.423249	11.98523	0.0000
MA(1)	0.344058	0.193936	1.774078	0.0873
MA(2)	0.070164	0.221865	0.316245	0.7542
SIGMASQ	181.5572	59.59528	3.046504	0.0051

R-squared	0.133010	Mean dependent var	40.98387
Adjusted R-squared	0.036678	S.D. dependent var	14.71025
S.E. of regression	14.43796	Akaike info criterion	8.301350
Sum squared resid	5628.274	Schwarz criterion	8.486381
Log likelihood	-124.6709	Hannan-Quinn criter.	8.361666
F-statistic	1.380744	Durbin-Watson stat	1.890632
Prob(F-statistic)	0.269890		

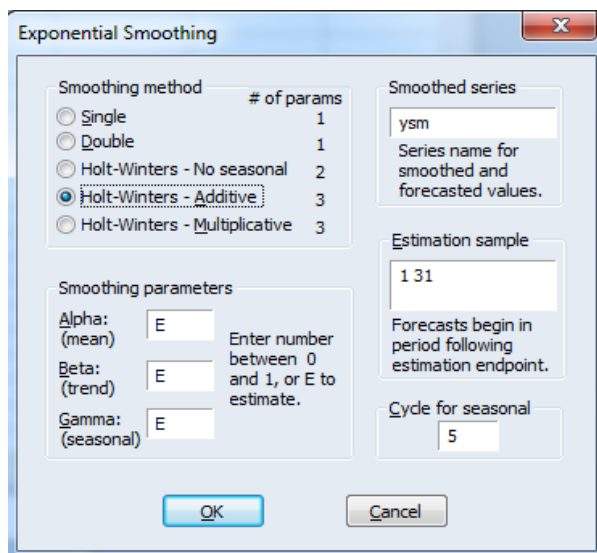
Inverted MA Roots	-0.17-0.20i	-0.17+0.20i
-------------------	-------------	-------------

9.4-rasm. Sirg‘aluvchi o‘rtacha *MA(2)* modeli

Modelni quyidagicha yozib olamiz:

$$\hat{y}_{1t} = 41,028 + 0,344 \cdot e_{t-1} + 0,07 \cdot e_{t-2}$$

Eviews dasturida eksponensial tekislash usuli ham amalga oshirilgan. Eksponensial tekislash modelini tanlash oynasini chaqirish va uning parametrlarini berish uchun **Proc/Exponential Smoothing (Harakatlar/Eksponensial tekislash)** punktini tanlaymiz (9.5-rasm).



9.5-rasm. Eksponensial tekislash modeli tanlash va parametrlarini o‘rnatish

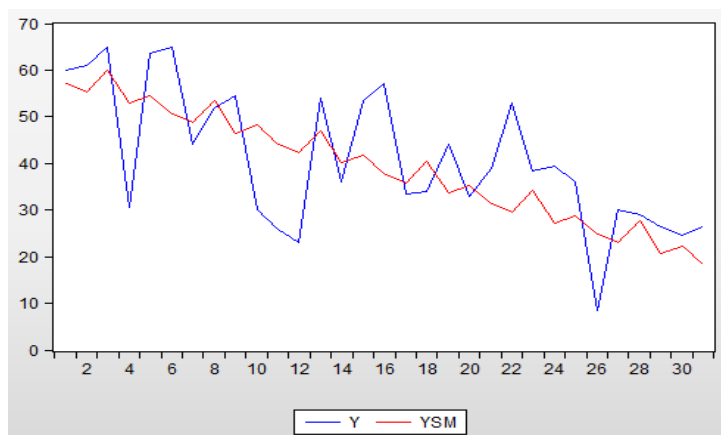
Barcha parametrlar o‘rnatilgandan keyin OK knopkasi bosilganda quyidagi natijalarga ega bo‘lamiz (9.6-rasm).

Series: X1 Workfile: MULTI FACTOR FOR ...		
View	Proc	Object
Date: 04/08/21	Time: 13:32	
Sample: 1 31		
Included observations: 31		
Method: Holt-Winters Additive Seasonal		
Original Series: X1		
Forecast Series: X1SM		
<hr/>		
Parameters:	Alpha	0.4000
	Beta	0.6000
	Gamma	0.0000
Sum of Squared Residuals		174266.7
Root Mean Squared Error		74.97671
<hr/>		
End of Period Levels:	Mean	3772.889
	Trend	138.6212
	Seasonals:	27 33.73333
		28 1.666667
		29 -1.233333
		30 -8.300000
		31 -25.86667

6-rasm. Eksponensial tekislash modeli parametrlarini baholash natijalari

Qoldiqlar kvadrati yig'indisi (**Sum of Squared Residuals**) 174266.7 ga, o'rtacha kvadratik xato (**Root Mean Squared Error**) 74,9767 ga teng bo'lgan. Tekislash parametri **alpha**=0,4, trendni tekislash parametri **beta**=0,6, mavsumiy tekislash parametri **gamma**=0 ga teng. Mavsumiy samaralar (**Seasonals**) 27-kuzatuvda=33,733, 28-kuzatuvda=1,667, 29-kuzatuvda=-1,233, 30-kuzatuvda=-8,3 va 31-kuzatuvda=-25,867 ga teng bo'ldi.

Natijaviy ko'rsatkich  $u$  va eksponensial tekislash usuli asosida hisoblangan  $y_{\text{hisob}}$  ning grafiklari quyidagi 9.7-rasmida keltirilgan.



9.7-rasm. Natijaviy ko'rsatkich  $u$  ning haqiqiy va eksponensial tekislash usuli asosida hisoblangan qiymatlari grafiği

Rasmdan ko'rish mumkinki, natijaviy ko'rsatkich  $u$  ning haqiqiy qiymatlaridan ko'ra eksponensial tekislash usuli asosida hisoblangan qiymatlari ancha tekislangan ekanligini ko'rish mumkin.

### Nazorat savollari

1. Vaqtli qatorlar qanday tarkibiy elementlarga ega?
2. Trend va trend-mavsumiy modellarning xususiyatlari nimada?
3. Dinamik qator va vaqtli qatorning farqi nimada?
4. Trend deb nimaga aytiladi?
5. Qoldiq komponenta nima va u qanday hisoblanadi?
6. Vaqtli qatorlarning qanday modellari mavjud?
7. Vaqtli qatorlarning tekislash usullari tasnifini aytib bering.
8. Birinchi va ikkinchi turdagi xatolar mazmunini tushuntirib bering.
9. Qaysi hollarda Irvin mezonidan foydalaniladi?
10. O'rtacha sirg'aluvchi va eksponensial tekislash usullarining xususiyatlarini tushuntirib bering.

## **X bob. IQTISODIY JARAYONLARNING ASOSIY EKONOMETRIK MODELLARI**

**10.1. Additiv va multiplikativ modellar.**

**10.2. Statsionar vaqtli qatorlar.**

**10.3. Avtokorrelyatsion funksiyalar.**

**10.4. Korrelogrammalar.**

**10.5. Eviews dasturida avtokorrelyatsion va xususiy avtokorrelyatsion funksiyalarini tuzish.**

### **10.1. Additiv va multiplikativ modellar**

Vaqtli qatorlar va ular bilan olib boriladigan turli hisob-kitoblar, ular asosida modellar tuzish va tahlil qilish ekonometrikaning asosiy ob'ektlaridan biri hisoblanadi.

Vaqtli qatorlar nazariyasida vaqtli qatorlar modellarini yozishning ikki xil usuli qo'llaniladi. Birinchi usulda vaqtli qator elementlarining qiymatlariga uning barcha komponentlarining ta'siri additiv deb taxmin qilishga asoslangan. Bu holda vaqtli qator modeli additiv deyiladi va quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$x(t) = T(t) + S(t) + C(t) + \varepsilon(t) \quad (10.1)$$

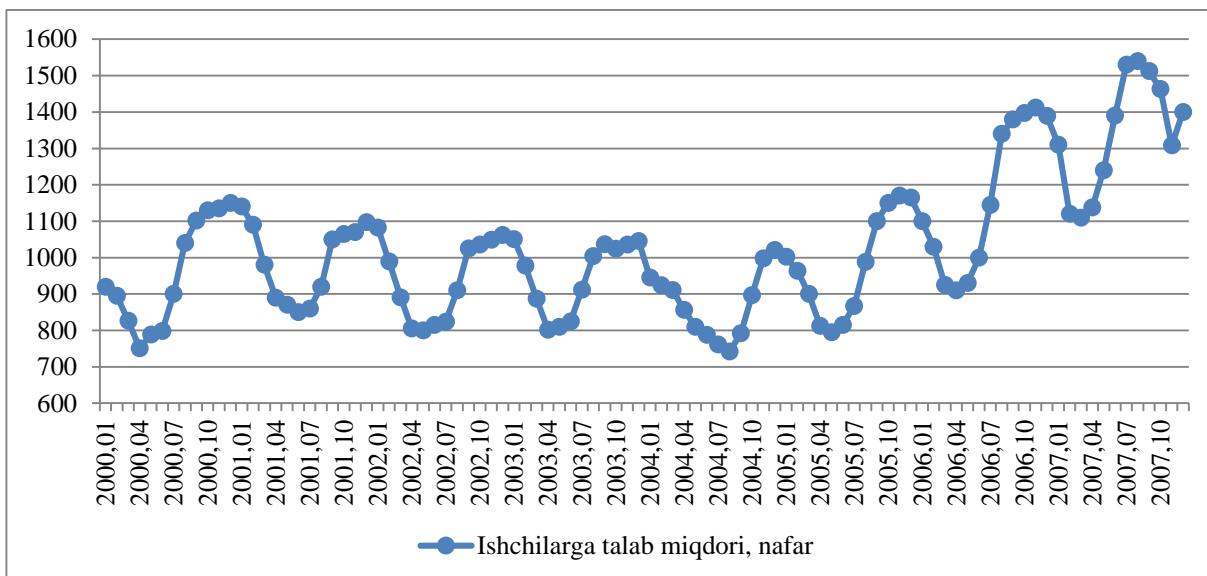
Modelni yozishning ikkinchi usulida vaqtli qator komponentlarining  $x(t)$  ga multiplikativ xarakterda ta'sir qiladi deb faraz qilinadi. Bu holda vaqtli qator modeli multiplikativ deb ataladi va quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$x(t) = T(t) \cdot S(t) \cdot C(t) \cdot \varepsilon(t) \quad (10.2)$$

Vaqtli qatorning additiv yoki multiplikativ modelini tanlash vaqtli qator dinamikasini tahlil qilish asosida amalga oshiriladi.

Agar vaqtli qator qiymatlarining davriy tebranishlari nisbatan doimiy amplitudaga ega bo'lsa, additiv modeldan foydalangan ma'qul (10.1)

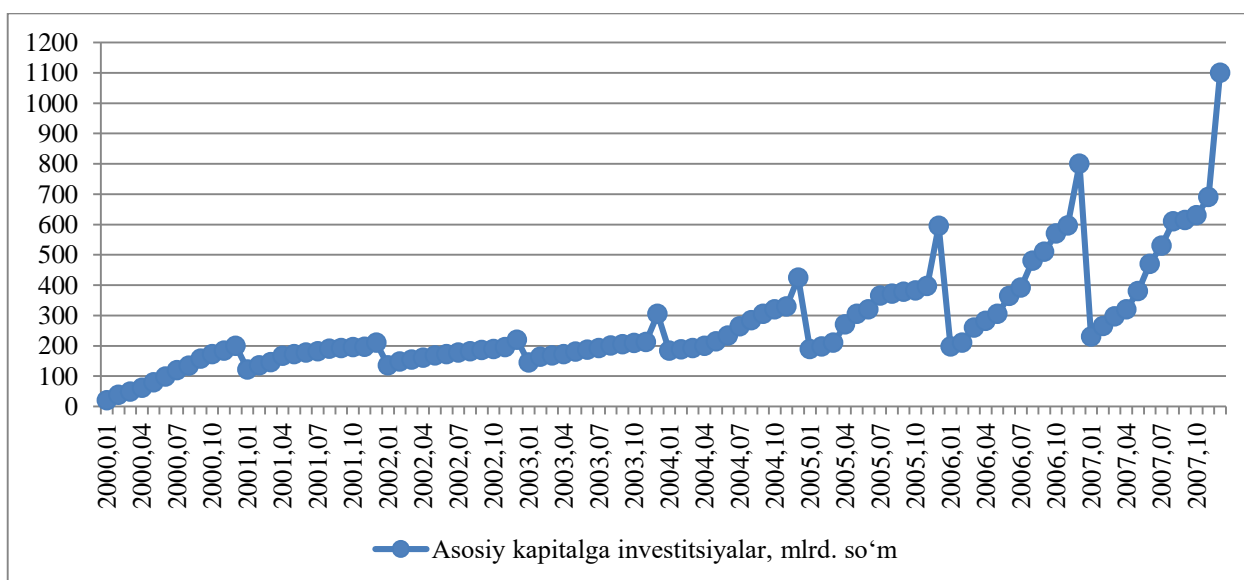
Misol. 10.1-rasmda keltirilgan ishchilarga bo'lgan talab dinamikasi aynan additiv model bilan yaxshi ifodalanadi.



10.1-rasm. Ishchilarga bo‘lgan talab miqdori, nafar

Multiplikativ modeldan (10.2) vaqt o‘tishi bilan tebranishlar amplitudasi o‘zgargan vaziyatlarda foydalanish maqsadga muvofiqdir. Qoidaga ko‘ra, odatda rivojlanayotgan iqtisodiy jarayonlar bunday xususiyatlarga ega bo‘ladi.

Misol. 10.2-rasmda keltirilgan O‘zbekiston Respublikasi sanoat tarmog‘ining asosiy kapitaliga kiritilayotgan investitsiyalarni ko‘rsatish mumkin.



10.1-rasm. Sanoat tarmog‘ining asosiy kapitaliga kiritilayotgan investitsiyalar, mlrd. so‘m

Keyinchalik faqat (10.1) additiv modellarning tahlilini ko‘rib chiqamiz, chunki (10.2) multiplikativ modelning chap va o‘ng tomonlarini logarifmlab, additiv shaklga keltirish mumkin. Yana shuni ta’kidlash kerakki, (10.1) modelda vaqtli qatorlarning barcha to‘rtta komponentalarining ishtirok etishi majburiy emas. Masalan, vaqtli qator trend yok siklik tebranishlarga ega bo‘lmasligi mumkin. Vaqtli qatorlarda doimo ishtirok etuvchi yagona komponenta bu - tasodifiy komponentadir  $\varepsilon(t)$ .

Vaqtli qator tahlili jarayoni quyidagi bosqichlarning ketma-ketligini bajarilishni ko‘zda tutadi.

1-bosqich. **Vaqtli qator strukturasi** aniqlash, ya’ni (10.1) yoyilganda mavjud bo‘lishi kerak bo‘lgan tasodifiy bo‘lmagan funksiyalar to‘plamini shakllantirish.

2-bosqich. Birinchi bosqichda isbotlangan, ya’ni mavjud bo‘lishi kerak bo‘lgan tasodifiy bo‘lmagan funksiyalarni **baholash** (parametrlarini hisoblash).

3-bosqich. Tasodifiy omillar ta’sirini ifodalovchi  $\varepsilon(t)$  uchun **model tuzish** (qoldiqlar modelini tuzish).

Tahlil uchun eng oddiy holat bo‘lib, faqat tasodifiy komponentni o‘z ichiga olgan modelni keltirish mumkin. Bunday modellarni tuzish odatda statsionar vaqtli qatorlar nazariyasi doirasida amalga oshiriladi.

## 10.2. Statsionar vaqtli qatorlar

Statsionar vaqtli qatorlar deganda shunday vaqtli qatorlar tushuniladiki, ularning elementlari doimiy matematik kutilish va doimiy dispersiyaga ega bo‘lgan tasodifiy o‘zgaruvchilar hisoblanadi. Statsionar vaqtli qatorlarning ikki turi mavjud.

1. Vaqtli qator kuchsiz statsionar (keng ma’noda statsionar) deyiladi, agar:

- vaqtli qator elementlarining matematik kutilishi va dispersiyasi doimiy bo‘lsa:

$M[x(t)] = a$ ;  $D[x(t)] = \sigma^2$  mumkin bo‘lgan barcha  $t$  lar uchun;

- vaqtli qatorning turli elementlari o‘rtasida kovariatsiya ushbu elementlarning faqat bir-biriga nisbatan vaqtda siljishiga bog‘liq:

$\text{cov}[x(t), x(t + \tau)] = \gamma(\tau)$  mumkin bo‘lgan barcha  $t, \tau$  lar uchun;

2. Vaqtli qator qat'iy statsionar deyiladi (tor ma'noda statsionar), agar vaqtli qator  $x(t_1), x(t_2), \dots, x(t_m)$  ning  $m$  qiymatlarining birgalikdagi ehtimollar taqsimoti, barcha mumkin bo'lgan  $m, t_1, t_2, \dots, t_m, \tau$  lar uchun  $\tau: x(t_1 + \tau), x(t_2 + \tau), \dots, x(t_m + \tau)$  miqdorga vaqt bo'yicha surilgan vaqtli qator  $m$  qiymatlarining ehtimollar taqsimotiga mos kelsa.

Agar  $a, \sigma^2$  va  $\gamma(\tau)$  chekli bo'lsa, u holda tor ma'noda keltirilgan statsionarlikdan keng ma'nodagi statsionarlikka o'tiladi.

Statsionar vaqtli qatorga oddiy misol bo'lib "oq shovqin" ni keltirish mumkin. Bunday vaqtli qator elementlari matematik kutilishi nolga teng va doimiy dispersiyaga ega bo'lgan bog'liq bo'lmagan tasodifiy miqdorlar ko'rinishida namoyon bo'ladi. Agar ushbu tasodifiy miqdorlar taqsimoti normal taqsimot bo'lsa, u holda vaqtli qator Gauss oq shovqini deb ataladi.

Ergodiklikning (ergodik jarayon - bu vaqtli qatorning xususiyatlaridan bo'lgan, masalan, dispersiyani yetarli uzun tanlamadan xulosa chiqarish mumkin bo'lgan jarayon tushuniladi) ayrim qo'shimcha shartlari bajarilganda mavjud kuzatuvlar  $x(1), x(2), \dots, x(N)$  bo'yicha statsionar vaqtli qatorning asosiy statistik xarakteristikalarini baholash mumkin.

$$\hat{a} = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N x(t);$$

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{t=1}^N [x(t) - \hat{a}]^2;$$

$$\hat{\gamma}(\tau) = \frac{1}{N-1} \sum_{t=1}^{N-\tau} [x(t) - \hat{a}][x(t+\tau) - \hat{a}]$$

$\gamma(\tau)$  funksiya avtokovariatsion funksiya deb ataladi va bitta vaqtli qatorida bir-biridan  $\tau$  vaqt momentlarida turgan turli elementlari o'rtasida chiziqli bog'lanishning zichligini (kovariatsiyani) ifodalaydi. Shuni qayd qilish kerakki,  $\tau = 0$  bo'lganda avtokovariatsion funksiya vaqtli qatorning dispersiyasi bilan mos keladi:

$$\gamma(0) = M[(x(t) - a)^2] = D[x(t)]$$

Avtokovariatsiya funksiyasi dastlabki ma'lumotlarga qarab har qanday qiymatlarni qabul qilishi mumkin, bu esa uni turli xil vaqtli qatorlar uchun, masalan, bitta ob'ekt uchun avtokovariatsiya funksiyalarini taqqoslash mumkin emasligi sababli, uni ekonometrik tahlil qilish uchun juda noqulay vosita ekanligini ko'rsatadi. Bundan

chiqish yo‘li bo‘lib, korrelyatsiya koeffitsientiga o‘xshash bo‘lgan o‘lchamsiz funksiyalarga o‘tish hisoblanadi.

### 10.3. Avtokorrelyatsion funksiyalar

Quyidagi ko‘rinishdagi funksiya avtokorrelyatsion funksiya deyiladi:

$$r(\tau) = \frac{M\{[x(t) - a][x(t + \tau) - a]\}}{\sqrt{M\{[x(t) - a]^2\}M\{[x(t + \tau) - a]^2\}}} = \frac{\gamma(\tau)}{\gamma(0)}.$$

Har bir  $\tau$  argumentning belgilangan qiymati uchun u  $x(t)$  va  $x(t + \tau)$ ,  $t = 1, 2, \dots, N - \tau$  vaqtli qatorning qiymatlari uchun hisoblangan oddiy juft korrelyatsiya koeffitsientini ifodalaydi. Shuning uchun avtokorrelyatsion funksiya korrelyatsiya koeffitsientlariga o‘xshash quyidagi xususiyatlarga ega:

1. Karralik, ya’ni  $r(\tau) = r(-\tau)$ .
2. Mumkin bo‘lgan qiymatlar sohasi:  $-1 \leq r(\tau) \leq 1$ .
3. Avtokorrelyatsion funksiya belgisi vaqtli qator elementlari o‘rtasidagi bog‘liqliklar turini (musbat qiymat - musbat bog‘liqlikni, manfiy qiymat - manfiy bog‘liqlikni) ko‘rsatadi.
4. Vaqtli qatorning  $x(t)$  va  $x(t + \tau)$  elementlari o‘rtasida qat’iy funksional chiziqli bog‘liqlik mavjud bo‘lganda  $|r(\tau)| = 1$  tenglik bajariladi.
5. Vaqtli qatorning  $x(t)$  va  $x(t + \tau)$  elementlari o‘rtasida to‘liq chiziqli bog‘liqlik mavjud bo‘lmaganda, avtokorrelyatsion funksiya nol qiymatni qabul qiladi:  $r(\tau) = 0$ .

Shunday qilib, avtokorrelyatsion funksiya bir-biridan  $\tau$  nuqtalar bilan ajralib turadigan vaqtli qator elementlari orasidagi o‘zaro bog‘liqlikning chiziqli o‘lchovidir. Avtokorrelyatsiya funksiyasi grafigi korrelogramma deb ataladi.

Avtokorrelyatsion funksiyaning bahosini  $r(\tau)$  va  $\hat{r}(\tau)$  ta’riflaridan quyidagi formula bo‘yicha olish mumkin

$$\hat{r}(\tau) = \frac{\frac{1}{N - \tau} \sum_{t=1}^{N-\tau} [x(t) - \hat{a}][x(t + \tau) - \hat{a}]}{\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N [x(t) - \hat{a}]^2} = \frac{\hat{\gamma}(\tau)}{\hat{\gamma}(0)}. \quad (10.3)$$

Vaqtincha siljish qiymati  $\tau$  ning o‘sishi bilan (10.3) ning baholash aniqligi kamayadi. Bu avtokovariatsion funksiya  $\hat{r}(\tau)$  ni baholashda



foydalaniladigan hisob-kitoblardagi qo‘shiluvchilarning qisqarishi bilan shartlanadi. Shu munosabat bilan amaliyotda  $\tau \leq \frac{N}{3}$  bo‘lganda avtokorrelyatsion funksiyani baholarini hisoblash tavsiya etiladi.

An’anaviy korrelyatsiya koeffitsientlarida bo‘lgani kabi, faqat avtokorrelyatsiya funksiyasidan foydalanish vaqtli qator elementlari orasidagi barcha mavjud munosabatlarni to‘g‘ri baholashga imkon bermaydi.

Yanada chuqurroq tahlil qilish uchun  $r(\tau)$  avtokorrelyatsion funksiyani xususiy avtokorrelyatsion funksiya  $r_{\text{hus.}}(\tau)$  bilan birgalikda ko‘rish foydali hisoblanadi. Ushbu funksiyani qiymatlari  $x(t)$  va  $x(t+\tau)$  vaqtli qator qiymatlari uchun xususiy korrelyatsiya koeffitsientlarini ifodalaydi.

Xususiy avtokorrelyatsion funksiyalarni hisoblash korrelyatsion tahlil formulalari bo‘yicha amalga oshiriladi. Har bir  $\tau$  uchun xususiy avtokorrelyatsiya funksiyasining qiymati  $(\tau-1)$  tartibdagi xususiy avtokorrelyatsiyani ifodalaydi.

**1-misol.** Birinchi tartibli xususiy avtokorrelyatsiya quyidagicha hisoblanadi:

$$r_{\text{hus.}}(2) = r[x(t), x(t+2) | x(t+1) = a] = \frac{r(2) - r^2(1)}{1 - r^2(1)} \quad (10.4)$$

Xususiy avtokorrelyatsiya (10.4)  $x(t)$  va  $x(t+2)$  qatorlar elementlari orasidagi o‘zaro bog‘liqlikning chiziqchilikni  $x(t+1)$  oraliq elementlarining ushbu munosabatlariga ta’sirini istisno qilish bilan yaqinligini ko‘rsatadi.

**2-misol.** Ikkinchi tartibli xususiy avtokorrelyatsiya quyidagicha hisoblanadi:

$$r_{\text{hus.}}(3) = r[x(t), x(t+3) | x(t+1) = x(t+2) = a] = \frac{r_{03-1} - r_{02-1} \cdot r_{32-1}}{\sqrt{(1 - r_{02-1}^2)(1 - r_{32-1}^2)}} \quad (10.5)$$

bu yerda

$$r_{03-1} = r[x(t), x(t+3) | x(t+1) = a] = \frac{r(3) - r(1) \cdot r(2)}{\sqrt{[1 - r^2(1)][1 - r^2(2)]}};$$

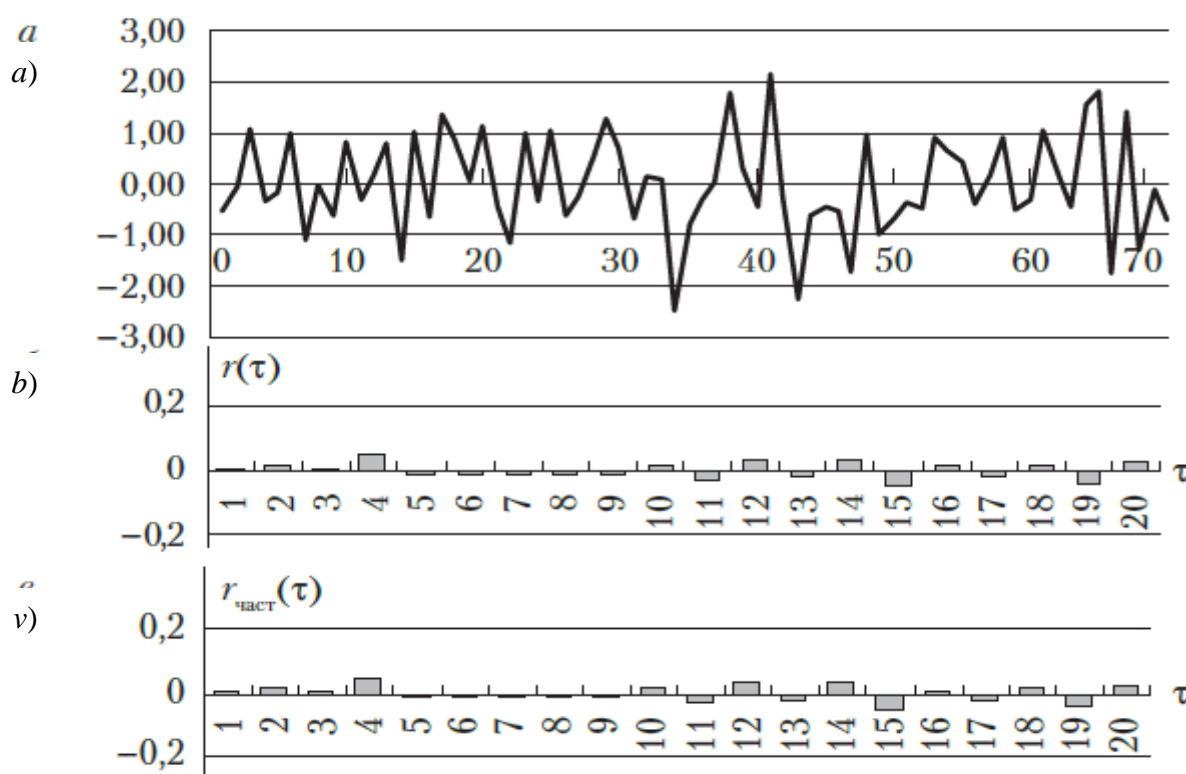
$$r_{02-1} = r[x(t), x(t+2) | x(t+1) = a] = \frac{r(2) - r^2(1)}{1 - r^2(1)};$$

$$r_{32-1} = r[x(t+3), x(t+2) | x(t+1) = a] = \frac{r(1) - r(2) \cdot r(1)}{\sqrt{[1 - r^2(2)][1 - r^2(1)]}};$$

Xususiy avtokorrelyatsiya funksiyalarining baholari (10.3) munosbatdan topilgan tegishli avtokorrelyatsiya funksiyalarining baholari asosida topiladi.

### 10.4. Korrelogrammalar

Avtokorrelyatsion va xususiy avtokorrelyatsion funksiyalar qiymatlari tahlil qilinayotgan vaqtli qator modelini tuzish jarayonlarini ancha yengillashtirishga imkon beradi. Oq shovqinni ifodalovchi  $x(t) = \varepsilon(t)$  faqat tasodifiy komponentaga ega bo‘lgan oddiy vaqtli qatorni ko‘rib chiqamiz. Bunday vaqtli qatorning grafigi 10.4-rasm *a* da keltirilgan.

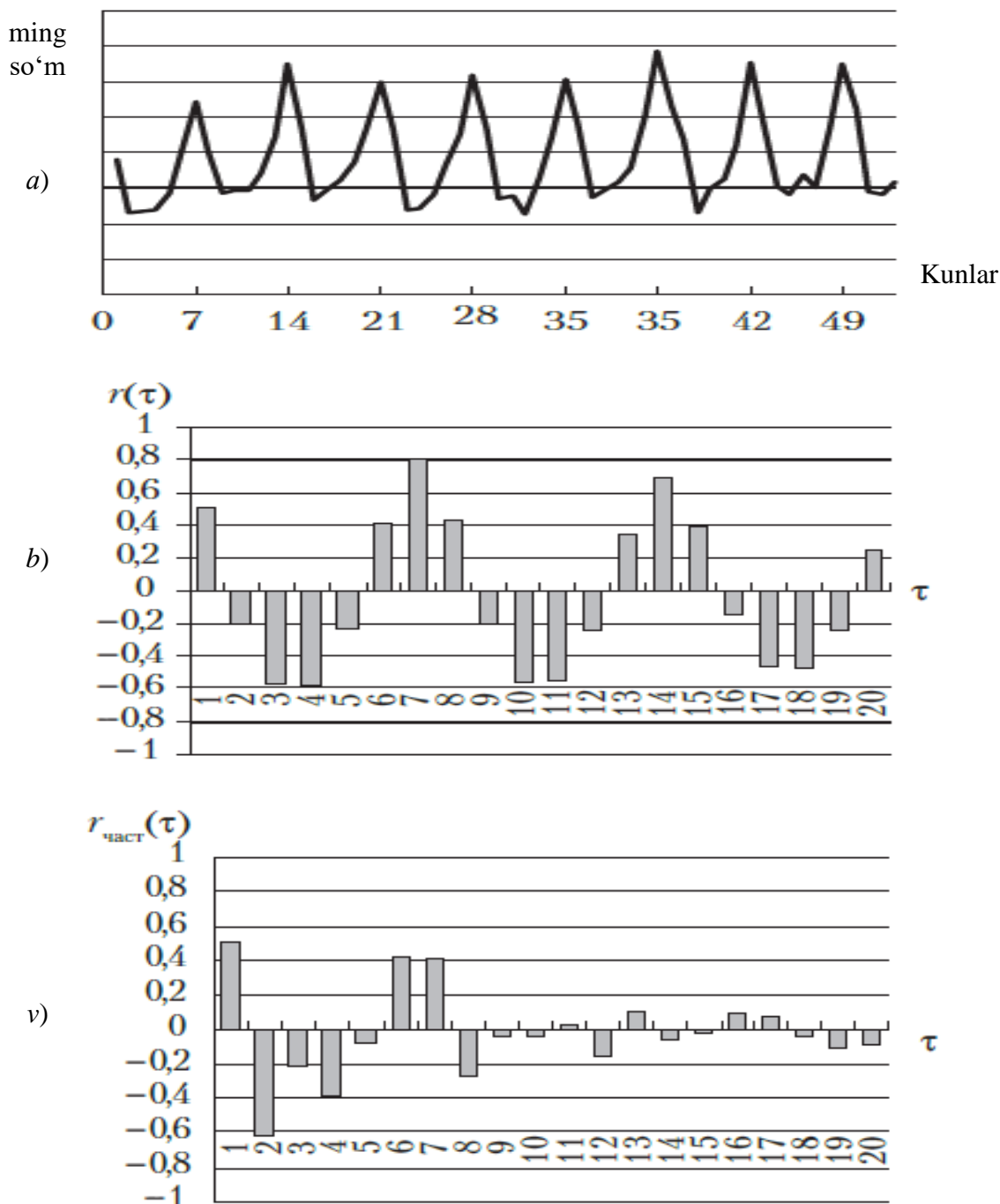


10.4-rasm. Oq shoqvin (*a*) va uning aqtkorrelyatsion (*b*) hamda xususiy avtokorrelyatsion funksiyalari (*v*)

Bu vaqtli qator elementlari mustaqil tasodifiy o‘zgaruvchilar bo‘lgani uchun avtokorrelyatsiya funksiyalarining barcha qiymatlari deyarli nolga teng bo‘lishi kerak. Bu fakt korrelogrammalar tuzish bilan tasdiqlanadi (10.4-rasm, *b*, *v*).

Vaqtli qator tuzilishida mavsumiy yoki siklik komponentaning mavjudligi ham korrelogrammada o‘z aksini topadi.

**3-misol.** Supermarketda kunlik sotish hajmi dinamikasini ko‘rib chiqamiz (10-rasm, *a*)



10.5-rasm. Supermarketda kunlik sotish hajmi (*a*) va ularning avtokorrelyatsion (*b*) va xususiy avtokorrelyatsion (*v*) funksiyalari grafiklari

Grafik tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, sotuvlar haftalik o‘zgarishlar ta’sirida ekan: oddiy kunlarda sotuvlarning pasayishlar va dam olish kunlari sotuvlarning oshishini kuzatish mumkin. Shu bilan

birga, uzoq muddatli tendensiyalar ham yo‘q. Bunday vaqtli qatorlar tuzilishini quyidagicha ifodalash mumkin:

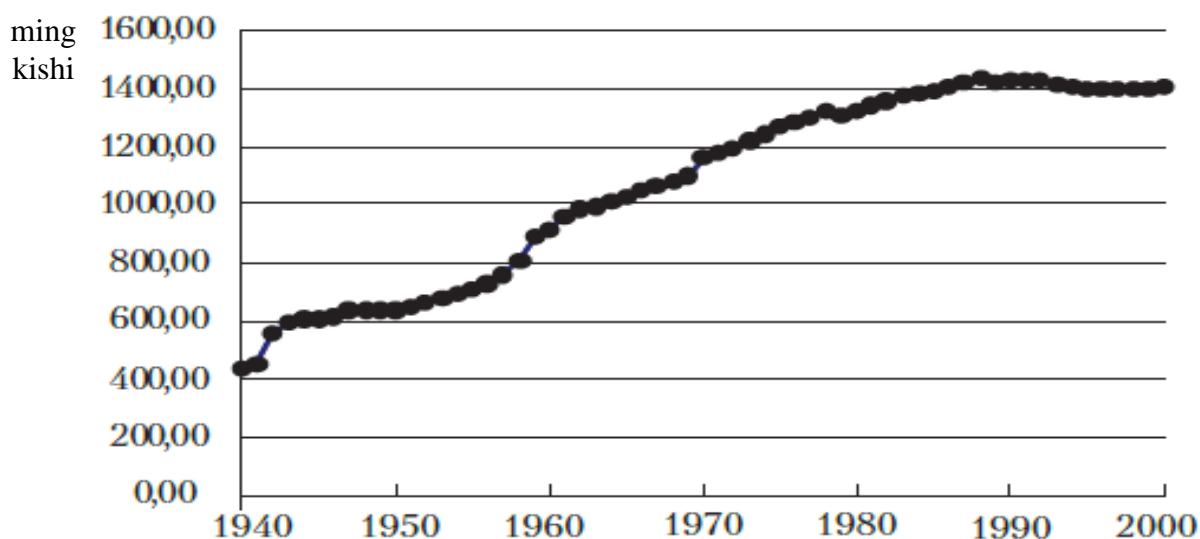
$$x(t) = S(t) + \varepsilon(t) \quad (10.6)$$

Mavsumiy komponentning mavjudligi vaqt qatorlarining barcha elementlari o‘zaro bog‘liq ekanligini ko‘rsatadi. Bu munosabatning grafik talqini korrelogrammalarda o‘z aksini topadi (10.5-rasm, *b, v*).

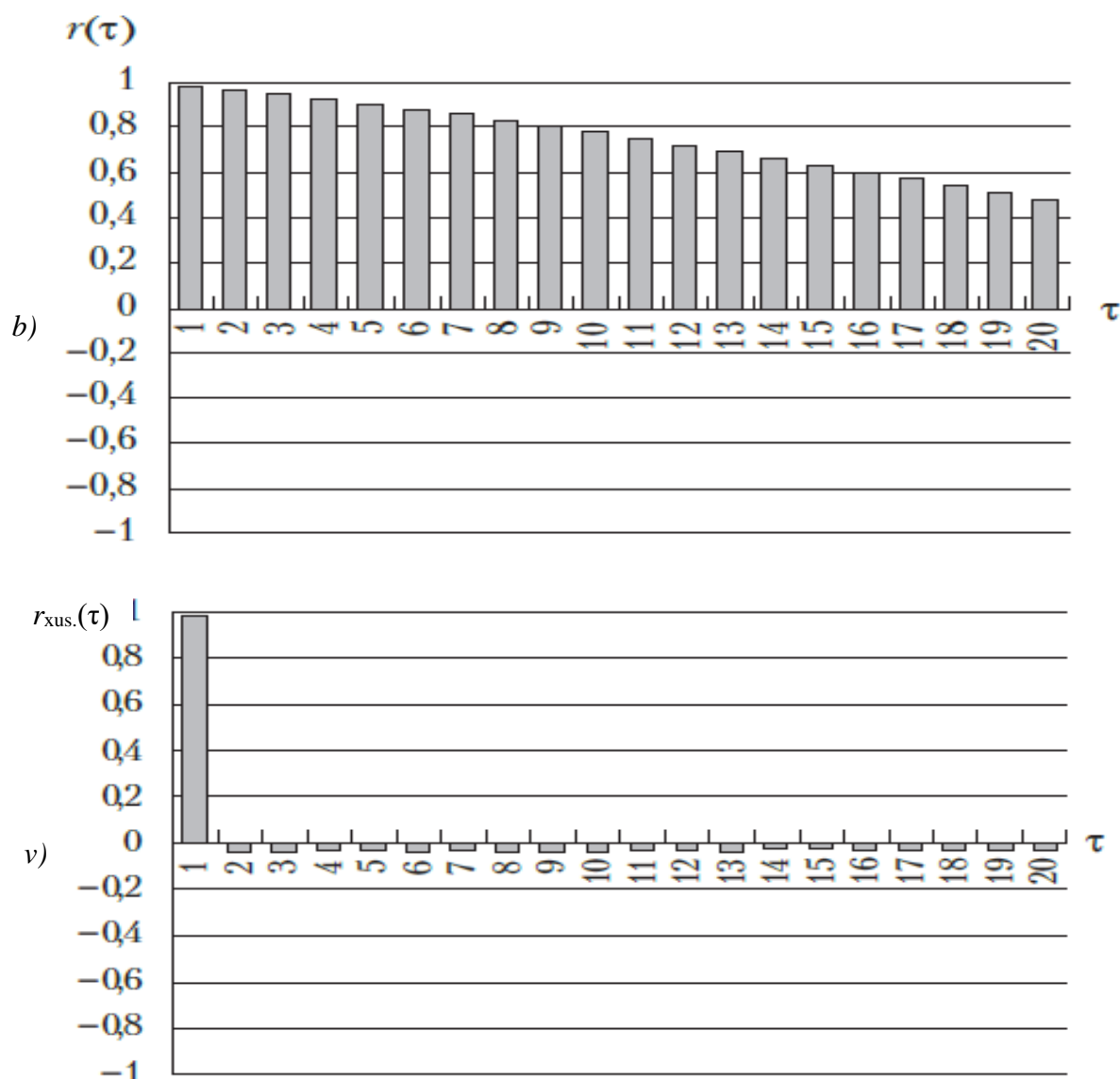
Bu misolda avtokorrelyatsiya va xususiy avtokorrelyatsiya funksiyalari o‘rtasidagi farq aniq ko‘rsatilgan. Avtokorrelyatsiya funksiyasining tahlili shuni ko‘rsatadiki, vaqtli qatorning eng yaqin bog‘liq elementlari 7, 14, 21 va hokazor kunlar bilan ajratilgan elementlardir. Biroq vaqtli qatorning oraliq elementlari ta‘sirini olib tashlashda munosabatlarning bir hafta bilan cheklanganligi oydinlashadi (10.5-rasm, *v*).

Agar vaqtli qator strukturasi xatolikdan tashqari trend komponentasi mavjud bo‘lsa, bu ham korrelogramma ko‘rinishida aks ettiriladi.

Aniq belgilangan tendensiyaga ega bo‘lgan vaqtli qatorga misol. 1940 yildan 2000 yilgacha bo‘lgan davr uchun Farg‘ona viloyati aholisining o‘zgarishini ko‘rib chiqaylik (10.6-rasm, *a*). Ushbu vaqtli qator tuzilishi quyidagicha ta‘riflanishi mumkin:



10.6-rasm. *a*. Farg‘ona viloyati aholisi soni dinamikasi, ming kishi



10.6-rasm. Farg‘ona viloyati aholisi soni dinamikasi bo‘yicha avtokorrelyatsiya funksiyasi (b) va xususiy avtokorrelyatsiya funksiyasi (v)

### 10.5. Eviews dasturida avtokorrelyatsion va xususiy avtokorrelyatsion funksiyalarini tuzish

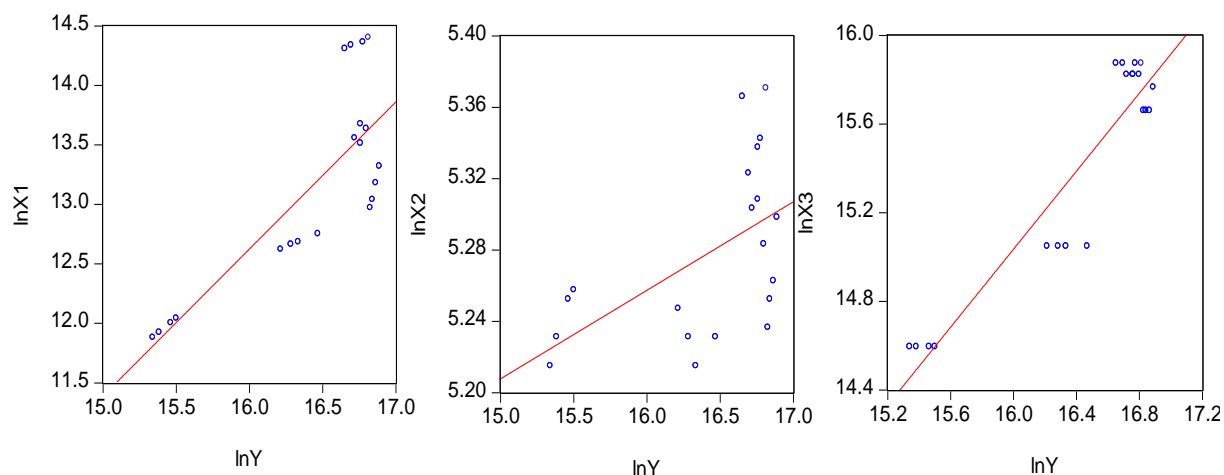
Eviews dasturida avtokorrelyatsion va xususiy avtokorrelyatsion funksiyalarini tuzishda quyidagi “Intex” korxonasi ma’lumotlaridan foydalanamiz. Ma’lumotlar 2015 yil 1 kvartaldan 2019 yil 4 kvartalgacha bo‘lgan davrdagi qiymatlarni o‘zi ichiga oladi.

Ma’lumotlar Eviews dasturiga kiritilgandan so‘ng ularni dastlabki qayta ishlaymiz (10.7-rasm).

View	Proc	Object	Print	Name	Freeze	Default	Sort	Edit+/-	Smpl+/-	Compare+/-
				LNK1						
				LNK2						
				LNK3						
				LNK4						
				LNK5						
				LNK6						
				LNK7						
				LNK8						
				LNK9						
				LNK10						
				LNK11						
				LNK12						
				LNK13						
				LNK14						
				LNK15						
				LNK16						
				LNK17						
				LNK18						
				LNK19						
				LNK20						
				LNK21						
				LNK22						
				LNK23						
				LNK24						
				LNK25						
				LNK26						
				LNK27						
				LNK28						
				LNK29						
				LNK30						
				LNK31						
				LNK32						
				LNK33						
				LNK34						
				LNK35						
				LNK36						
				LNK37						
				LNK38						
				LNK39						
				LNK40						
				LNK41						
				LNK42						
				LNK43						
				LNK44						
				LNK45						
				LNK46						
				LNK47						
				LNK48						
				LNK49						
				LNK50						
				LNK51						
				LNK52						
				LNK53						
				LNK54						
				LNK55						
				LNK56						
				LNK57						
				LNK58						
				LNK59						
				LNK60						
				LNK61						
				LNK62						
				LNK63						
				LNK64						
				LNK65						
				LNK66						
				LNK67						
				LNK68						
				LNK69						
				LNK70						
				LNK71						
				LNK72						
				LNK73						
				LNK74						
				LNK75						
				LNK76						
				LNK77						
				LNK78						
				LNK79						
				LNK80						
				LNK81						
				LNK82						
				LNK83						
				LNK84						
				LNK85						
				LNK86						
				LNK87						
				LNK88						
				LNK89						
				LNK90						
				LNK91						
				LNK92						
				LNK93						
				LNK94						
				LNK95						
				LNK96						
				LNK97						
				LNK98						
				LNK99						
				LNK100						

10.7-rasm. “Intex” korxonasi bo‘yicha dastlabki ma’lumotlar

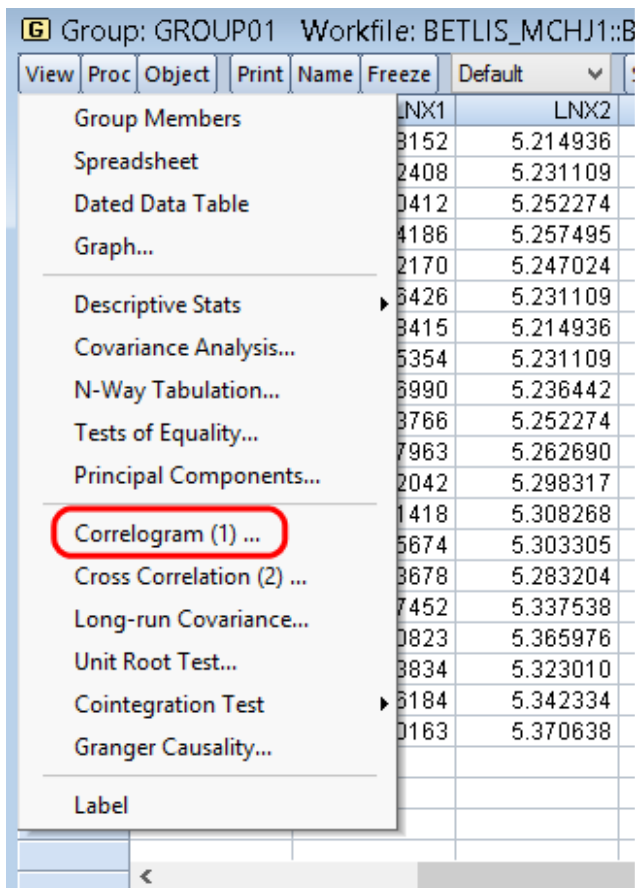
Ma’lumotlarni, ya’ni natijaviy ko‘rsatkich  $\ln Y$  bilan boshqa ta’sir etuvchi omillarning bog‘lanishlarini ko‘rib chiqamiz (10.8-rasm).



10.8-rasm. Natijaviy omil va ta’sir etuvchi omillarning bog‘lanishlari

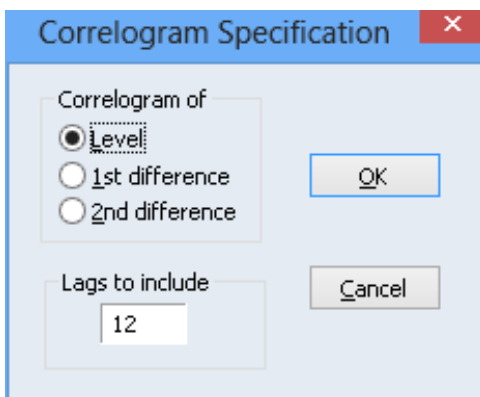
10.8-rasmdan ko‘rish mumkinki, natijaviy omil  $\ln Y$  bilan  $\ln X_1$  va  $\ln X_3$  yaxshi bog‘langan.  $\ln Y$  bilan  $\ln X_2$  o‘rtasida bog‘lanish sust ekan.

Endi avtokorrelyatsion va xususiy avtokorrelyatsion funksiyalarni tuzamiz. Buning uchun View menyusidan Correlogram (1) funksiyasini tanlaymiz (10.9-rasm).



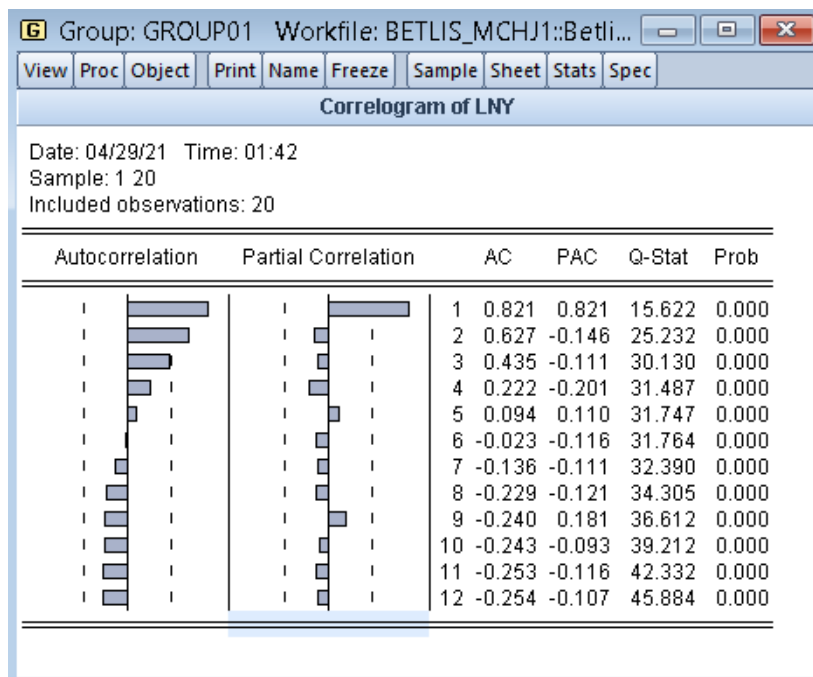
10.9-rasm. EViews dasturida Correlogram (1) funksiyasini tanlash

Correlogram (1) funksiyasi tanlangandan keyin quyidagi oyna paydo bo‘ladi (10.10-rasm)



10.10-rasm. Correlogram (1) funksiyasi

Ushbu 10.10-rasmda keltirilgan oynada darajalar va kiritiladigan laglar sonini kiritish kerak (10.11-rasm).



10.11-rasm. Avtokorrelyatsiya (Autocorrelation) va xususiy avtokorrelyatsiya (Partial Correlaton) funksiyalarining qiymatlari grafigi

Ushbu rasmda keltirilgan avtokorreleyatsiya grafigi “Intex” korxonasi ma’lumotlarida dastlabki davrda farqlarning miqdori bilan ajralib turibdi. Kuzatuvlarning o’rtasiga kelib farqlar pasaygan va yana sekin o’sish tendensiyasiga ega. Xususi avtokorrelyatsiya funksiyasida ham farqlar boshlanish davrda yuqori bo‘lgan keyinchalik esa ma’lum bir statsionarlikka erishgan.



### **Nazorat savollari**

1. Vaqtli qatorlarning additiv va multiplikativ modellarining farqli jihatlarini va qo‘llanish so‘halarini tushuntirib bering.
2. Vaqtli qatorlar trend yok siklik tebranishlarga ega bo‘lmasligi mumkinmi?
3. Vaqtli qatorlar tahlili jarayoni bosqichlarini tushuntirib bering.
4. Statsionar vaqtli qatorlar nima va ularning qanday turlari mavjud?
5. Avtokovariatsiya funksiyasi nimani ifodalaydi?
6. Avtokorrelyatsion funksiya nima vazifani bajaradi?
7. Xususiy avtokorrelyatsion funksiyalardan nima maqsadda foydalaniladi?
8. Korrelogrammalarni nimani ifodalaydi?
9. Eviews dasturida avtokorrelyatsiya qanday hisoblanadi?
10. Eviews dasturida olingan natijalar qanday tahlil qilinadi?

## XI bob. UMUMLASHTIRILGAN ENG KICHIK KVADRATLAR USULI

**11.1. Umumlashtirilgan eng kichik kvadratlar usulining mohiyati.**

**11.2. Bilvosita eng kichik kvadratlar usuli.**

**11.3. Eviews dasturida umumlashtirilgan eng kichik kvadratlar usuli.**

### 11.1. Umumlashtirilgan eng kichik kvadratlar usulining mohiyati

Umumlashtirilgan eng kichik kvadratlar usuli (UEKKU) tasodifiy qoldiqlarga xos bo‘lib, Gauss-Markov shartlari buzilgan hollarda qo‘llaniladi, ya’ni:

- tasodifiy qoldiqlar gomoskedastligi (dispersiyalarning doimiyli);

- qoldiqlarning o‘zaro bir-biri bilan korrelyatsiyalanmaganligi.

Gomoskedastlikning buzilishi va xatolarning avtokorrelyatsiyasida an’anaviy eng kichik kvadratlar usulini (*OLS* usuli - *Ordinary Least Squares*) umumlashtirilgan eng kichik kvadratlar usuli (*GLS* usuli - *Generalized Least Squares*) bilan almashtirish tavsiya etiladi

Umumlashtirilgan eng kichik kvadratlar usuli o‘zgartirilgan ma’lumotlarga qo‘llaniladi va nafaqat qo‘zg‘almas xususiyatga ega bo‘lgan, balki tanlama dispersiyasi kichikroq bo‘lgan baholarni olishga ham imkon beradi.

Geteroskedastlikni to‘g‘rilash uchun UEKKU dan foydalanishni ko‘rib chiqamiz. Avvalgi hollardagidek, qoldiqlarning o‘rtacha qiymatlari nolga teng deb faraz qilamiz. Ularning dispersiyasi omilning turli qiymatlari uchun o‘zgarmas bo‘lib qolmaydi, lekin  $K_i$  miqdorga proporsional, ya’ni

$$\sigma_{\varepsilon_i}^2 = \sigma^2 \cdot K_i,$$

bu yerda  $\sigma_{\varepsilon_i}^2$  - omilning aniq  $i$ -qiymatida xatoning dispersiyasi;  $\sigma^2$  - qoldiqlar gomoskedastligi to‘g‘risida shartga rioya qilinganda xatoning doimiy dispersiyasi;  $K_i$  - omil qiymati o‘zgarishi bilan o‘zgarib

turadigan proportsionallik koeffitsienti, bu esa dispersiyaning bir jinsli emasligini bildiradi.

Shu bilan birga  $\sigma^2$  noma'lum deb taxmin qilinadi,  $K_i$  qiymatiga nisbatan esa geteroskedastlik tarkibini xarakterlovchi ma'lum gipo-tezalar olg'a suriladi.

Umumiy holda  $y_i = a + bx_i + \varepsilon_i$  tenglama uchun  $\sigma_{\varepsilon_i}^2 = \sigma^2 \cdot K_i$  bo'lganda model quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:  $y_i = a + bx_i + \sqrt{K_i} \varepsilon_i$ . Ushbu modelda qoldiq miqdorlar geteroskedastikdir. Ularda avtokorrelyatsiya mavjud emas deb faraz qilinib,  $i$ -kuzatuvda qayd etilgan barcha o'zgaruvchilarni  $\sqrt{K_i}$  ga bo'lish orqali gomoskedastli qoldiqlarga ega bo'lgan tenglamaga o'tish mumkin. U holda qoldiqlar dispersiyasi doimiy miqdordir, ya'ni  $\sigma_{\varepsilon_i}^2 = \sigma^2$ .

Boshqacha aytganda,  $x$  bo'yicha  $y$  regressiyadan yangi  $\frac{y}{\sqrt{K}}$  va  $\frac{x}{\sqrt{K}}$  o'zgaruvchili regressiyaga o'tamiz. Regressiya tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\frac{y_i}{\sqrt{K_i}} = \frac{a}{\sqrt{K_i}} + b \cdot \frac{x_i}{\sqrt{K_i}} + \varepsilon_i,$$

ushbu tenglama uchun dastlabki ma'lumotlar quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$y = \begin{pmatrix} \frac{y_1}{\sqrt{K_1}} \\ \frac{y_2}{\sqrt{K_2}} \\ \dots \\ \frac{y_n}{\sqrt{K_n}} \end{pmatrix}, \quad x = \begin{pmatrix} \frac{x_1}{\sqrt{K_1}} \\ \frac{x_2}{\sqrt{K_2}} \\ \dots \\ \frac{x_n}{\sqrt{K_n}} \end{pmatrix}.$$

Oddiy regressiya tenglamasiga nisbatan yangi o'zgartirilgan o'zgaruvchili tenglama vaznli regressiya hisoblanadi, undagi  $y$  va  $x$  o'zgaruvchilar  $\frac{1}{\sqrt{K}}$  vaznlar bilan olingan. Odatdagi regressiyaga nisbatan yangi, transformatsiyalangan o'zgaruvchili tenglama vaznli regressiyasidir.

O'zgartirilgan o'zgaruvchili yangi tenglama parametrlarini baholash vaznli eng kichik kvadratlar usuliga olib keladi, uning uchun esa quyidagi ko'rinishdagi chetlanishlar kvadratlari yig'indisini minimallashtirish zarur:

$$S(a, b) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{K_i} (y_i - a - bx_i)^2.$$

Shunga ko‘ra quyidagi normal tenglamalar tizimini olamiz:

$$\begin{cases} \sum \frac{y}{K} = a \cdot \sum \frac{1}{K} + b \cdot \sum \frac{x}{K}, \\ \sum \frac{y \cdot x}{K} = a \cdot \sum \frac{x}{K} + b \cdot \sum \frac{x^2}{K}. \end{cases}$$

Agar o‘zgartirilgan  $x$  va  $y$  o‘zgaruvchilarni ularning o‘rtacha darajalari chetlanishlari bo‘yicha olsak, u holda regressiya koeffitsienti  $b$  ni quyidagicha aniqlash mumkin:

$$b = \frac{\sum \frac{1}{K} \cdot x \cdot y}{\sum \frac{1}{K} \cdot x^2}.$$

Oddiy eng kichik kvadratlar usulida chiziqli regressiya tenglamasida o‘rtacha darajalardan chetlangan o‘zgaruvchilar uchun regressiya koeffitsienti  $b$  ni quyidagicha aniqlash mumkin:

$$b = \frac{\sum x \cdot y}{\sum x^2}.$$

Geteroskedastlikni tuzatish maqsadida umumlashtirilgan eng kichik kvadratlar usulidan foydalanilganda regressiya koeffitsienti  $b$  oddiy eng kichik kvadratlar usuliga nisbatan  $\frac{1}{K}$  vazn bilan tortilgan qiymatni ifodalaydi.

Xuddi shunday yondashuvni nafaqat juft regressiya tenglamasi uchun, balki ko‘p omilli regressiya uchun ham qo‘llash mumkin. Faraz qilaylik, quyidagi ko‘rinishdagi model berilgan bo‘lsin:

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \varepsilon$$

mazkur model uchun qoldiq miqdorlar dispersiyasi  $K_i^2$  ga proporsional ekan.  $K_i$  proporsionallik koeffitsienti bo‘lib,  $x_1$  va  $x_2$  omillarning  $i$  qiymatlari uchun turli qiymatlar qabul qiladi. Quyidagi

$$\sigma_{\varepsilon_i}^2 = \sigma^2 \cdot K_i^2,$$

tenglamadan ko‘rib chiqilayotgan model quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi

$$y_i = a + b_1x_{1i} + b_2x_{2i} + K_i\varepsilon_i$$

bu yerda  $\varepsilon_i$  geteroskedastlik xatolari.

$\varepsilon_i$  qoldiqlar gomoskedastli bo‘lgan tenglamani olish uchun, o‘zgaruvchilarni yangidan o‘zgartirishni amalga oshiramiz, buning

uchun dastlabki tenglamaning barcha hadlarini proportsionallik koeffitsienti  $K$  ga bo‘lamiz. O‘zgartirilgan o‘zgaruvchili tenglama quyidagidan iborat:

$$\frac{y_i}{K_i} = \frac{a}{K_i} + b_1 \cdot \frac{x_{1i}}{K_i} + b_2 \cdot \frac{x_{2i}}{K_i} + \varepsilon_i.$$

Ushbu tenglamada ozod had mavjud emas. Shu bilan birga yangi o‘zgartirilgan ko‘rinishdagi o‘zgaruvchilarni topib va ularga oddiy eng kichik kvadratlar usulini qo‘llasak, modelning boshqa spetsifikatsiyasini olamiz:

$$\frac{y_i}{K_i} = A + b_1 \cdot \frac{x_{1i}}{K_i} + b_2 \cdot \frac{x_{2i}}{K_i} + \varepsilon_i.$$

Bunday modelning parametrlari proportsionallik koeffitsienti  $K_i$  uchun qabul qilingan konsepsiyaga bog‘liq bo‘ladi. Ekonometrik tadqiqotlarda juda tez-tez  $\varepsilon_i$  qoldiqlar omillar qiymatlariga proportsional degan gipoteza ilgari suriladi. Demak, agar quyidagi tenglamada

$$y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_m x_m + \varepsilon$$

$e = \varepsilon \cdot x_1$  deb faraz qilsak, ya’ni  $K = x_1$ , va  $\sigma_{\varepsilon_i}^2 = \sigma^2 \cdot x_1$  bo‘lsa, u holda umumlashtirilgan eng kichik kvadratlar usuli quyidagi transformatsiyalangan tenglamani parametrlarini baholashni ko‘zda tutadi:

$$\frac{y}{x_1} = b_1 + b_2 \cdot \frac{x_2}{x_1} + \dots + b_m \cdot \frac{x_m}{x_1} + \varepsilon$$

Ushbu holatda umumlashtirilgan eng kichik kvadratlar usulini qo‘llash shunga olib keladiki, o‘zgartirilgan  $\frac{x}{K}$  o‘zgaruvchilarning kichikroq qiymatlari bilan kuzatuvlar regressiya parametrlarini aniqlashda dastlabki qiymatlaridan ko‘ra nisbatan katta vaznga ega bo‘ladi. Shu bilan birga shuni qayd qilish kerakki, o‘zgartirilgan yangi o‘zgaruvchilar yangi iqtisodiy mazmunga ega bo‘ladilar va ularning regressiyalari dastlabki ma’lumotlar bo‘yicha tuzilgan regressiyadan ko‘ra boshqa ma’noga ega bo‘lib qoladi.

**Misol.** Faraz qilaylik,  $y$  - ishlab chiqarish xarajatlari,  $x_1$  - mahsulot hajmi,  $x_2$  - asosiy ishlab chiqarish fondlari,  $x_3$  - ishlovchilar soni bo‘lsa, u holda

$$y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + \varepsilon$$

tenglama ishlab chiqarish xarajatlarining hajmli omillari bilan tuzilgan modeli deyiladi.  $\sigma_{\varepsilon_i}^2$  ishchilar soni kvadrati  $x_3$  ga proportsional deb faraz

qiladigan bo'lsak, natijaviy ko'rsatkich sifatida bitta ishchiga to'g'ri keladigan xarajatlar  $\frac{y}{x_3}$ , omillar sifatida esa quyidagi ko'rsatkichlarin olamiz: mehnat unumdorligi -  $\frac{x_1}{x_3}$  va mehnatning fond bilan qurolanganligi -  $\frac{x_2}{x_3}$  ni olamiz. Bunga mos ravishda transformatsiya qilingan model quyidagi ko'rinishga ega:

$$\frac{y}{x_3} = b_3 + b_1 \cdot \frac{x_1}{x_3} + b_2 \cdot \frac{x_2}{x_3} + \varepsilon,$$

bu yerda  $b_1, b_2, b_3$  parametrlar oldingi modeldagi o'xshash parametrlar bilan qiymat jihatidan mos kelmaydi. Bundan tashqari regressiya koeffitsientlari o'zgaruvchilarning iqtisodiy mohiyatini o'zgartiradi: bog'lanish kuchining ko'rsatkichlaridan, ishlab chiqarish xarajatlari-ning o'rtacha muttasil o'zgarishini birlik uchun mos keladigan omilning mutloq qiymatining o'zgarishi bilan tavsiflaydi, ular bir xodim uchun xarajatlarning o'rtacha o'zgarishini umumlashtirilgan eng kichik kvadratlar usulida belgilaydi; doimiy mehnatga nisbati darajasi bilan birlikdagi mehnat unumdorligining o'zgarishi bilan; va mehnat unumdorligining doimiy darajasiga ega bo'lgan birlik uchun kapital-mehnat nisbati o'zgarishi bilan xarakterlanadi.

Agar modelda dastlabki o'zgaruvchilar bilan qoldiqlar dispersiyasi mahsulot hajmining kvadratiga proporsional bo'lsa,  $\sigma_{\varepsilon_i}^2 = \sigma^2 \cdot x_1^2$ , u holda quyidagi ko'rinishdagi regressiya tenglamasiga o'tish mumkin:

$$\frac{y}{x_1} = b_1 + b_2 \cdot \frac{x_2}{x_1} + b_3 \cdot \frac{x_3}{x_1} + \varepsilon.$$

Ushbu modelda yangi o'zgaruvchilar:  $\frac{y}{x_1}$  - bir birlik mahsulotga (yoki 1 so'mlik mahsulotga) xarajatlar,  $\frac{x_2}{x_1}$  - mahsulotnin fond sig'imi,  $\frac{x_3}{x_1}$  - mahsulotning mehnat sig'imi.

Qoldiqlarning omil hajmiga proporsionalligi haqidagi gipoteza haqiqiy asosga ega bo'lishi mumkin: yetarlicha bir xil bo'lmagan to'plamga, shu jumladan katta va kichik korxonalariga ishlov berishda

omilning katta hajmli ko'rsatkichlari samarali dispersiyaning katta farqiga va qoldiq qiymatlarning katta farqiga mos kelishi mumkin.

Bitta ta'sir etuvchi omilning mavjud bo'lishi  $\sigma_{\varepsilon_i}^2 = \sigma^2 \cdot x^2$  gipotezani

$$y = a + b \cdot x + e$$

chiziqli tenglamani

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

ko'rinishidagi tenglamaga o'zgartiradi, bunda  $a$  va  $b$  parametrlar joylarini o'zgartirishdi, konstanta regressiya chizig'ining qiyalik koef-fitsientiga aylandi, regressiya koeffitsienti esa - ozod hadga aylandi.

Misol. Jamg'arishning ( $y$ ) daromadga ( $x$ ) bog'liqligi haqida dastlabki ma'lumotlar bo'yicha quyidagi ko'rinishdagi regressiya tenglamasi olingan:

$$y = -1,081 + 0,1178 \cdot x.$$

Ushbu modelga umumlashtirilgan eng kichik kvadratlar usulini qo'llaganda xatolarning daromadga proportsionalligini faraz qilib, o'zgartirilgan ma'lumotlar uchun quyidagi tenglama olindi:

$$\frac{y}{x} = 0,1026 - 0,8538 \cdot \frac{1}{x}.$$

Birinchi tenglamaning regressiya tenglamasini ikkinchi tenglamaning ozod hadi bilan taqqoslanadi, ya'ni 0,1178 va 0,1026 - jamg'armalarning daromadga bog'liqligi  $b$  parametrining baholari.

Nisbiy miqdorlarga o'tish omil variatsiyasini ancha pasaytiradi va xatolar dispersiyasini kamaytiradi. U umumlashtirilgan eng kichik kvadratlar usuli yordamida regression modellarda geteroskedastlikni hisobga olishning eng sodda holi hisoblanadi. Nisbiy ko'rsatkichlarga o'tish modelga kiritilgan omillarga nisbatan proportsionallik to'g'risidagi boshqa gipotezalarni oldinga surish bilan ham murakkablashishi mumkin. Mos keluvchi regressiya tenglamalari uchun u yoki bu gipotezadan foydalanish qoldiq miqdorlarni o'rganishda maxsus usullarni qo'llashni talab qiladi. Umumlashtirilgan eng kichik kvadratlar usulidan foydalanish eng kichik dispersiyaga ega bo'lgan model parametrlari baholarini olishga imkon beradi.

## 11.2. Bilvosita eng kichik kvadratlar usuli

Yuqorida qayd etganimizdek bilvosita eng kichik kvadratlar usuli aniq identifikatsiyalanadigan tarkibiy model uchun qo'llaniladi. Bilvosita eng kichik kvadratlar usulining algoritmi quyidagicha:

1. Tarkibiy model asosida modelning keltirilgan shakli tuziladi va eng kichik kvadratlar usuli yordamida undagi har bir tenglama uchun alohida koeffitsientlar qiymatlari aniqlanadi.

2. Algebraik o'zgartirishlar orqali modelning keltirilgan shaklidagi tenglamalar modelning tarkibiy shaklidagi tenglamalarga o'tkaziladi va shu orqali tarkibiy koeffitsientlar olinadi.

3. Model keltirilgan shaklidagi koeffitsientlar tarkibiy model parametrlariga o'tkaziladi.

Tenglamalar tizimi ko'rinishidagi ekonometrik model parametrlarini aniqlashda bilvosita eng kichik kvadratlar usulining qo'llanilishini quyidagi misolda ko'rib chiqamiz.

11.1-misol. Quyidagi ko'rinishdagi

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

bir vaqtli tenglamalar uchun 11.1-jadvalda keltirilgan ma'lumotlar asosida regressiya tenglamasini tuzamiz.

11.1-jadval

Kuzatuvlar	$y_1$	$y_2$	$x_1$	$x_2$
1	2	5	1	3
2	3	6	2	1
3	4	7	3	2
4	5	8	2	5
5	6	5	4	6
<b>O'rtacha</b>	<b>4</b>	<b>6,2</b>	<b>2,4</b>	<b>3,4</b>

**Yechish.** Tenglamalar tizimini tekshirish shuni ko'rsatadiki, tizim aniq identifikatsiya qilinadigan ekan. Har bir tenglamada ikkitadan endogen o'zgaruvchilar  $y_1$  va  $y_2$  ( $H=2$ ) va bitta bog'liq bo'lmagan (ekzogen) o'zgaruvchi  $x$  ( $D=1$ ) qatnashmoqda. Yetarlilik sharti, ya'ni  $D=H-1$  sharti bajarilgan. Zaruriylik sharti ham bajarilgan, chunki har bir tarkibiy tenglamadagi o'zgaruvchilar koeffitsientlari matritsasi nolga teng bo'lmagan bitta elementdan tashkil topgan.



Modelning keltirilgan shakli quyidagi ko‘rinishga ega:

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

bu yerda  $u_1$  va  $u_2$  model keltirilgan shaklining tasodifiy xatolari. Model keltirilgan shaklining har bir tenglamasiga oddiy eng kichik kvadratlar usulini qo‘llab,  $\delta_{ij}$  koeffitsientlarni aniqlaymiz.

1. Hisob-kitoblarni osonlashtirish uchun, o‘rtacha darajalardan chetlanishlar bilan ishlaymiz, ya’ni  $y_{\text{ichetl.}} = y_i - \bar{y}$ ,  $x_{\text{ichetl.}} = x_i - \bar{x}$ . O‘zgartirilgan ma’lumotlar 11.2-jadvalda keltirilgan (keyinchalik masalani yechishni soddalashtirish uchun “chetl.” indeksini tushirib qoldiramiz).

11.2-jadval

Kuzatuvlar	$y_1$	$y_2$	$x_1$	$x_2$
1	-2	-1,2	-1,4	-0,4
2	-1	-0,2	-0,4	-2,4
3	0	0,8	0,6	-1,4
4	1	1,8	-0,4	1,6
5	2	-1,2	1,6	2,6

U holda model keltirilgan shaklining birinchi tenglamasi uchun normal tenglamalar tizimi quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$\begin{cases} \sum y_1x_1 = \delta_{11} \sum x_1^2 + \delta_{12} \sum x_1x_2, \\ \sum y_1x_2 = \delta_{11} \sum x_1x_2 + \delta_{12} \sum x_2^2. \end{cases}$$

O‘rtacha darajalardan chetlanishlar qiymatlaridan foydalanib, quyidagiga ega bo‘lamiz:

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

Ushbu tenglamalar tizimini yechib, model keltirilgan shaklining birinchi tenglamasini olamiz:

$$y_1 = 0,852x_1 + 0,373x_2 + u_1.$$

Xuddi shu tartibda modelning keltirilgan shaklidagi ikkinchi tenglama uchun ham eng kichik kvadratlar usulini qo‘llaymiz. Model keltirilgan shaklining ikkinchi tenglamasi quyidagi ko‘rinishga ega:

$$y_2 = -0,0728x_1 - 0,00557x_2 + u_2.$$

Endi modelning keltirilgan shakli quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$\begin{cases} y_1 = 0,852x_1 + 0,373x_2 + u_1, \\ y_2 = -0,0728x_1 - 0,00557x_2 + u_2. \end{cases}$$

Soʻngra modelning tarkibiy shakliga, yaʼni quyidagi tenglamalar tizimiga oʻtamiz:

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

Buning uchun model keltirilgan shaklidagi birinchi tenglamadan  $x_2$  ni yoʻqotamiz, uni model keltirilgan shaklidagi ikkinchi tenglamadan ifodalaymiz va birinchi tenglamaga qoʻyamiz:

$$x_2 = \frac{-0,0728x_1 - y_2}{0,00557}.$$

Bundan quyidagiga ega boʻlamiz:

$$y_2 = 0,825x_1 + 0,373 \cdot \left( \frac{-0,0728x_1 - y_2}{0,00557} \right),$$

$$y_2 = 0,825x_1 + 4,875x_1 - 66,965 \cdot y_2.$$

Bu tenglamadan foydalanib model tarkibiy shaklining birinchi tenglamasi yozamiz. U quyidagi koʻrinishga ega:

$$y_1 = -66,965y_2 - 3,96x_1.$$

Keyin modelning keltirilgan shaklidagi ikkinchi tenglamadan  $x_1$  ni yoʻqotamiz, uni birinchi tenglamadan quyidagicha ifodalaymiz

$$x_1 = \frac{y_1 - 0,373x_2}{0,852},$$

va ikkinchi tenglamaga qoʻyamiz:

$$y_2 = -0,00557x_2 - 0,0728 \cdot \left( \frac{y_1 - 0,373x_2}{0,852} \right).$$

Model tarkibiy shaklining ikkinchi tenglamasi quyidagi koʻrinishga ega boʻladi:

$$y_2 = -0,085y_1 + 0,026x_2.$$

Birinchi va ikkinchi tarkibiy tenglamalarni birlashtirsak, modelning tarkibiy shakli umumiy holda quyidagi koʻrinishga ega boʻladi:

$$\begin{cases} y_1 = -66,965y_2 - 3,96x_1 + \varepsilon_1, \\ y_2 = -0,085y_1 + 0,026x_2 + \varepsilon_2. \end{cases}$$

2. Ushbu tenglamalar tizimini tenglamalarga ozod hadlarni kiritib yozish mumkin, yaʼni oʻrtacha darajalardan chetlanish koʻrinishidagi oʻzgaruvchilardan,  $u$  va  $x$  oʻzgaruvchilarning dastlabki koʻrinishiga

keltirilgan holda ifodalaymiz. Ozod hadlarni quyidagi formulalar bo'yicha aniqlaymiz:

$$\begin{cases} A_{01} = \bar{y}_1 - b_{12}\bar{y}_2 - a_{11}\bar{x}_1 = 428,717, \\ A_{02} = \bar{y}_2 - b_{21}\bar{y}_1 - a_{22}\bar{x}_2 = 6,451. \end{cases}$$

Endi modelning tarkibiy shakli quyidagi ko'rinishga ega bo'ldi:

$$\begin{cases} y_1 = 428,717 - 66,965y_2 - 3,96x_1 + \varepsilon_1, \\ y_2 = 6,451 - 0,085y_1 + 0,026x_2 + \varepsilon_2. \end{cases}$$

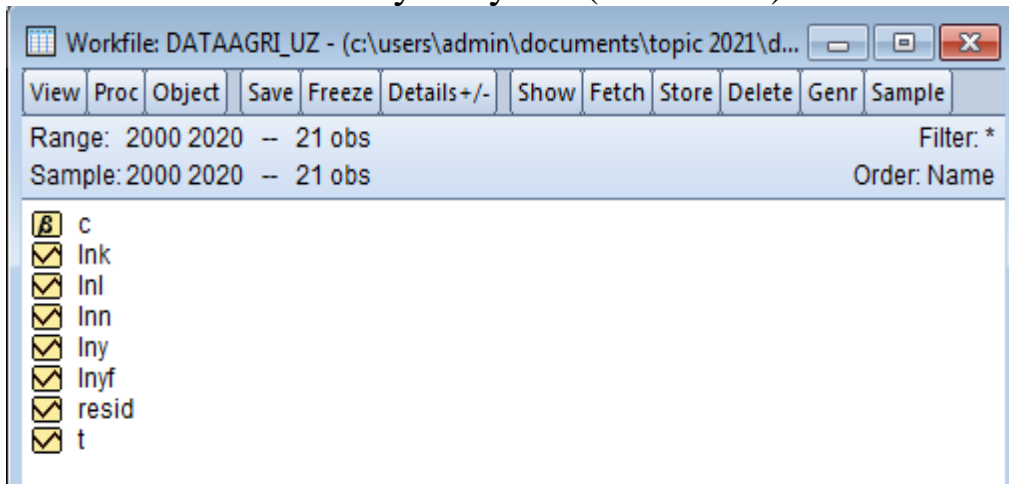
Tenglamalar ko'rinishdagi ekonometrik modellar parametrlarini baholashda bilvosita eng kichik kvadratlar usulidan farqli ravishda oddiy eng kichik kvadratlar usuli tarkibiy koeffitsientlarning o'zgaruvchan baholarini beradi. Bundan tashqari, ko'plikdagi regressiya koeffitsientlarini interpretatsiya qilishda omillarning bir-biriga bog'liq bo'lmasligini nazarda tutadi, bu esa birgalikdagi tenglamalar tizimini ko'rib chiqishda maqbul bo'lmaydi. Bir vaqtli tenglamalar tizimida oddiy eng kichik kvadratlar usulidan foydalanilganda omillarning bir-biriga bog'liq bo'lmasligi shartining buzilishi tarkibiy koeffitsientlarning doimiy bo'lmasligiga olib keladi. Bularni bartaraf etish uchun bilvosita eng kichik kvadratlar usulidan foydalaniladi.

### 11.3. Eviews dasturida umumlashtirilgan eng kichik kvadratlar usuli

Eviews dasturida umumlashtirilgan eng kichik kvadratlar usulidan foydalanishda instrumental o'zgaruvchilardan foydalaniladi.

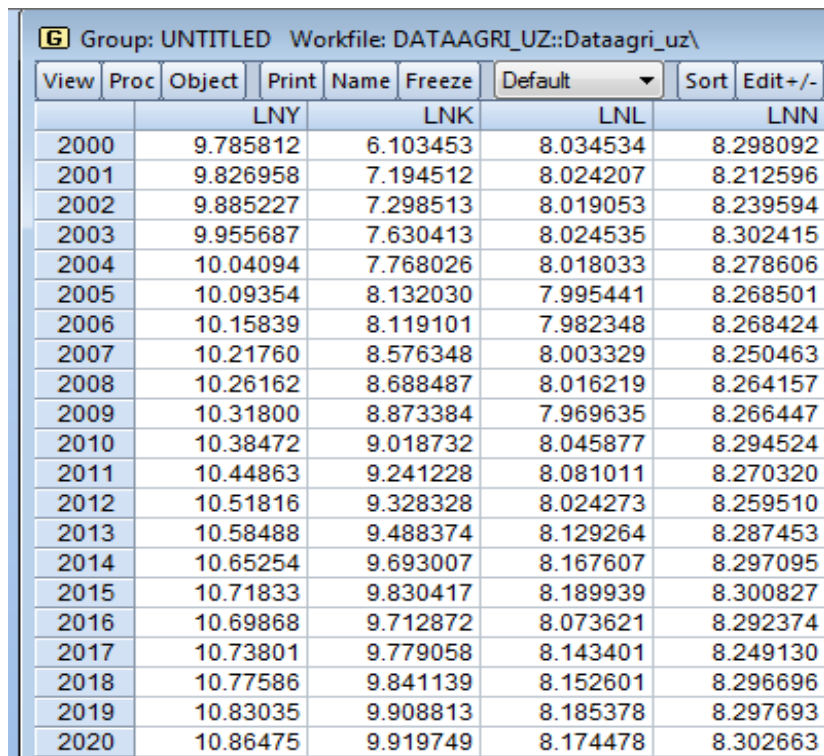
Eviews dasturida umumlashtirilgan eng kichik kvadratlar usulidan foydalanish bosqichlarini ko'rib chiqamiz.

Dastlab ma'lumotlarni yuklaymiz (11.1-rasm)



## 11.1-rasm. Dastlabki ma'lumotlarni yuklash

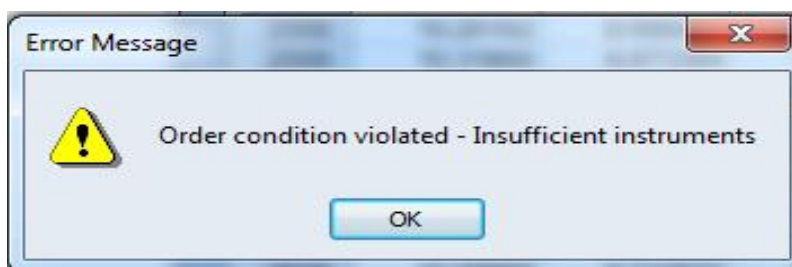
Ma'lumotlarning tarkibi va holatini ko'rib chiqamiz (11.2-rasm).



View	Proc	Object	Print	Name	Freeze	Default	Sort	Edit+/-
				LNY	LNK	LNL	LNN	
2000				9.785812	6.103453	8.034534	8.298092	
2001				9.826958	7.194512	8.024207	8.212596	
2002				9.885227	7.298513	8.019053	8.239594	
2003				9.955687	7.630413	8.024535	8.302415	
2004				10.04094	7.768026	8.018033	8.278606	
2005				10.09354	8.132030	7.995441	8.268501	
2006				10.15839	8.119101	7.982348	8.268424	
2007				10.21760	8.576348	8.003329	8.250463	
2008				10.26162	8.688487	8.016219	8.264157	
2009				10.31800	8.873384	7.969635	8.266447	
2010				10.38472	9.018732	8.045877	8.294524	
2011				10.44863	9.241228	8.081011	8.270320	
2012				10.51816	9.328328	8.024273	8.259510	
2013				10.58488	9.488374	8.129264	8.287453	
2014				10.65254	9.693007	8.167607	8.297095	
2015				10.71833	9.830417	8.189939	8.300827	
2016				10.69868	9.712872	8.073621	8.292374	
2017				10.73801	9.779058	8.143401	8.249130	
2018				10.77586	9.841139	8.152601	8.296696	
2019				10.83035	9.908813	8.185378	8.297693	
2020				10.86475	9.919749	8.174478	8.302663	

11.2-rasm. Ma'lumotlar tarkibi

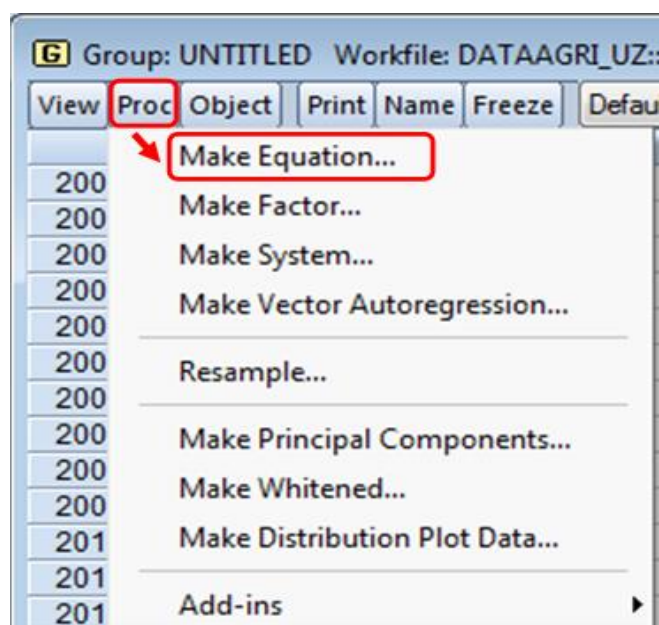
Agar ma'lumotlarni orasida instrumental o'zgaruvchini tanlashda etarlicha o'zgaruvchi bo'lmasa, u holda dastur quyidagi xabarni beradi (11.3-rasm)



11.3-rasm. Masala shartlari buzilgan - instrumental o'zgaruvchilar etarli emas.

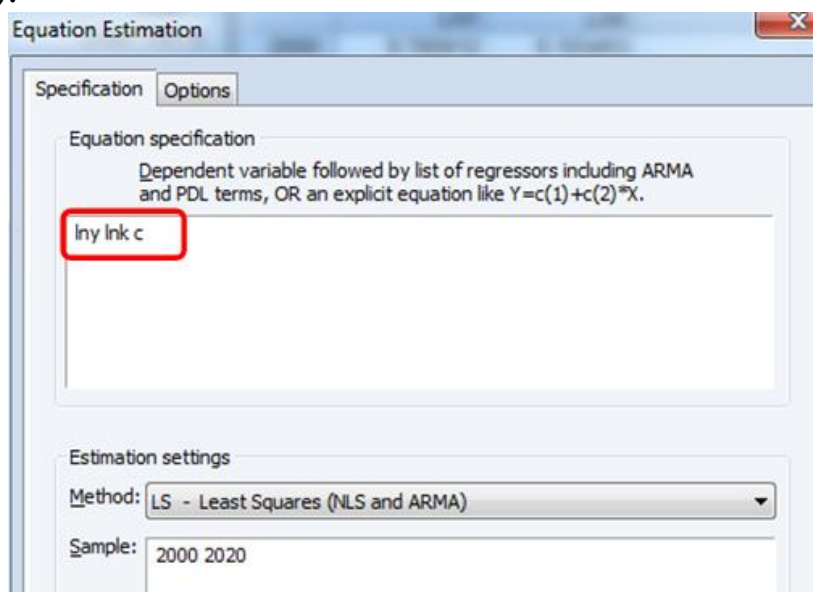
Agar berilgan ma'lumotlar orasidan, masalan lnk ni instrumental o'zgaruvchi deb olsak, u holda ekonometrik model quyidagicha topiladi.

Ekonometrik model tuzish uchun Proc menyusiga kirib, Make Equation... (Tenglama tuzish) funksiyasini tanlaymiz (11.4-rasm)



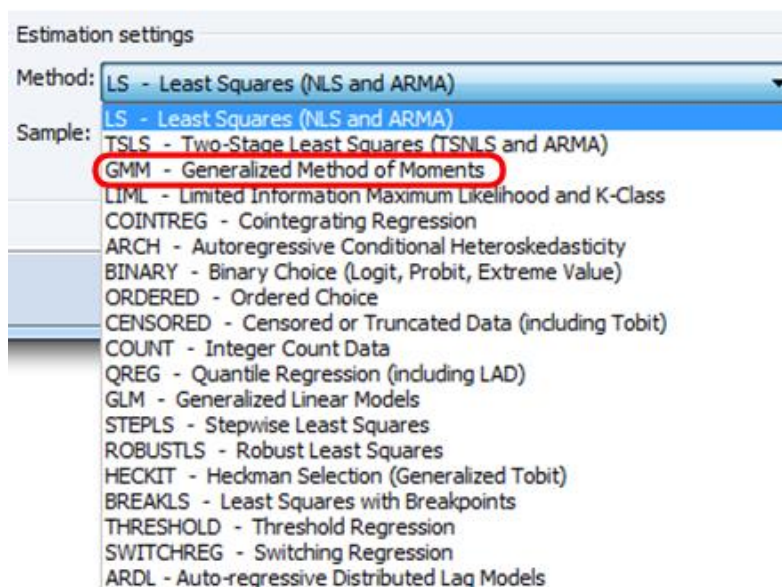
11.4-rasm. Ekonometrik model tuzish funksiyasini tanlash

Mazkur funksiya tanlangandan so‘ng, EViews dasturi foydalanuvchiga ekonometrik modelga kiruvchi o‘zgaruvchilarni avtomatik tarzda namoyish etadi, masalan  $lny\ lnk\ c$  (foydalanuvchi istagan paytda ushbu ro‘yxatdagi o‘zgaruvchilarni almashtirishi mumkin). Bundan tashqari EViews dasturi ekonometrik model tuzish uchun qaysi usul kerakligi so‘raydi va bir qator usullarni taklif etadi (11.5-rasm).



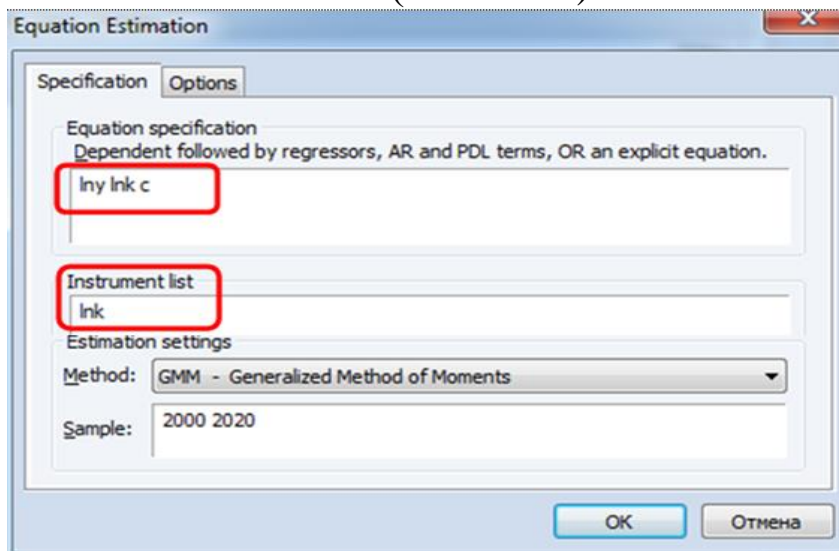
11.5-rasm. Modelga kiruvchi o‘zgaruvchilarni tanlash

O‘zgaruvchilar tanlanganidan so‘ng, ekonometrik model tuzish usulini tanlaymiz (11.6-rasm).



11.6-rasm. Ekonometrik model tuzish usulini tanlash (GMM - Generalized Method of Moments)

Ekonometrik model tuzish uchun tanlangan usul GMM - Generalized Method of Moments tanlangandan so‘ng, quyidagi oynada instrumental o‘zgaruvchini tanlash lozim. Bu oynada ekonometrik modelga kiritiladigan o‘zgaruvchilardan tashqari instrumental o‘zgaruvchini ham kiritish kerak (11.7-rasm).



11.7-rasm. Ekonometrik modelga kiruvchi o‘zgaruvchilar va instrumental o‘zgaruvchini tanlash

Bundan tashqari ushbu oynada vaznlar matritsasini baholash hamda vaznlarni yangilab borish mumkin. Oynada zarur barcha parametrlar tanlangandan so‘ng, OK knopkasi bosilsa, quyidagi natijalarga ega bo‘lamiz (11.8-rasm).

Natijalarda umumlashtirilgan eng kichik kvadratlar usuli va instrumental o‘zgaruvchi bo‘yicha umumiy ekonometrik modeldan tashqari vaznlar matritsasining bahosi ham keltirilgan. Natijalarning ikkinchi qismida ekonometrik modelga kiritilgan instrumental o‘zgaruvchinin rangi baholangan.

Equation: UNTITLED Workfile: DATAAGRI\_UZ::Dataagri\_uz\

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: LNY  
 Method: Generalized Method of Moments  
 Date: 04/30/21 Time: 10:20  
 Sample: 2000 2020  
 Included observations: 21  
 Linear estimation with 1 weight update  
 Estimation weighting matrix: HAC (Bartlett kernel, Newey-West fixed bandwidth = 3.0000)  
 Standard errors & covariance computed using estimation weighting matrix  
 Instrument specification: LNK  
 Constant added to instrument list

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNK	0.311826	0.031168	10.00463	0.0000
C	7.635105	0.277379	27.52594	0.0000

R-squared 0.940686 Mean dependent var 10.36946  
 Adjusted R-squared 0.937565 S.D. dependent var 0.350040  
 S.E. of regression 0.087465 Sum squared resid 0.145351  
 Durbin-Watson stat 0.788768 J-statistic 0.000000  
 Instrument rank 2

11.8-rasm. Umumlashtirilgan eng kichik kvadratlar usuli natijalari

Agar natijalarni tahlil qiladigan bo‘lsak, modelga kiritilgan instrumental o‘zgaruvchi lnk ishonchli ekan, ya’ni  $t$ -statistika qiymati 10.004 ga va ehtimolligi  $prob=0.0000$  ga teng ekan. Determinatsiyai koeffitsienti  $R^2=0.9407$  ga teng ekanligini ko‘rish mumkin.

### **Nazorat savollari**

1. Qaysi hollarda umumlashtirilgan eng kichik kvadratlar usulidan foydalaniladi?
2. Geteroskedastlikni to'g'rilash uchun umumlashtirilgan eng kichik kvadratlar usulini qo'llashni tushuntirib bering.
3. Gomoskedastli qoldiqlarga ega bo'lgan tenglamaga o'tish jarayonini tushuntirib bering.
4. Oddiy regressiya tenglamasiga nisbatan yangi o'zgartirilgan o'zgaruvchili tenglama nima deb ataladi?
5. Bilvosita eng kichik kvadratlar usulidan qaysi hollarda foydalaniladi?
6. Bilvosita eng kichik kvadratlar usulining algoritmini tushuntirib bering.
7. Modelning keltirilgan shakli nima va u qanday amalga oshiriladi?
8. Eviews dasturida umumlashtirilgan eng kichik kvadratlar usulini qo'llash algoritmini tushuntirib bering.
9. Eviews dasturida instrumental o'zgaruvchilar qanday tanlanadi?
10. Eviews dasturida nechat instrumental o'zgaruvchilarni tanlash mumkin?



## **XII bob. MAKROIQTISODIY JARAYONLARNI EKONOMETRIK MODELLASHTIRISH**

**12.1. Ishlab chiqarish funksiyasi to‘g‘risida tushunchalar.**

**12.2. Ishlab chiqarish funksiyasi turlari va xususiyatlari.**

**12.3. Kobba-Duglas ishlab chiqarish funksiyasi va uning xarakteristikalarini.**

### **12.1. Ishlab chiqarish funksiyasi to‘g‘risida tushunchalar**

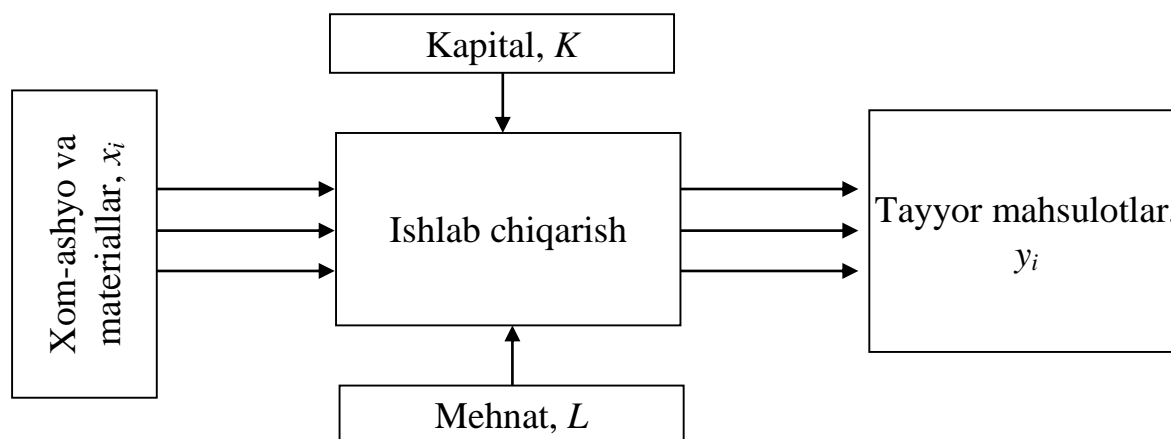
Tarixiy jihatdan ishlab chiqarish funksiyasini tuzish va undan foydalanish bo‘yicha dastlabki ilmiy ishlardan biri – bu AQShda qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishi samaradorligini tahlili bo‘yicha qilingan. 1909 yilda Mitcherlix tomonidan “mineral o‘g‘it - hosildorlik” munosabati o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlovchi egri chiziqli ishlab chiqarish funksiyasi taklif etilgan. Unga bog‘liq bo‘lmagan holda Spillman tomonidan hosildorlikning ko‘rsatkichli funksiyasi taklif etilgan. Keyinchalik ular asosida qishloq xo‘jaligi uchun bir qator agrotexnik ishlab chiqarish funksiyalari tuzilgan.

Ishlab chiqarish funksiyasi nazariyasining asoschisi bo‘lib Knut Viksel hisoblanadi, ammo u 1928 yil P.Duglas va Ch.Kobb tomonidan har tomonlama tekshirilgandan keyin iqtisodiyotga tatbiqi boshlandi. Hozirgi ko‘rinishdagi ishlab chiqarish funksiyasining asoschilari bo‘lib, amerikalik iqtisodchi Pol Duglas va matematik Charlz Kobb hisoblanadi. Ular iqtisodiyotni soddalashgan holda tasavvur qilish maqsadida mahsulot ishlab chiqarish – jalb qilingan mehnat miqdori va kapital hajmiga bog‘liq deb faraz qilishgan. Ular tomonidan chop etilgan “Ishlab chiqarish nazariyasi” nomli maqolada ishlab chiqarish funksiyasining nazariy asoslari va matematik ilovalari keltirilgan. Ushbu maqolada AQSH qayta ishlash sanoatida ishlab chiqarilayotgan mahsulot hajmiga sarflanadigan kapital va mehnatning ta‘sirini empirik yo‘l bilan aniqlash masalalari ko‘rib chiqilgan. Keyinchalik ushbu funksiya Kobba-Duglas ishlab chiqarish funksiyasi nomi bilan butun iqtisodiyotni (mikro- va makro jarayonlarni) tadqiq qilishda qo‘llanila boshladi.

Ishlab chiqarish funksiyasi (ICHF) – bu ishlab chiqariladigan mahsulot miqdori va ushbu mahsulotni ishlab chiqarishga sarflanadigan resurslar o‘rtasidagi bog‘liqlikni ifodalovchi matematik funksiya.

Ushbu funksiyada bog‘liq o‘zgaruvchi bo‘lib – ishlab chiqariladigan mahsulotlar hajmi miqdori bo‘lsa, bog‘liq bo‘lmagan o‘zgaruvchilar bo‘lib esa – sarflanadigan yoki foydalaniladigan resurslar hajmi qiymatlari hisoblanadi.

Umumiy holda soddalashtirib ishlab chiqarish jarayonini quyidagi “qora quti” sxemasi ko‘rinishda ifodalash mumkin (12.1-rasm).



12.1-rasm. Ishlab chiqarish jarayoni sxemasi

Ishlab chiqarish jarayoni – bu xom-ashyo va materiallar ( $x_i$ ), kapital ( $K$ ) va mehnatni ( $L$ ) ma’lum bir texnologiya asosida birlashtirib, tayyor mahsulotlar ishlab chiqarish jarayonidir. Bunda jarayonga kirishlar, xom-ashyo va materiallar ( $x_i$ ), kapital ( $K$ ) va mehnat ( $L$ ) bo‘lsa, chiqishlar esa – tayyor mahsulotlar ( $y_i$ ) bo‘ladi.

Umumiy holda ICHF quyidagi ko‘rinishda ifodalanishi mumkin:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (12.1)$$

bu yerda  $x_1, x_1, \dots, x_n$  – sarflanayotgan yoki foydalanilayotgan resurslar qiymatlari;  $y$  – ishlab chiqarilayotgan mahsulot hajmi.

$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  ko‘rinishdagi ishlab chiqarish funksiyasining analitik shakli va resurslar turlarini tanlash **ishlab chiqarish funksiyasini spetsifikatsiyalash** deyiladi.

Real va ekspert ma’lumotlarini model uchun axborotga aylantirish, ya’ni statistik ma’lumotlar asosida regressiya tahlili usuli yordamida  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n, a_1, a_2, \dots, a_m)$  ishlab chiqarish funksiyasidagi  $a_1, a_2, \dots, a_m$  parametrlarning sonli qiymatlarini hisoblash  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n, a_1, a_2, \dots, a_m)$  **ishlab chiqarish funksiyasini parametrlash** deyiladi.

Ishlab chiqarish funksiyasini o'rganilayotgan real jarayonga adekvatligini (mosligini) tekshirish **ishlab chiqarish funksiyasini verifikatsiyalash** deyiladi.

Ishlab chiqarish funksiyasida omillar sifatida quyidagi o'zgaruvchilar qatnashishi mumkin:

- 1) ishlab chiqarilgan mahsulot hajmi (natural yoki qiymat shaklida);
- 2) asosiy kapital yoki asosiy fondlar hajmining qiymati;
- 3) mehnat resurslari yoki mehnat xarajatlari hajmi (ishchilar soni yoki ishlangan kishi/kunlar miqdori);
- 4) elektr energiyasi sarflari;
- 5) ishlab chiqarishda foydalanilayotgan uskunalar soni va boshqalar.

Ishlab chiqarish funksiyasi ayrim xo'jalik birliklari, alohida firma, tarmoq yoki butun milliy iqtisodiyotdagi ishlab chiqarish jarayonlarini modellashtirish uchun mo'ljallangan.

Ishlab chiqarish funksiyalari asosida quyidagi masalalarni yechish mumkin:

- ishlab chiqarish jarayonida resurslar qaytimini baholash;
- iqtisodiy o'sishni prognozlash;
- ishlab chiqarishni rivojlantirish strategiyalarini ishlab chiqish;
- berilgan mezon sharti va resurslar chegaralanganligi bo'yicha xo'jalik birliklari ishlab chiqarish faoliyatini optimallashtirish.

Ishlab chiqarish funksiyalari qaysi ishlab chiqarishni ifodalashiga bog'liq bo'lmagan holda quyidagi umumiy xususiyatlarga ega:

- 1) ishlab chiqarish hajmini faqat bitta resurs xarajati evaziga oshirish o'zining chegarasiga ega;
- 2) ishlab chiqarish omillari o'zaro to'ldiruvchi (ishchilar va uskunalar) va o'zaro almashinuvchi (ishlab chiqarishni avtomatlashtirish) bo'ladi.

Ishlab chiqarish funksiyasini tuzishdan maqsad – ishlab chiqarish jarayoni natijalariga turli xil omillar ta'sirining darajasi va xarakterini miqdoriy baholash va o'lchashdan iborat. Ishlab chiqarish funksiyasi apparatidan foydalanishning eng muhim yo'nalishlaridan biri – ishlab chiqarish jarayonida foydalanilayotgan resurslar samaradorligini tahlil qilish hisoblanadi.

Ishlab chiqarish funksiyalari yordamida mehnat, ishlab chiqarish fondlari, tabiiy va boshqa resurslar sarflari samaradorligini alohida

emas, balki ularning birgalikdagi samaradorligini, resurslarning o‘zaro almashish chegaralarini aniqlash, ishlab chiqarishning pirovarda natijalari nuqtai nazaridan resurslarning optimal proportsiyalarini tadqiq qilish mumkin.

Ishlab chiqarish faoliyatining pirovard natijalarini prognozlash instrumenti sifatida ishlab chiqarish funksiyalari muhim rol o‘ynaydi. Ishlab chiqarishda resurslar samaradorligi va miqdoriy o‘rishini, innovatsion rivojlanish darajasi va turini tahlil qilish asosida ishlab chiqarish funksiyalari asosiy makroiqtisodiy indikatorlar bilan bir qatorda xususiy samaradorlik ko‘rsatkichlarining prognoz qiymatlarini yaqin kelajakka va uzoq istiqbolga hisoblashga imkon beradi.

## 12.2. Ishlab chiqarish funksiyasi turlari va xususiyatlari

Ishlab chiqarish funksiyalarining oddiy turlaridan biri – bu bir omilli ishlab chiqarish funksiyalaridir. Ushbu funksiyalarda bog‘liq o‘zgaruvchi bo‘lib, ishlab chiqarish hajmi  $y$  hisoblanadi, u esa o‘z navbatida yagona bog‘liq bo‘lmagan  $x$  o‘zgaruvchiga bog‘liq bo‘ladi. Bog‘liq bo‘lmagan o‘zgaruvchi sifatida umumiy ishlab chiqarish xarajatlari bo‘lishi mumkin.

Bir omilli ishlab chiqarish funksiyalariga quyidagilar kiradi:

1) Chiziqli bir omilli ishlab chiqarish funksiyasi  $y = a_0 + a_1x$ . Ushbu funksiya ishlab chiqariladigan mahsulot hajmini ma’lum resurs xarajatlari miqdoriga bog‘liqligini ifodalaydi.

Chiziqli bir omilli ICHF quyidagi xususiyatlar bilan xarakterlanadi:

a) agar bog‘liq bo‘lmagan o‘zgaruvchi  $x$  ning qiymati nolga teng bo‘lsa, u holda ishlab chiqarish hajmi nolga teng bo‘lmaydi, chunki  $y = a_0$  ( $a_0 > 0$ );

b) ma’lum  $x$  resurs xarajatlarining doimiy  $a_1$  ( $a_1 > 0$ ) miqdorga ortishi bilan, ishlab chiqariladigan mahsulot hajmi  $y$  chegaralanmagan holda o‘sadi.

2) Parabola ko‘rinishidagi bir omilli ishlab chiqarish funksiyasi  $y_i = a_0 + a_1x + a_2x^2$  ( $a_0 > 0$ ,  $a_1 > 0$ ,  $a_2 > 0$ ).

Parabola ko‘rinishidagi bir omilli ishlab chiqarish funksiyasining xususiyati shundaki,  $x$  resurs xarajatlarining ortishi bilan ishlab chiqariladigan mahsulot  $y$  boshida qandaydir maksimal miqdorgacha ortadi, keyin esa nolgacha pasayadi.

3) Darajali bir omilli ishlab chiqarish funksiyasi  $y = a_0 \cdot x^{a_1}$  ( $a_0 > 0$ ,  $a_1 > 0$ ). Mazkur funksiyaning xususiyati shundaki, ma'lum  $x$  resurs xarajatlarining ortishi bilan, mahsulot ishlab chiqarish hajmi  $y$  chegaralanmagan miqdorda o'sib boradi.

4) Ko'rsatkichlari bir omilli ishlab chiqarish funksiyasi  $y = a_0 - k \cdot a_1^x$  ( $a_1 > 0$ ). Mazkur funksiyaning xususiyati shundaki, ma'lum  $x$  resurs xarajatlarining ortishi bilan mahsulot ishlab chiqarish hajmi  $y$  ham ortib boradi va  $a_0$  qiymatga intiladi.

5) Giperbola ko'rinishidagi bir omilli ishlab chiqarish funksiyasi  $y = a_0 + \frac{a_1}{x}$ . Ushbu funksiyadan ishlab chiqarish hajmi  $y$  ning qandaydir  $x$  resurs xarajatlari o'rtasidagi bog'liqlikni o'rganishda foydalanilmaydi. Chunki,  $x$  resurs xarajatlari ortib borishi bilan mahsulot ishlab chiqarish hajmi  $y$  kamayib boradi. Bu esa mantiqqa to'g'ri kelmaydi.

Ikki omilli ishlab chiqarish funksiyalari mahsulot ishlab chiqarish hajmining ma'lum ikki turdagi omillarga bog'liqligini xarakterlaydi. Ko'p hollarda ushbu omillar bo'lib, asosiy kapital hajmi va mehnat resurslari miqdori hisoblanadi. Ikki omilli ishlab chiqarish funksiyalariga ko'p hollarda Kobba-Duglas va Solou funksiyalari kiradi.

Ko'p omilli ishlab chiqarish funksiyalari  $f(x_i)$  ( $i=1,2,\dots,n$ ) ko'rinishida bo'ladi. Ko'p omilli ishlab chiqarish funksiyalari mahsulot ishlab chiqarish hajmining  $n$  ta omilga bog'liqligini ko'rsatadi.

Iqtisodiy jarayonlarni modellashtirishda asosan ikki omilli ishlab chiqarish funksiyalaridan foydalaniladi. Ikki omilli ishlab chiqarish funksiyalari turlari va ularning xususiyatlarini ko'rib chiqamiz.

**1. O'zgarmas proporsiyali omilli funksiya** (Leontev ishlab chiqarish funksiyasi) quyidagi ko'rinishga ega:

$$y = \min \left\{ \left( \frac{x_1}{a_1} \right)^m, \left( \frac{x_2}{a_2} \right)^m \right\}.$$

Bunday turdagi funksiyani ajratishning bir necha alternativ tizimlari ma'lum:

a)  $m=1$  bo'lganda birinchi omilning chekli unumdorligi pastki darajasi nolga teng bo'lgan  $x_1/x_2$  nisbat bo'yicha o'smaydigan o'zgarmas ikki darajali funksiyadir. Ikkinchi omilning chekli unumdorligi – pastki darajasi nolga teng bo'lgan  $x_1/x_2$  nisbat bo'yicha kamaymaydigan o'zgarmas funksiyadir.

b)  $m=1$  bo'lganda mazkur funksiya quyidagi ko'rinishdagi matematik dasturlash masalasini yechishni ko'rsatadi:

$$Y \rightarrow \max, \\ \begin{cases} a_1 y \leq x_1, \\ a_2 y \leq x_2. \end{cases}$$

bu yerda  $y$  – optimallashtiriluvchi o'zgaruvchi.

v) funksiya bir jinsli va omillarni almashish elastikligi nolga teng.

g) funksiyaning quyidagi ko'rinishdagi almashtirishning doimiy elastikligi funksiya  $\rho \rightarrow +\infty$  chekli o'tish yo'li orqali olish mumkin:

$$Y = \left( \left( \frac{x_1}{a_1} \right)^{-\rho} + \left( \frac{x_2}{a_2} \right)^{-\rho} \right)^{-\frac{m}{\rho}}$$

## 2. Multiplikativ funksiya, Kobba-Duglas funksiyasi:

$$y = a_0 \cdot x_1^\alpha \cdot x_2^\beta$$

Bu yerda Kobba-Duglas ko'rinishidagi funksiyalar sinfini aniqlovchi ikki o'zgaruvchi bo'yicha ikki marta differentsiallashtirish bir necha shartlar tizimidan foydalaniladi:

a) omillar bo'yicha ishlab chiqarish elastikligi doimiydir:

$$E_{x_1}^y = \alpha,$$

$$E_{x_2}^y = \beta.$$

Ushbu differensial tenglamalar tizimining birinchi tartibli xususiy hosilalari bo'yicha yechimi bo'lib, Kobba-Duglas funksiyasi sinfi hisoblanadi;

b) omillardan bittasi bo'yicha funksiya elastikligi o'zgarmas va funksiya bir jinsli hisoblanadi:

$$E_{x_1}^y \equiv \alpha, \quad E_{x_2}^y \equiv \beta,$$

$$E_{x_1}^y + E_{x_2}^y = \alpha + \beta = m.$$

v) funksiya bir jinsli va omillarning almashish elastikligi birga teng:

$$\sigma(x_1, x_2) = \sigma = 1.$$

g) har bir omilning chekli unumdorligi uning o'rtacha unumdorligiga proporsional:

$$\frac{\partial y}{\partial x_1} = \alpha \frac{y}{x_1}, \quad \frac{\partial y}{\partial x_2} = \beta \frac{y}{x_2}.$$

d) har qanday o'zgarmas  $x_2$  da  $x_1$  bo'yicha funksiya bir jinsli.

e) funksiyaning quyidagi ko'rinishdagi almashtirishning doimiy elastikligi funksiya  $\rho \rightarrow 0$  chekli o'tish yo'li orqali olish mumkin:

$$y = a(\alpha x_1^{-\rho} + \beta x_2^{-\rho})^{-\frac{m}{\rho}}$$

### 3. Chiziqli funksiya

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

Ushbu funksiya uchun shartlar:

a) omillarning chekli unumdorligi o'zgarmas

$$\frac{\partial y}{\partial x_1} = a_1, \quad \frac{\partial y}{\partial x_2} = a_2.$$

va  $a_0=0$  bo'lganda funksiya nol qiymatga ega bo'ladi;

b)  $a_0=0$  bo'lganda funksiya bir jinsli birinchi darajadagi funksiyadir:

$$E_{x_1}^y + E_{x_2}^y = 1.$$

v) funksiya bir jinsli va omillar almashish elastikligi cheksiz:

$$\sigma = \sigma(x_1, x_2) = \infty.$$

g)  $a_0=0$  bo'lganda omillar bo'yicha elastiklik ushbu omillarning o'rtacha unumdorligiga proporsionaldir:

$$E_{x_1}^y = a_1 : (y/x_1) = \frac{a_1 x_1}{y}, \quad E_{x_2}^y = a_2 : (y/x_2) = \frac{a_2 x_2}{y}.$$

Chiziqli ishlab chiqarish funksiyasining iqtisodiy mohiyati shundaki, u omillar o'zaro almashinuvchi ishlab chiqarishni ifodalaydi, ya'ni ishlab chiqarish jarayonida faqat mehnatdan yoki faqat kapitaldan foydalanishning farqi yo'q. Ammo, real hayotda bunday holat mavjud emas, har qanday uskunaga ham inson xizmat ko'rsatadi. Funksiyadagi  $x_1$  va  $x_2$  o'zgaruvchilar oldida turgan  $a_1$  va  $a_2$  koeffitsientlar proporsiyalarni ko'rsatadi, bitta omil boshqasini almashtirishni ko'rsatadi. Masalan, agar  $a_1=a_2=1$  bo'lsa, bir xil hajmdagi mahsulot ishlab chiqarish uchun mehnat sarflarining 1 soati, mashinalar ishlashining 1 soati bilan almashtirilishi mumkin.

Shuni qayd qilish kerakki, xo'jalik faoliyatining ayrim turlarida kapital bilan mehnat bir-birini umuman almashtirmasligi mumkin va o'zgarmas proporsiyalarda foydalanishlari lozim: 1 ta ishchi – 2 ta stanok, 1 ta avtobus – 1 ta haydovchi. Bu holda omillarni almashtirish elastikligi nolga teng, ishlab chiqarish texnologiyasi esa Leontev ishlab chiqarish funksiyasi bilan ifodalanadi.

### 4. Allen funksiyasi

$$y = a_0 x_1 x_2 - a_1 x_1^2 - a_2 x_2^2$$

qat'iy quyidagi shart bilan beriladi:

- chekli unumdorliklar o‘shish tezligi o‘zgarmas va funksiya bir jinsli:

$$\left(\frac{\partial y}{\partial x_1}\right)/\partial x_1 = \frac{\partial^2 y}{\partial x_1^2} = -2a_1, \quad \left(\frac{\partial y}{\partial x_2}\right)/\partial x_2 = \frac{\partial^2 y}{\partial x_2^2} = -2a_2, \quad E_{x_1}^y + E_{x_2}^y = 2$$

Allen funksiyasi  $a_1, a_2 > 0$  bo‘lganda har qanday omilning haddan ortiq o‘shishi ishlab chiqarish hajmiga salbiy ta‘sir etishini ifodalovchi ishlab chiqarish jarayonlari uchun mo‘ljallangan. Odatda bunday funksiya resurslarni qayta ishlashda chegaralangan imkoniyatga ega bo‘lgan kichik ko‘lamdagi ishlab chiqarish tizimlarini ifodalash uchun qo‘llaniladi.

**5. Omillarni almashishining o‘zgarmas elastikli funksiyasi (CES funksiyasi)**

$$y = a(b_1 x_1^{-\rho} + b_2 x_2^{-\rho})^{-m/\rho}.$$

Shartlar: funksiya bir jinsli va omillar almashish elastikligi doimiy:

$$\sigma = \sigma(x_1, x_2) = \frac{1}{1 + \rho}.$$

**6. Omillar almashishining to‘g‘ri chiziqli elastikli funksiyasi (LES funksiyasi):**

$$y = x_1^\alpha (a_1 x_1 + a_2 x_2)^\beta.$$

Shartlar: funksiya bir jinsli va omillar almashish elastikligi yagona ozod had bilan omillar nisbati chiziqli funksiya hisoblanadi:

$$\sigma(x_1, x_2) = 1 + c \frac{x_1}{x_2}.$$

bu yerda  $c = \frac{a_1}{a_2} + \frac{a_1}{a_2} \cdot \frac{\beta}{\alpha}$ .

**7. Solou yoki Xilxorst funksiyasi**

$$y = a(b_1 x_1^\alpha + b_2 x_2^\beta)^\gamma.$$

shu bilan xarakterlanadiki, har qanday omilning 1 foizga ortishi natijasida kelib chiqadigan omillar almashishi chekli normasining foizli o‘zgarish qiymati omillarning dastlabki darajasiga bog‘liq emas:

$$\frac{\partial \ln h_{12}}{\partial \ln x_1} = \alpha - 1, \quad \frac{\partial \ln h_{12}}{\partial \ln x_2} = 1 - \beta.$$

Demak, yuqorida keltirilgan har bir ishlab chiqarish funksiyasi qo‘llanishi ishlab chiqarish xarakteri, ko‘lami va boshqa bir qator omillarga bog‘liq ekan.

Yuqorida keltirilgan ishlab chiqarish funksiyalarining qo‘llanish sohalari quyidagi 12.1-jadvalda keltirilgan



## 12.1-jadval

### Ishlab chiqarish funksiyalarining qo‘llanish sohalari

ICHF nomi	ICHFning matematik shakli	Qo‘llanish sohasi
1. O‘zgarmas proporsiyali omilli funksiya (Leontev ICHF)	$y = \min \left\{ \left( \frac{x_1}{a_1} \right)^m, \left( \frac{x_2}{a_2} \right)^m \right\}$	Mahsulot birligiga foydalaniladigan resurslarning texnologik normalardan og‘ishiga yo‘l qo‘ymaslikda deterministik jarayonlarda foydalaniladi.
2. Multiplikativ funksiya, Kobba-Duglas funksiyasi (Kobba-Duglas ICHF)	$y = a_0 \cdot x_1^\alpha \cdot x_2^\beta$	Barqaror faoliyat olib borayotgan o‘rta ko‘lamdagi ob‘ektlarni modellashtirishda foydalaniladi (sanoat ob‘ektlaridan tarmoqlargacha).
3. Chiziqli funksiya (chiziqli ICHF)	$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2$	Turli texnologiyalardan foydalanuvchi yirik ko‘lamdagi ob‘ektlarni modellashtirishda foydalaniladi.
4. Allen funksiyasi (Allen ICHF)	$y = a_0x_1x_2 - a_1x_1^2 - a_2x_2^2$	Bir omilning haddan ziyod ortishi ishlab chiqarishga salbiy ta‘sir ko‘rsatuvchi ishlab chiqarish jarayonlarini ifodalashda foydalaniladi. Odatda kichik ko‘lamdagi ob‘ektlarda qo‘llaniladi
5. Omillarni almashishining o‘zgarmas elastikli funksiyasi (CES funksiyasi)	$y = a(b_1x_1^{-\rho} + b_2x_2^{-\rho})^{-m/\rho}$	Omillarni o‘zaro almashishi bo‘yicha ma‘lumotlar mavjud bo‘lmagan ishlab chiqarish jarayonlarida qo‘llaniladi.
6. Omillar almashishining to‘g‘ri chiziqli elastikli funksiyasi (LES funksiyasi)	$y = x_1^\alpha (a_1x_1 + a_2x_2)^\beta$	Proporsiyalari turli almashtirish qiymatlariga ega bo‘lgan jarayonlarda qo‘llaniladi
7. Solou yoki Xilxorst funksiyasi (Solou ICHF)	$y = a(b_1x_1^\alpha + b_2x_2^\beta)^\gamma$	Omillarni o‘zaro almashish bo‘yicha ma‘lumotlar mavjud bo‘lmagan ishlab chiqarish jarayonlarida qo‘llaniladi.

Yuqorida keltirilgan ishlab chiqarish funksiyalari ishlab chiqarish xarakteri va uning ko‘lamlaridan kelib chiqib tanlanadi.

### 12.3. Kobba-Duglas ishlab chiqarish funksiyasi va uning xarakteristikalarini

Ishlab chiqarish jarayonlarida foydalanilayotgan resurslar samaradorligini aniqlashda ikki omilli ishlab chiqarish funksiyalaridan foydalaniladi. Umumiy holda ushbu jarayonlarni tadqiq qilishda Kobba-Duglas ishlab chiqarish funksiyasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$f(x_i) = A \cdot \prod_{i=1}^n x_i^{\alpha_i},$$

bu yerda  $a$  – funksiyaning sonli parametri;

$x_i$  – ishlab chiqarish funksiyasining  $i$ -omili yoki  $i$ -argumenti;

$\alpha$  –  $i$ -argument daraja ko‘rsatkichi;

$\Pi$  – ko‘paytirish operatori.

Kobba-Duglas ishlab chiqarish funksiyasining ko‘p ishlatiladigan shakli bo‘lib, funksiyaning ikki omilli  $f(K,L)$  varianti hisoblanadi.

**Ta’rif.** Kobba-Duglas ishlab chiqarish funksiyasi (ICHF) – bu sof mahsulot (sof daromad) ishlab chiqarish hajmining foydalanilgan kapital va mehnat resurslari (ulardan foydalanish xarajatlari) miqdoriga bog‘liqligini ifodalovchi va multiplikativ shaklga ega funksiyadir. Kobba-Duglas ICHF quyidagi ko‘rinishda ifodalanadi:

$$y = f(x_1, x_2) = A \cdot x_1^\alpha \cdot x_2^\beta$$

yoki

$$y = A \cdot K^\alpha \cdot L^\beta, \quad (12.2)$$

bu yerda  $A$  – doimiy koeffitsient bo‘lib, ishlab chiqarishda foydalaniladigan  $K$  va  $L$  omillarning birgalikdagi samaradorligini ko‘rsatadi,  $A > 0$ ,

$\alpha, \beta$  – doimiy koeffitsientlar bo‘lib, ishlab chiqarishda foydalaniladigan har bir resursning alohida samaradorligini ko‘rsatadi ( $\alpha, \beta > 0, \alpha + \beta = 1$ ),

$K$  – ishlab chiqarishda foydalanilayotgan kapital miqdori yoki kapital uchun to‘lov,

$L$  – ishlab chiqarishda foydalanilayotgan mehnat resurslari miqdori yoki mehnat resurslari uchun to‘lov.

Kobba-Duglas ICHF da  $\alpha, \beta$  parametrlar elastiklik koeffitsientlari deb ataladi. Ular  $\alpha$  yoki  $\beta$  bir foizga o‘zgarganda  $y$  o‘rtacha qanchaga o‘zgarishini ko‘rsatadi.

Kobba-Duglas ICHF da darajalar ko‘rsatkichlari yig‘indisi 1 ga teng bo‘lsa, u holda uni boshqacha shaklda ham ifodalash mumkin:

$$\frac{Y}{L} = \frac{AK^\alpha L^\beta}{L} = \frac{AK^\alpha}{L^{1-\beta}} = \frac{AK^\alpha}{L^\alpha} = A\left(\frac{K}{L}\right)^\alpha, \text{ yoki } \frac{Y}{L} = A\left(\frac{K}{L}\right)^\alpha.$$

Yuqorida qayd etilganidek, Kobba-Duglas ICHFda elastiklik koeffitsientlari  $\alpha$  yoki  $\beta$  bir foizga o‘zgarganda  $y$  o‘rtacha qanchaga o‘zgarishini ko‘rsatadi. Ishlab chiqarish hajmining kapital ( $K$ ) va mehnat resurslari miqdori ( $L$ ) bo‘yicha xususiy elastiklik koeffitsientlari quyidagicha topiladi:

Kapital ( $K$ ) bo‘yicha xususiy elastiklik koeffitsienti:

$$E_K = \frac{\frac{\partial Y}{\partial K}}{\frac{Y}{K}} = \frac{\partial Y}{\partial K} \cdot \frac{K}{Y} = A\alpha K^{\alpha-1} L^\beta \cdot \frac{K}{AK^\alpha L^\beta} = \alpha.$$

Mehnat resurslari ( $L$ ) bo‘yicha xususiy elastiklik koeffitsienti:

$$E_L = \frac{\frac{\partial Y}{\partial L}}{\frac{Y}{L}} = \frac{\partial Y}{\partial L} \cdot \frac{L}{Y} = A\beta K^\alpha L^{\beta-1} \cdot \frac{L}{AK^\alpha L^\beta} = \beta.$$

Demak, Kobba-Duglas IChF da kapital ( $K$ ) bo‘yicha ishlab chiqarish hajmining elastikligi o‘zgarmas miqdor  $\alpha$  ga va mehnat resurslari miqdori ( $L$ ) bo‘yicha elastikligi o‘zgarmas miqdor  $\beta$  ga teng ekan. Ya’ni, ICHFdagi omillarning daraja ko‘rsatkichlari, ushbu omillarning elastiklik koeffitsientlari ekan.

Agar  $\alpha$  ning qiymati  $\beta$  dan katta bo‘lsa, u holda ishlab chiqarish kapital sig‘imli va teskarisi bo‘lsa, sermehnat deb ataladi.

Kobba-Duglas ICHF masshtab samarasiga ega, ya’ni ishlab chiqarishda resurslar  $m$  martaga oshirilsa, ishlab chiqarish hajmi ham  $m$  martaga ortadi, ya’ni

$$m \cdot y = m \cdot f(K, L),$$

bu esa ekstensiv o‘sish samarasini ko‘rsatadi.

Shu bilan birga, Kobba-Duglas ICHF da  $\alpha$  va  $\beta$  parametrlar yig‘indisi 3 xil holda bo‘lishi mumkin:

1)  $\alpha + \beta = 1$  bo‘lsa, ishlab chiqarish samaradorligi darajasi uning masshtabiga bog‘liq bo‘lmaydi. Resurslarning  $m$  barobarga ko‘payishi ishlab chiqarish hajmining ham shunchaga ko‘payishini anglatadi. Iqtisodiy jihatdan biror bir sohada yangi korxonaning ochilishi o‘sha sohada ishlab chiqarish hajmining ortishiga olib keladi. Bu holda (12.2) funksiya birinchi darajali tenglikka ega bo‘ladi.

2)  $\alpha+\beta<1$  bo'lsa, bir-birlik mahsulotga sarflanadigan o'rtacha xarajatlar ortadi. Resurslarning  $m$  barobarga ko'payishi ishlab chiqarish hajmini  $m$  barobardan kam hajmda o'sishini ko'rsatadi.

3)  $\alpha+\beta>1$  bo'lsa, ishlab chiqarish masshtablari kengayishi bilan bir-birlik mahsulotga sarflanadigan o'rtacha xarajatlar kamayadi. Resurslarning  $m$  barobarga ko'payishi ishlab chiqarish hajmini  $m$  barobardan ko'p o'sishini ko'rsatadi. Iqtisodiy jihatdan bu ishlab chiqarish masshtablarini kengayishini ijobiy samarasini aks ettiradi.

Kobba-Duglas ICHF asosida resurslardan foydalanishning o'rtacha va chekli samaradorlik ko'rsatkichlarini hisoblash mumkin.

O'rtacha mehnat unumdorligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\frac{y}{L} = A \cdot K^{\alpha} \cdot L^{\beta-1}, \quad (12.3)$$

ushbu tenglama o'rtacha mehnat unumdorligini ifodalaydi, ya'ni har bir vaqt birligida bitta ishchiga to'g'ri keladigan o'rtacha mahsulot miqdorini ko'rsatadi.  $\beta$  koeffitsient birdan kichik bo'lgani uchun tenglamani daraja ko'rsatkichi manfiy qiymat hisoblanadi, bundan kelib chiqadiki, mehnat sarfining ( $L$ ) ortishi, o'rtacha mehnat unumdorligini pasayishiga olib keladi.

O'rtacha fond qaytimi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\frac{y}{K} = A \cdot K^{\alpha-1} \cdot L^{\beta}, \quad (12.4)$$

ushbu tenglama o'rtacha fond qaytimini ifodalaydi, ya'ni har bir vaqt birligida bir birlik kapital tomonidan yaratiladigan o'rtacha mahsulot miqdorini ko'rsatadi.  $\alpha$  koeffitsient birdan kichik bo'lgani uchun tenglamani daraja ko'rsatkichi manfiy qiymat hisoblanadi, bundan kelib chiqadiki, kapital sarfini ( $K$ ) ortishi, o'rtacha fond qaytimining pasayishiga olib keladi.

Chekli mehnat unumdorligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\frac{\partial y}{\partial L} = \beta \cdot A \cdot K^{\alpha} \cdot L^{\beta-1} > 0. \quad (12.5)$$

Chekli mehnat unumdorligi bir birlik qo'shimcha mahsulot ishlab chiqarish uchun qancha qo'shimcha mehnat talab qilishini ko'rsatadi.

Chekli fond qaytimi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\frac{\partial y}{\partial K} = \alpha \cdot A \cdot K^{\alpha-1} \cdot L^{\beta} > 0. \quad (12.6)$$

Chekli fond qaytimi bir birlik qo'shimcha mahsulot ishlab chiqarish uchun qancha qo'shimcha fond talab qilishini ko'rsatadi.

Agar  $\alpha, \beta \leq 1$  ekanligini hisobga olib, resurslar unumdorligining o‘rtacha va chekli ko‘rsatkichlarini taqqoslasak, resurslarning chekli ko‘rsatkichlari o‘rtacha ko‘rsatkichlardan kichik ekanligini ko‘rish mumkin:

$$\frac{\partial y}{\partial L} = \beta \cdot \frac{y}{L} \quad \text{va} \quad \frac{\partial y}{\partial K} = \alpha \cdot \frac{y}{K}$$

Eyler teoremasidan foydalanib yalpi mahsulotni omillar “ulushiga” ajratish mumkin:

$$y = \frac{\partial y}{\partial K} K + \frac{\partial y}{\partial L} L.$$

Ushbu tenglama yalpi mahsulotda har bir omil qo‘shgan ulushini ko‘rsatadi.

(12.2.) funksiyasi uchun ishlab chiqarish fondlari bo‘yicha mehnat sarfini almashtirishning chegaraviy me‘yori quyidagicha aniqlanadi:

$$K = \left( \frac{y}{AL^\beta} \right)^{\frac{1}{\alpha}}.$$

Ishlab chiqarishda texnik taraqqiyotni hisobga olgan Kobba-Duglas ICHF quyidagi ko‘rinishga ega:

$$y = A \cdot K^\alpha \cdot L^\beta \cdot e^{\lambda t},$$

bu yerda  $t$  – vaqt,  $\lambda$  parametri texnik taraqqiyot evaziga ishlab chiqarish hajmining qo‘shimcha o‘sishini ko‘rsatadi.

Endi Kobba-Duglas ICHF da  $A, \alpha, \beta$  parametrlarning miqdoriy qiymatlarini aniqlaymiz. Buning uchun (12.2) multiplikativ funksiyaning ikki tomonini logarifmlaymiz va natijada quyidagi ko‘rinishdagi additiv funksiyaga ega bo‘lamiz:

$$\ln y = \ln A + \alpha \cdot \ln K + \beta \cdot \ln L. \quad (12.7)$$

Ushbu funksiyadagi noma’lum  $\ln A, \alpha, \beta$  parametrlarni aniqlash uchun eng kichik kvadratlar usulidan foydalanamiz. Natijada quyidagi ko‘rinishdagi normal tenglamalar tizimiga ega bo‘lamiz:

$$\begin{cases} n \cdot \ln A + \alpha \sum \ln K + \beta \sum \ln L = \sum \ln y \\ \ln A \cdot \sum \ln K + \alpha \sum (\ln K)^2 + \beta \sum (\ln K)(\ln L) = \sum (\ln y)(\ln K) \\ \ln A \cdot \sum \ln L + \alpha \sum (\ln K)(\ln L) + \beta \sum (\ln L)^2 = \sum (\ln y)(\ln L) \end{cases}$$

Ushbu tenglamalar tizimini Kramer usulidan foydalanib yechsak, noma’lum  $\ln A, \alpha, \beta$  parametrlarning miqdoriy qiymatlariga ega bo‘lamiz.

$\ln A, \alpha, \beta$  parametrlarning hisoblangan qiymatlari asosida funksiyaning additiv ko‘rinishi olinadi. So‘ngra additiv funksiyaning ikkala tomonini potentsirlash orqali darajali multiplikativ funksiyaga ega bo‘lamiz.

### Nazorat uchun savollar

1. Ishlab chiqarish funksiyalarini qo'llashning sabablari nimada deb o'ylaysiz?
2. Ishlab chiqarishning eng sodda "qora quti" sxemasini tushuntirib bering.
3. Ishlab chiqarish funksiyalarida qaysi turdagi omillar qatnashadi va ular qanday o'lchovlarda o'lchanadi?
4. Ishlab chiqarish funksiyasini verifikatsiyalash deganda nimani tushunasiz?
5. Ishlab chiqarish funksiyalari yordamida qanday masalalarni yechish mumkin?
6. Nimada maqsadda ishlab chiqarish funksiyasi tuziladi?
7. Ishlab chiqarish funksiyasi xususiyatlarini tushuntirib bering.
8. Ishlab chiqarish funksiyasi turlarini yoritib bering.
9. O'zgarmas proporsiyali omilli funksiya (Leontev ICHF) ning xususiyatlari nimalardan iborat?
10. Nima uchun ishlab chiqarish jarayonlarini o'rganishda additiv funksiya o'rniga multiplikativ funksiyadan foydalaniladi?
11. Qaysi ishlab chiqarish jarayonlarida Allen ICHF dan foydalaniladi?
12. Kobba-Duglas ICHF ning ta'rifini aytib bering.
13. Kobba-Duglas ICHF da omillar elastiklik koeffitsientlari yig'indisi 1 dan katta bo'lsa, omillar samaradorligini tushuntirib bering.
14. Kobba-Duglas ICHF da masshtab samarasi deganda nima tushuniladi. Misol keltiring.
15. Kobba-Duglas ICHF yordamida resurslar bo'yicha qanday iqtisodiy ko'rsatkichlar hisoblanadi. Yoritib bering.
16. Kobba-Duglas ICHF da noma'lum parametrlar qaysi usulda aniqlanadi?

## **XIII bob. PROGNOZLASHDA AMALIY DASTURLARNI QO‘LLASH**

**13.1. Iqtisodiy prognozlash tushunchasi, mazmuni va mohiyati.**

**13.2. Prognozlash turlari.**

**13.3. Prognozlash ob‘ekti va uning tahlili.**

**13.4. Prognozlash usullarning tasnifi.**

**13.5. Prognozashtirishda matematika fanining o‘rni.**

**13.6. Excel dasturida prognozlashni amalga oshirish.**

### **13.1. Iqtisodiy prognozlash tushunchasi, mazmuni va mohiyati**

Prognoz - bu metodologiya butun mantig‘i va spetsifikasi bilan maqsadli tematik tadqiqot bo‘lib, ham sifat, ham miqdor tahlillarini o‘z ichiga oladi hamda unda, ishlab chiqarishning pirovard natijalaridan qat‘iy nazar, mustaqil ilmiy ahamiyat kasb etadi. Uning ko‘rsatkichlar doirasi kelgusidagi ko‘rsatkichlar doirasidan jiddiy farq qilishi mumkin.

Prognoz tadqiqot yechimlarni asosli ravishda tanlash uchun juda foydali bo‘ladi va bunday jarayon tashqi sharoitlari muddatini bayon qilib beradi. Prognozlash mohiyat e‘tibori bilan uzluksiz jarayondir. Birinchidan, bu jarayon milliy iqtisodiyot dasturlarini bajarilishi, fan va texnikaning rivojlanishi jarayonida vujudga keladigan yangi ilmiy ma‘lumotlar va yangi voqealarni hisobga olgan holda prognozlarni takomillash-tirish va aniqlashning zarurligida ifodalanadi. Ikkinchidan, prognozlash-ning uzluksizligi korxonadan tomonidan faqat optimal yechimlarni va konkret boshqarish ko‘rsatkichlari tizimini ishlab chiqishning zarurligidagina emas, balki oldindan ko‘riladigan xo‘jalik tadbirlari rejasini bajarishning istiqbolda baholanishi zarurligida ham ifodalanadi. Shu bilan birga prognozlash boshqarishning amaliy ehtiyojlari bilan hisoblashadi, shuning uchun ham bashoratlashning pirovard natijalari va materiallarini kelgusida belgilanadigan davriylashtirishga moslash kerak.

Texnik-iqtisodiy prognozlashning eng muhim sharti, prognozlana-digan ob‘ektlarni boshqaradigan qonunlarni chuqur va har tomonlama o‘rganishdan iboratdir. Masalan, milliy iqtisodiyotni rivojlantirish prog-nozlarini ishlab chiqishda talab va taklif qonunini, chekli qaytimning ka-mayish qonunini, mehnat unumdorligini to‘xtovsiz o‘stirish qonunini o‘r-ganish va uning harakat yo‘nalishini aniqlash talab qilinadi. Ob‘ektiv prognozli tadqiqot konkret material asosida insonning maqsadli faoliyati

iqtisodiy jarayonlarning ob'ektiv xarakteriga, ob'ektiv determinizmning sababiy qonunlariga zid bo'lmashligi haqidagi umumiy qoidani qo'shimcha ravishda isbotlab beradi.

Prognozli tadqiqotlarni tashkil etish ishning analitik bosqichi hisoblanadi, prognozlash metodologiyasida esa kelajakning hozirgi va o'tgan davr bilan genetik aloqasini ochib berish uchun xizmat qiladi.

Prognozlash kelajakni shakllantiradigan hozirgi davrdagi omillarni aniqlashga hamda taraqqiyot omillariga faol ta'sir ko'rsatadigan tavsiyalarni ishlab chiqishga qaratilgandir.

Texnik-iqtisodiy prognozlash umumiy prognozlash tizimining maxsus bo'limi bo'lib, ijtimoiy fanlar kuzatadigan voqelikni o'rganadi.

Iqtisodiy prognozlashning maqsadi - amaldagi ijtimoiy ehtiyojlarni aniqlash va kelgusidagi ehtiyojlarni oldindan ko'rishdan, jamiyat ijtimoiy tarkibini shakllantirish qonuniyatlarini, turmush tarzini takomillashtirish yo'llarini ochib berishdan iboratdir.

Hozirgi kunda kelajakni baholashni 2 turi hayotga tadbiiq etilgan: ilmiy baholash va noilmiy ko'rabilish.

Noilmiy ko'rabilishga turli taxminlar, har xil hayoliiy sezgilar, ehtimollar va boshqa shunga o'xshash asoslanmagan istiqbollarni bilish kiradi.

Ilmiy ko'ra bilishni prinsipiial farqi shundaki, hodisalarni ishonchli, ilmiy tasdiqlangan bo'lishiga imkon tug'diradi. Bu esa tizimlarni kelajakda boshqarishga va konkret qarorlar qabul qilishga asos bo'ladi.

Kelajakni ilmiy baholashning turlari:

Oldindan aytib berish - bu kelgusidagi muammoni hal qilishning mumkin bo'lgan yoki istalgan istiqbolda holatini bayon qilishdir. Boshqacha qilib aytganda, oldindan aytib berish - kelgusida bo'ladigan ma'lum jarayonlarning holati haqidagi ishonchli fikrni bildirishdir.

Oldindan ko'ra bilish - tizimni rivojlantirishning qonuniyatlariga asoslangan, haqiqatni oldindan aks ettirishdir. Bu narsa tizimning kelgusidagi holati haqida ma'lum xulosa chiqarish imkonini beradi.

Prognoz - bu ehtimol yo'nalishlar, ob'ektlar va hodisalarning rivojlanishi natijalari. Prognozlash - bu ob'ektni rivojlantirish istiqbolini belgilab beradigan maxsus ilmiy tadqiqotlardir.

Rejalashtirish - bu aniq belgilangan maqsad, uni amalga oshirishning yo'llari va tadbirlari, belgilangan xom ashyolar bilan ajralib turadi.

Reja - yakka yagona, ijrosi majbur bo'lgan direktiv hujjatdir.

Shunday qilib, rejalashtirish, prognozlash, oldindan aytib berish,



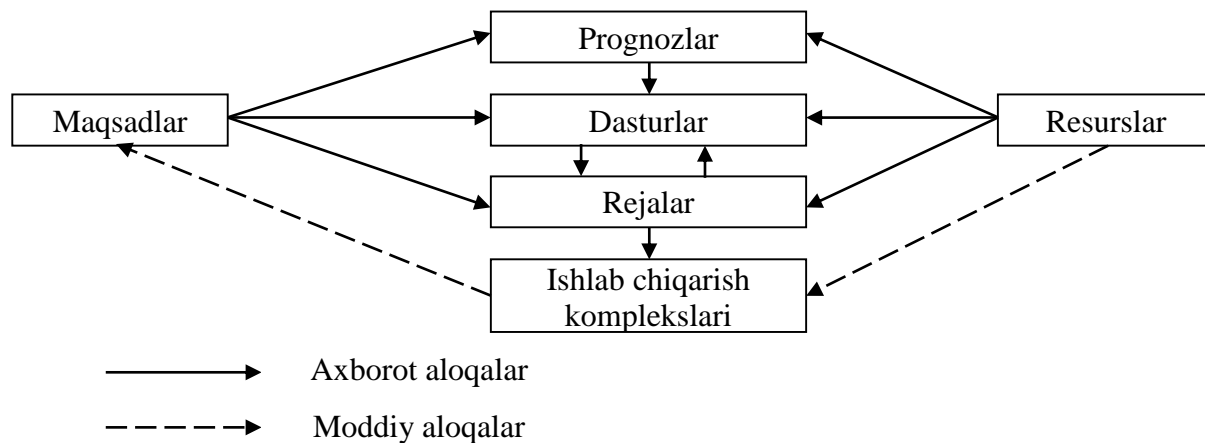
oldindan ko‘ra bilish - kelajakni baholashning ishonchlilik darajasiga qarab biri-biridan farq qiladi.

Oldindan aytib berish “bo‘lsa kerak” ligini ifodalaydi. Prognozlash nima bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatib beradi; rejalashtirish - bo‘lishi shart degan ma’noni bildiradi.

Prognozlash sohalari juda keng: geografik, geologik, ekologik, iqtisodiy, sotsial, tashqi-siyosiy, yuridik va h.k.

Iqtisodiy prognozlash - bu iqtisodiy qonunlarga ilmiy yondashgan holda iqtisodiy tizimlarni prognozlarini tuzish jarayonidir. Iqtisodiy tizimni boshqarish sxemasini quyidagicha ifodalash mumkin (13.1-rasm).

Avvalo iqtisodiy tizimni rivojlanishini maqsadi aniqlanadi. Quyidagi maqsadga kelajakda bo‘lishi mumkin holatlari o‘rganilib prognoz qilinadi. Eng samarali tanlangan rivojlanish variantlari, kompleks dasturlarni tuzilishiga informatsion baza sifatida qo‘llanib, prognoz qilingan holatga tizim erishish uchun, qanday tadbirlar amalga oshirilishi kerakligini dastur ko‘rinishida tuzib olinadi. Bunday yondashish “Dastur” deyiladi. Maqsadni va bor imkoniyatlarni (resurslarni) solishtirish natijasida ilmiy asoslangan rejalar tuziladi va tizimni elementlariga yetkaziladi.



13.1-rasm. Ishlab chiqarish va boshqarish jarayonlarining sxemasi

Shunday qilib, reja - faqat boshqarish mumkin bo‘lgan jarayonlarda qo‘llanadi. Masalan, ishlab chiqarishda rejani qo‘llash mumkin. Prognoz boshqarilishi mumkin bo‘lgan va mumkin bo‘lmagan sohalarda qo‘llaniladi. Masalan: ob-havoni rejalashtirib bo‘lmaydi, uni prognozlash mumkin, demografik, ilmiy-texnika, tashqi iqtisodiy va boshqa jarayonlarni qisman ularni boshqarish, qisman rejalashtirish mumkin.

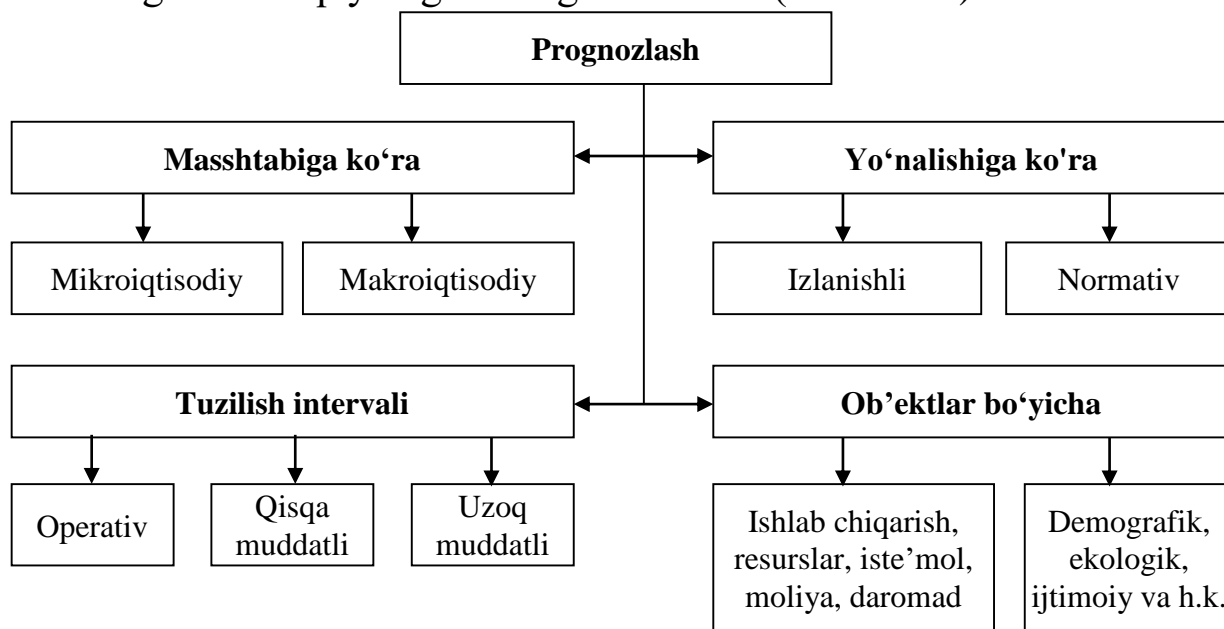
Prognozlash avvalo, rejalarining ilmiy asoslanganligini oshirish uchun taraqqiyot maqsadlaridan biriga erishishga qaratilgan konkret reja

yoki kompleks dasturni tekshirish asosi tarzida qaraladi. Ishning bu bosqichi reja yechimlarining, shuningdek iqtisodiy tadbirlar tizimini o'tkazish muddatlarining izchilligini tanlash va asoslash imkonini beradi. Prognozlashni rejalashtirishning alternativ tarzidagi yordamchi vositasi deb hisoblaydigan ayrim mualliflar unga rejaning birmuncha ishonchli, direktiv rejalashtirish vazifalariga mos keladigan balans usulini qarama-qarshi qo'yadilar. Darhaqiqat, balans - bu iqtisodiy hisob-kitoblar usuli bo'lib, iqtisodiy-statistik, analitik va rejali ishlarning turli bosqichlarida qo'llanilishi mumkin. Prognoz - bu metodologiyada butun mantiqi va spetsifikasi bilan maqsadli tematik tadqiqot bo'lib, ham sifat, ham miqdor tahlillarini o'z ichiga oladi hamda unda, rejali ishlab chiqarishning pirovard natijalaridan qat'iy nazar, mustaqil ilmiy ahamiyat kasb etadi. Uning ko'rsatkichlar doirasi kelgusidagi rejaning ko'rsatkichlari doirasidan jiddiy farq qilishi mumkin.

Prognozli tadqiqot yechimlarni asosli ravishda tanlash uchun juda foydali bo'ladi va bunday jarayon tashqi sharoitlari muddatini bayon qilib beradi.

### 13.2. Prognozlash turlari

Prognozlash quyidagi turlarga bo'linadi (13.2-rasm):



13.2-rasm. Prognozlash turlari

1. Prognozashtirish masshtabiga ko'ra makroiqtisodiy va mikroiqtsodiy pronozlarga ajratiladi.

2. Tuzilish intervali bo'yicha operativ, qisqa muddatli va uzoq muddatli bo'lishi mumkin. Qisqa muddatli prognozda faqat miqdoriy o'zgarishlar e'tiborga olinadi. Uzoq muddatli prognoz ham miqdoriy, ham sifat o'zgarishlarga asoslangan bo'lib, o'z o'rnida o'rta muddatli va uzoq muddatli bo'lishi mumkin.

3. Prognozlash yo'nalishlariga ko'ra izlanishli va normativ bo'lishi mumkin. Izlanishli prognoz - agar hozirgi tendensiyalar saqlanib qolsa, iqtisodiy tizim qanday rivojlanadi, degan savolga javob beradi. Boshqa so'z bilan aytganda, tizimga ta'sir etuvchi omillar o'zgarib, u qanday holatga kelishi mumkin?

Normativ prognoz bo'lajak maqsadlarga erishish uchun tizimni rivojlanish yo'nalishlarini va muddatlarini aniqlaydi. Maqsad qilingan holatga tizim erishish uchun, ta'sir etuvchi omillarga qanday o'zgarishlar kiritish zarur? Boshqa so'z bilan aytganda qanday qilib maqsadga erishish mumkin?

### 13.3. Prognozlash ob'ekti va uning tahlili

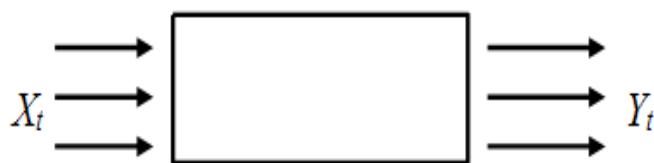
Prognozlash jarayoni ob'ektni tahlilidan boshlanadi. Bu tahlil ob'ektni tanlash, prognozlash maqsadida ob'ektga ta'sir etuvchi omillarni o'rganish, uning tarkibi, boshqarish usullarni o'rganishdan iborat. Iqtisodiy tizim juda katta va murakkab bo'lgani uchun uni o'rganishda tizimli tahlil usuli qo'llanadi.

Bu usulni asosiy tamoyillari quyidagicha:

1. Murakkab tizim juda ko'p elementlardan iborat. Bu elementlar bir-biri bilan bog'langan bo'lib, murakkab tuzilmani tashkil etadi.

2. Murakkab tizim yaxlitlik xususiyatiga ega. Bunday tizimlar har doim maqsadga intilgan bo'ladi, samarali holatga erishishga harakat qiladi.

3. Tizim kirish va chiqish yo'llari orqali tashqi muhit bilan bog'langan.



13.3-rasm. Tizimning tashqi muhit bilan bog'lanishi

Faraz qilaylik, tizim holatini aniqlaydigan 3 ta vektor ma'lum bo'lsin.

$$X_t = (X_1, X_2, \dots, X_m)_t, S_t = (S_1, S_2, \dots, S_k)_t, Y_t = (Y_1, Y_2, \dots, Y_n)_t \quad (13.1)$$

Tizimni chiqish holati kirish parametrlari va tizimni ichki holati bilan quyidagicha bog‘langan:

$$Y_t = f(X_t, S_t) \quad (13.2)$$

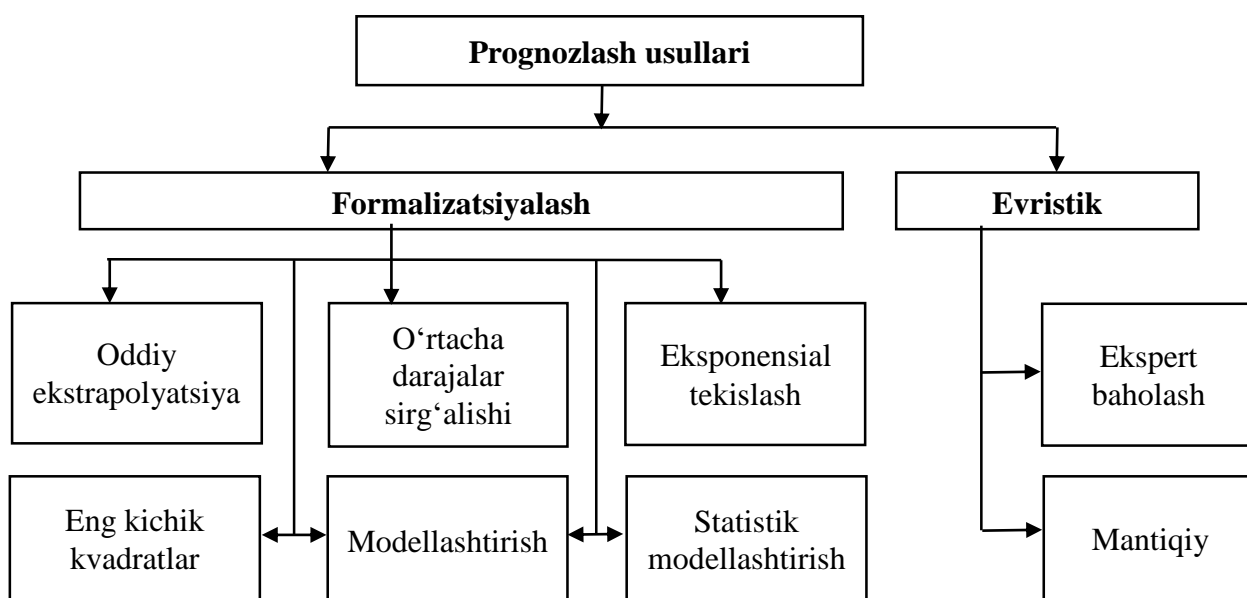
Bu yondashuv ekonometrik modellashtirishda qo‘llaniladi.

4. Har bir murakkab tizimni elementlarga bo‘lish mumkin. Masalan, milliy iqtisodiyot elementlari - bu tarmoqlar, korxonalar elementlari: bo‘limlar va h.k. Tizimni elementlari ierarxiya tamoyillariga bo‘ysunadi.

5. Murakkab va katta tizimlarni to‘liq tasvirlash, izohlash juda qiyin, shuning uchun ularni boshqarishda, pronozlashda ma‘lum bir ehtimollik nazarda tutiladi.

### 13.4. Prognozlash usullarning tasnifi

Shunday qilib, iqtisodiyot murakkab tizim bo‘lib yaxlitlik, ierarxik, ehtimollik, xususiyatlarga ega va shu sharoitda boshqariladi. Aytib o‘tilgan xususiyatlarni e‘tiborga olgan holda prognozashtirish usullarini tasnifi tuzilgan. Prognozlash usullari 2 katta yirik guruhga bo‘linadi: formalizatsiyalash va evristik usullar (13.4-rasm).



13.4-rasm. Prognoz usullari

Shunday qilib, ilmiy prognozlashning eng muhim sharti – prognozlanadigan ob‘ektlarni boshqaradigan qonunlarni chuqur va har

tomonlama o‘rganishdan iboratdir. Ob‘ektiv prognozli tadqiqot aniq material asosida insonning maqsadli faoliyati, iqtisodiy jarayonlarning ob‘ektiv xarakteriga, ob‘ektiv determinizmning sababiy qonunlariga zid bo‘lmasligi haqidagi umumiy qoidani qo‘shimcha ravishda isbotlab beradi.

Prognoz tadqiqotlarni tashkil etish ishning analitik bosqichi hisoblanadi, prognozlash metodologiyasida esa kelajakning hozirgi va o‘tgan davr bilan genetik aloqasini ochib berish uchun xizmat qiladi.

Prognozlash kelajakni shakllantiradigan hozirgi davrdagi omillarni aniqlashga hamda taraqqiyot omillariga faol ta‘sir ko‘rsatadigan tavsiyalarni ishlab chiqishga qaratilgandir.

### **13.5. Prognozashtirishda matematika fanining o‘rni**

Prognozlash jarayoni va ilmiy prognozlar matematika fani bilan kuchli bog‘langan. Prognozning matematika ilmi bilan bog‘langanligi shu bilan aniqlanadiki, u yoki bu bilim sohasi miqdoriy munosabatlarni o‘rganish xususiyatlariga egadir.

Matematika fani haqiqiy olamni miqdoriy munosabatlar va kenglik formalarida (ko‘rinishida) tasavvur etadi. Matematikaga fan sifatida bunday tushuncha berish shuni ko‘zda tutadiki, birinchidan, matematika tashqi olamdan, material haqiqatdan ajrala olmaydi, shunga qaramasdan matematik tuzilmalar favqulodda abstrakt forma ko‘rinishida bo‘ladi; ikkinchidan, haqiqiy olamni sof ko‘rinishdagi kenglik formalari va miqdoriy munosabatlarni matematik o‘rganish yo‘nalishi ularni alohida o‘rganishni talab qiladi.

Matematikani iqtisodiy izlanishlarda va hisob-kitoblarda qo‘llash birinchi navbatda o‘zaro funksional munosabatlar bilan bog‘langan o‘zgaruvchi qiymatlar sohasida keng tarqaldi. O‘zgaruvchi qiymatning o‘zi o‘sha vaqtida matematikada burilish nuqtasi bo‘lgan edi. Matematikada burilish nuqtasi bo‘lgan Dekartning o‘zgaruvchi qiymat tushunchasidir. Shu tufayli matematikaga harakat va shu bilan dialektika kirib keldi va shu tufayli differentsial va integral hisoblarga zaruriyat tug‘ildi.

O‘zgaruvchi qiymatlarni o‘rganish bir o‘zgaruvchi qiymatni boshqalardan bog‘langanligini o‘lchash funksiya qiymatini aniqlashga olib keladi. O‘zgaruvchi qiymatlar o‘rtasidagi bog‘lanish matematikada

funksional tenglamalar ko‘rinishida ifodalanadi. Masalan, ikki o‘zgaruvchining funksional bog‘lanishi tenglamasi umumiy ko‘rinishda quyidagicha bo‘ladi:  $y = f(x)$ , bunda  $y$  - argument  $x$  ning funksiyasi hisoblanadi. Funksional tenglamalarga, mohiyati bilan, differentsial va integral tenglamalar kiradi.

Prognozlash jarayonlarini tahlil qilishda har qadamda o‘zgaruvchi qiymatlar bilan ish ko‘rishga to‘g‘ri keladi. Iqtisodiy o‘zgaruvchilar sifat va miqdoriy xususiyatlarga ega bo‘lib, bir-biridan funksional bog‘lanish ko‘rinishida bo‘lishi mumkin. Iqtisodiy ko‘rsatkichlarning miqdoriy munosabatlari va funksional bog‘lanishlarini o‘rganish matematikaning asosiy vazifalaridan biri hisoblanadi.

Ammo, iqtisodiy hodisalar va ko‘rsatkichlar o‘rtasidagi bog‘lanishlar hamma vaqt ham funksional ko‘rinishda ifodalanishdan yiroq bo‘lishi mumkin. Bunday holda ko‘pincha korrelyatsiya bog‘lanishlari bilan ishlashga to‘g‘ri keladi, Bunday bog‘lanish shunisi bilan xarakterlanadiki, ushbu ko‘rsatkichga o‘rganilayotgan asosiy omillardan tashqari boshqa, qo‘shimcha omillar ham ta’sir ko‘rsatadi, ularni ajratish va ko‘rsatayotgan ta’siri harakatini uslubiy ajratish (izolyatsiya) imkoniyati doimo ham bo‘lavermaydi. Bunday bog‘lanishlar korrelyatsiya va regressiya tahlili yordamida o‘rganiladi.

Korrelyatsiya tahlilining zaruriy asosi bo‘lib ommaviylik hisoblanadi: yagona yoki bir nechta ma’lumotlar asosida u yoki bu qonuniyatlarni, asosiy omillarning ta’siri aniqlashning iloji yo‘qdir. Faqat yetarli darajada katta hajmdagi ma’lumotlarga tayangan holda o‘rganilayotgan ko‘rsatkichdagi asosiy omillar ta’siri ostida o‘zgarishlarni kuzatish mumkin, bunda boshqa omillar o‘zgarmaydi deb taxmin qilinadi. Haqiqatda esa ular o‘z navbatida o‘zgaradilar, bu esa u yoki bu darajada olingan natijalarda o‘z ifodasini ko‘rsatadi. Buning oqibatida o‘rganilayotgan ko‘rsatkichlar o‘rtasidagi bog‘lanishlarni to‘la ifodalab bo‘lmasligi mumkin.

Korrelyatsiya tahlili katta matematik apparatga asoslanadi. Masalan, to‘g‘ri chiziqli korrelyatsiya normal tenglamalar tizimi yechimiga asoslanadi, egri chiziqli korrelyatsiya - ikkinchi tartibli, uchinchi tartibli va  $n$  - tartibli parabolaga, giperbola tenglamalariga va boshqa turdagi egri chiziq'larga asoslanadi.

Korrelyatsiya tahlili faqat shunday hollarda haqiqiy natijalarga olib kelishi mumkin, qachonki uni tuzish nazariy to‘g‘ri xulosalardan

kelib chiqqan bo'lsa. Shunday ekan, bu yerda iqtisodiy nazariyaning ustunligi saqlanib turadi. Faqat iqtisodiy hodisaning dastlabki sifatli tahlili izlanish o'tkazilayotgan ko'rsatkichlarni aniq belgilash, asosiy va qo'shimcha omillarni tanlash, ob'ektiv mavjud munosabatlarning miqdoriy qiymatlarini aniqlash va anglab olish imkonini beradi.

Prognozlashtirish jarayonlarida matematikani qo'llash iqtisodiy-matematik modellashtirish ko'rinishida amalga oshiriladi. Iqtisodiy-matematik modellashtirish yordamida u yoki bu haqiqiy iqtisodiy jarayon ifodalanadi. Bunday model faqat iqtisodiy jarayonni mohiyatini chuqur nazariy izlanishlar va tushunib etish asosida tuzilishi mumkin. Faqat shundagina matematik model haqiqiy iqtisodiy jarayonga to'g'ri kelishi, uni ob'ektiv ifodalashi mumkin.

Matematik modelni tuzishga yondashish induktiv va deduktiv bo'lishi mumkin. Modellashtirishda induktiv usuldan foydalanganida u yoki bu iqtisodiy jarayonning modeli iqtisodiy jarayonning sodda o'zgaruvchilarini qamrab olgan xususiy modellashtirish yordamida tuziladi, undan butun jarayonni umumiy modeliga o'tiladi. Deduktiv usulda dastavval umumiy model tuziladi va faqat uning asosida xususiy modellar yaratiladi, aniq matematik hisob-kitoblar algoritmi belgilanadi. Iqtisodiy-matematik modellarni yaratishda induksiya va deduksiya usullari birgalikda foydalanilsa, ular bir muncha to'g'ri asoslangan bo'ladi. Bunday sharoitlarda tuzilgan modelni haqiqiy iqtisodiy jarayonga ko'proq mos kelishi, o'xshashligi ta'minlanadi; model ko'proq jihatdan ob'ektiv mavjud iqtisodiy munosabatlar va qonuniyatlarni ifodalaydi.

Prognozlashtirishda qo'llanilayotgan matematik usullar rivojlanib borayotgan bozor iqtisodiyotining talablariga mos ravishda shakllanayotgan iqtisodiyotning turli muammolarini to'g'ri va aniq yechishga qaratilgan bo'lib boshqarish, rejalashtirish, tijorat, buxgalteriya hisobi va statistikasi hamda prognoz qilishda va boshqa ko'p yo'nalishlarda foydalanilmoqda. Matematik dasturlash va matematikaning boshqa usullarini ko'pgina iqtisodiy va injenerlik xarakterga ega bo'lgan masalalarni yechishda foydalanish hisoblash texnikasi paydo bo'lishi bilan imkoniyat tug'ildi va samarali foydalanilmoqda. Murakkab iqtisodiy masalalarni zamonaviy hisoblash texnikasiz to'g'ri yechishning imkoniyati yo'q. Shuning uchun mikroiqtisodiy va mak-

roiqtisodiy jarayonlar va ko‘rsatkichlarni modellashtirish va prognozlashda zamonaviy kompyuter texnikalari hamda amaliy dasturiy pakatlardan keng foydalanish zarur.

### 13.6. Excel dasturida prognozlashni amalga oshirish

*Excel* ning foydalaniladigan vositalari: qatorlarni tuzuvchi diagrammalar vositasi, trendni o‘rnatish vositasi – *Insert trend*, bir omilli jadvalni “nima, agar” modellar – *Data, Table* (almashtirish jadvali); ifodalovchi statistikalar (*Descriptive statistics*); statistik funksiyalar: prognoz – *Forecast* (*ПРЕДСКАЗ*), tanlanma to‘plam bo‘yicha standart chetlanish – *STDEV* (*СТАНДОТКЛОН*), kuzatuvlar soni – *COUNT* (*СЧЁТ*), ishonchlik intervallari – *CONFIDENCE* (*ДОБЕРИТ*).

Korrelyatsion, regression tahlil va dinamik qatorlarni tahlil qilish usullari ishchi stolida ishbilarmon ofis tizimi va uning tarkibida – *Excel* ning jadval protsessori mavjud bo‘lgan zamonaviy iqtisodchi-analitikning muhim kundalik quroli bo‘lib hisoblanadi. Ushbu mavzuda qaraladigan masalalarda ikki elementli ma’lumotlardan (vaqt va o‘zgaruvchan darajali ko‘rsatkich) iborat vaqtli qator mavjud. Ba’zi bir omillarning ta’sir etish darajasini qidirishga vaqt yo‘qligida umumiy o‘zgarish tendensiyasini tushunishini istasangiz, unda vaqtli qatorlar asosida, sun’iy ravishda yagona omil sifatida vaqtning sonli qiymatlarini qabul qilgan holda prognozlash zaruriyati tug‘iladi. Bunday usul makroiqtisodiy tendensiyalarni tahlil qilish va prognozlashda menejment va marketingda keng qo‘llaniladi hamda asosiy omillarning rivojlanishining yakuniy natijasi vaqt bilan umumlashtirilgan bo‘ladi.

13.5-rasmda makroiqtisodiy ko‘rsatkichning o‘zgarish tendensiyasini sonli, grafik va matematik tarzda ifodalanishini ko‘rib chiqamiz.

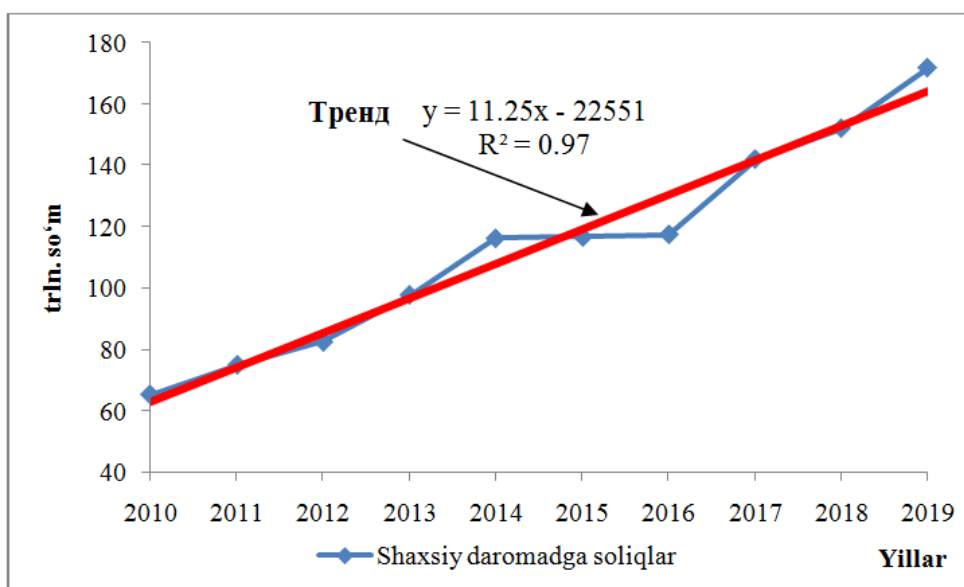
2010-2019 yillarda O‘zbekistonda shaxsiy daromadlarga soliqlar

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b>65,2</b>	<b>74,9</b>	<b>82,4</b>	<b>97,7</b>	<b>116,3</b>	<b>116,8</b>	<b>117,3</b>	<b>142</b>	<b>152</b>	<b>171,8</b>

Rivojlanishning umumiy tendensiyasini va uning asosida bashoratlashni aniqlash uchun vaqtli qatorlarning tahlili deyarli



yetarlidir. Lekin o'zgarishlarni boshqarish (tezlatish yoki sekinroq rivojlanish) uchun ko'rsatkichning o'zgarishiga bevosita ta'sir qiluvchi har xil ko'p omillarning haqiqiy tahlili zarur. Bunday holatlarda korrelyatsion-regression tahlil instrumentlari va "nima, agar" tahlili yordam beradi. Ma'lumki, dinamik qatorlarga korrelyatsion tahlil qo'llanilmaydi, chunki bunda bog'liq bo'lmagan o'zgaruvchi, ya'ni vaqt tasodifan o'zgarmaydi.



13.5-rasm. Trendga misol

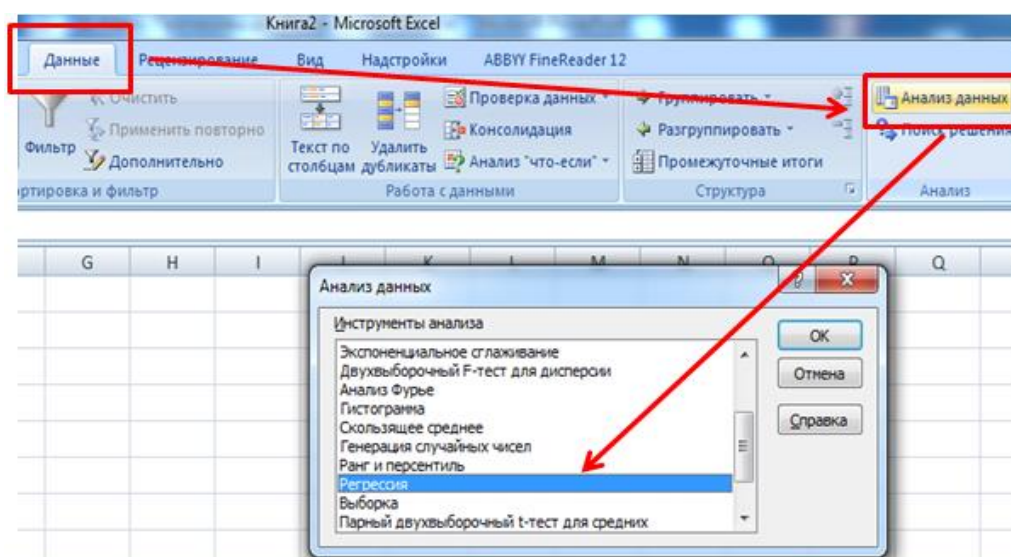
Ikkita alomatlar o'rtasidagi statistik bog'lanishda (o'zgaruvchan miqdorlar o'rtasida) ularning har biri o'rtacha miqdoriy variatsiyaga egadir. Agar bunday variatsiya alomatlaridan faqat bittasida bo'lsa va boshqasining qiymatlari tasodifiy variatsiyaga egadir. Agar bunday variatsiya alomatlardan faqat bittasida bo'lsa va boshqasining qiymatlari qat'iy determinirlashgan bo'lsa, unda statistik (korrelyatsion) bog'lanish haqida emas, faqat regressiya haqida so'z yuritish mumkin. Masalan, dinamik qatorlarni tahlil qilganda bir qator ekinlarning hosildorlik darajalarining (tasodifiy tebranishlarga ega) regressiyani yillar raqami bo'yicha o'lchash mumkin.

Excel dasturida ikki omil bo'yicha prognozlash jarayonlarini ko'rib chiqamiz. Dastlab omillar bo'yicha ma'lumotlar kiritiladi (13.6-rasm).

	A	B	C	D
1	t	X	Y	
2	1	78	133	
3	2	82	148	
4	3	87	134	
5	4	79	154	
6	5	89	162	
7	6	106	195	
8	7	67	139	
9	8	88	158	
10	9	73	152	
11	10	87	162	
12	11	76	159	
13	12	115	173	

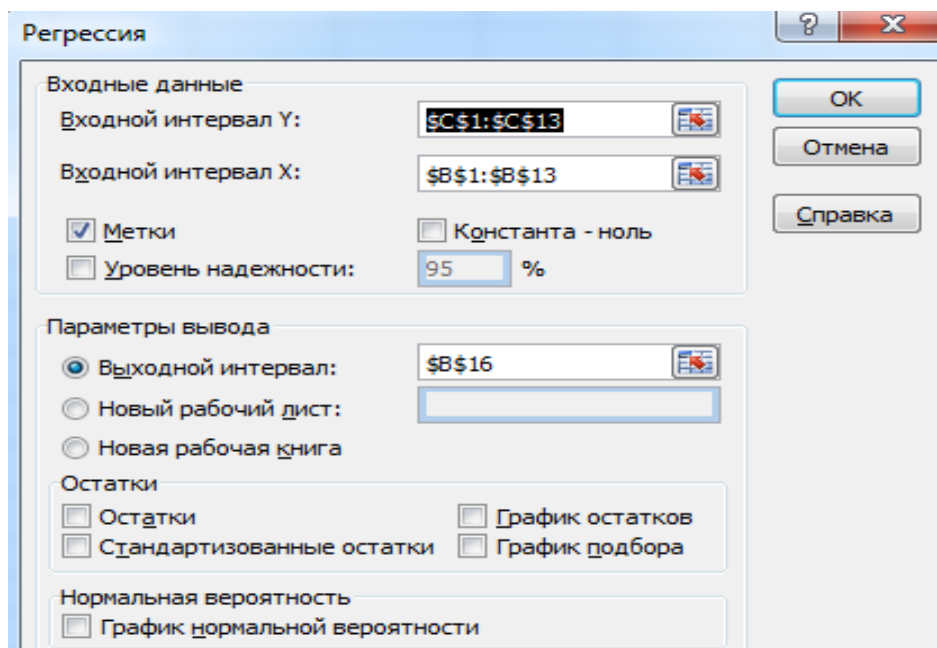
13.6-rasm. Dastlabki ma'lumotlarni kiritish

Dastlabki ma'lumotlar kiritilgandan keyin, "Данные" menyusidan "Анализ данных" moduli tanlanadi. "Анализ данных" moduli oynasidan esa Регрессия funksiyasi tanlanadi.



13.7-rasm. Анализ данных modulidan Регрессия funksiyasini tanlash

Регрессия oynasidagi zarur joylarga natijaviy ko'rsatkich Y ning va ta'sir etuvchi omillarning X ning diapazonlari kiritiladi (13.8-rasm).



13.8-rasm. Регрессия oynasi o‘zgaruvchilar diapazonini tanlash

Barcha omillar diapazonlari, natijalarning chiqish parametrlari belgilanganda keyin OK knopkasi bosilsa, quyidagi ko‘rinishda natijalarga ega bo‘lamiz (13.9-rasm).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
15										
16		ВЫВОД ИТОГОВ								
17										
18		<i>Регрессионная статистика</i>								
19		Множественный R	0.721025							
20		R-квадрат	0.519877							
21		Нормированный R-квадрат	0.471865							
22		Стандартная ошибка	12.54959							
23		Наблюдения	12							
24										
25		Дисперсионный анализ								
26			<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>значимость F</i>			
27		Регрессия	1	1705.328	1705.328	10.828012	0.008142			
28		Остаток	10	1574.922	157.4922					
29		Итого	11	3280.25						
30										
31			<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>	<i>Нижние 95.0%</i>	<i>Верхние 95.0%</i>
32		Y-пересечение	76.97649	24.21156	3.179328	0.0098307	23.02976	130.9232	23.02976	130.9232
33		X	0.920431	0.279716	3.290594	0.0081418	0.297185	1.543676	0.297185	1.543676

13.9-rasm. Регрессия tahlili natijalari

Hisoblangan ekonometrik model ko‘rinishi quytdagicha

$$\hat{Y} = 76.9765 + 0.9204 \cdot X . \quad (13.3)$$

Yuqorida keltirilgan amallarni bajarib  $X$  bo‘yicha trend model tuzamiz va uning ko‘rinishi quyidagicha:

$$\hat{X} = 79.1969 + 0.9825 \cdot t . \quad (13.4)$$

Avval hisoblangan (13.4) trend modeli asosida  $X$  ning qiymatlarini prognoz qilamiz va u quyidagi 13.20-rasmda keltirilgan.

	A	B
1	<b>t</b>	<b>X</b>
2	<b>1</b>	<b>78</b>
3	<b>2</b>	<b>82</b>
4	<b>3</b>	<b>87</b>
5	<b>4</b>	<b>79</b>
6	<b>5</b>	<b>89</b>
7	<b>6</b>	<b>106</b>
8	<b>7</b>	<b>67</b>
9	<b>8</b>	<b>88</b>
10	<b>9</b>	<b>73</b>
11	<b>10</b>	<b>87</b>
12	<b>11</b>	<b>76</b>
13	<b>12</b>	<b>115</b>
14	<b>13</b>	<b>91.969691</b>
15	<b>14</b>	<b>92.952208</b>
16	<b>15</b>	<b>93.934725</b>

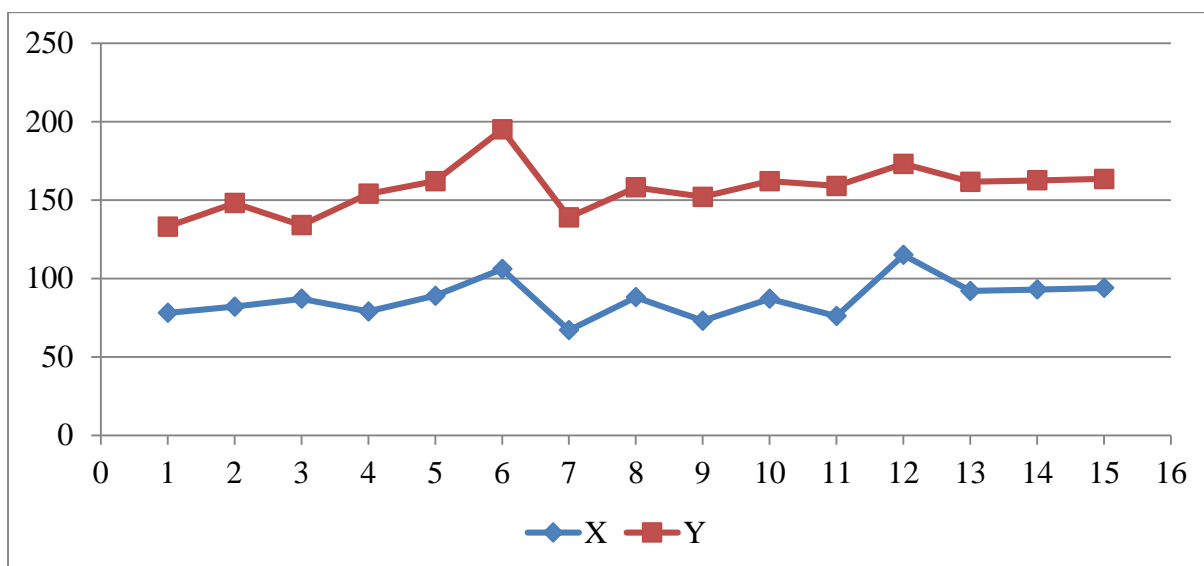
13.20-rasm.  $X$  ning prognoz qiymatlari

Keyin trend modeli asosida  $X$  ning hisoblangan prognoz qiymatlarini natijaviy ko‘rsatkich  $Y$  ni prognozlashda foydalanamiz (13.21-rasm).

	A	B	C
1	<b>t</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
2	<b>1</b>	<b>78</b>	<b>133</b>
3	<b>2</b>	<b>82</b>	<b>148</b>
4	<b>3</b>	<b>87</b>	<b>134</b>
5	<b>4</b>	<b>79</b>	<b>154</b>
6	<b>5</b>	<b>89</b>	<b>162</b>
7	<b>6</b>	<b>106</b>	<b>195</b>
8	<b>7</b>	<b>67</b>	<b>139</b>
9	<b>8</b>	<b>88</b>	<b>158</b>
10	<b>9</b>	<b>73</b>	<b>152</b>
11	<b>10</b>	<b>87</b>	<b>162</b>
12	<b>11</b>	<b>76</b>	<b>159</b>
13	<b>12</b>	<b>115</b>	<b>173</b>
14	<b>13</b>	<b>91.969691</b>	<b>161.6</b>
15	<b>14</b>	<b>92.952208</b>	<b>162.5</b>
16	<b>15</b>	<b>93.934725</b>	<b>163.4</b>

13.21-rasm.  $X$  ning prognoz qiymatlari asosida  $Y$  ning prognoz qiymatlari

Endi ushbu ma'lumotlar asosida har ikkala o'zgaruvchilarning grafiklarini tuzamiz (13.22-rasm).



13.22-rasm. O'zgaruvchilarning prognoz qiymatlari grafigi

Demak, Excel dasturida juft regressiya modeli, trend modeli va ko'p omilli ekonometrik modellar asosida prognozlar tuzish mumkin ekan.

### Nazorat savollari

1. Ilmiy va noilmiy prognozlar nima?
2. Iqtisodiy jarayonlarni prognozlash deganda nimani tushunasiz?
3. Prognozlash va rejalashtirish tushunchalarni farqlari nimadan iborat?
4. Iqtisodiy tizimni boshqarish sxemasini tahlili.
5. Prognozlash turlarini bayon qiling.
6. Tizimli tahlil usulini g'oyasi nimadan iborat?
7. Prognozlash ob'ektini xususiyatlari.
8. Prognozlash usullarini tasnifini keltiring?
9. Formal usullarga nimalar kiradi?
10. Evristik usullarni tushuntirib bering.

## **XIV bob. PANEL MA'LUMOTLARI ASOSIDA EKONOMETRIK MODELLAR TUZISH**

**14.1. Panel ma'lumotlari to'g'risida tushunchalar.**

**14.2. Panel ma'lumotlari asosida ekonometrik model tuzish algoritmi.**

**14.3. EViews dasturida panel ma'lumotlari asosida ekonometrik model tuzish.**

### **14.1. Panel ma'lumotlari to'g'risida tushunchalar**

Avvalgi mavzularda ekonometrikada eng ko'p qo'llaniladigan ma'lumotlar - fazoviy va vaqtli qatorlar ko'rinishidagi ma'lumotlar asosida juft va ko'p omilli ekonometrik modellar tuzish bo'yicha ko'nikmalarga ega bo'ldik. Ushbu ma'ruzada panel ma'lumotlari, ularning boshqa ma'lumotlardan farqli jihatlari, tarkibi, tuziladigan modellari, qo'llaniladigan testlar bilan tanishib chiqamiz.

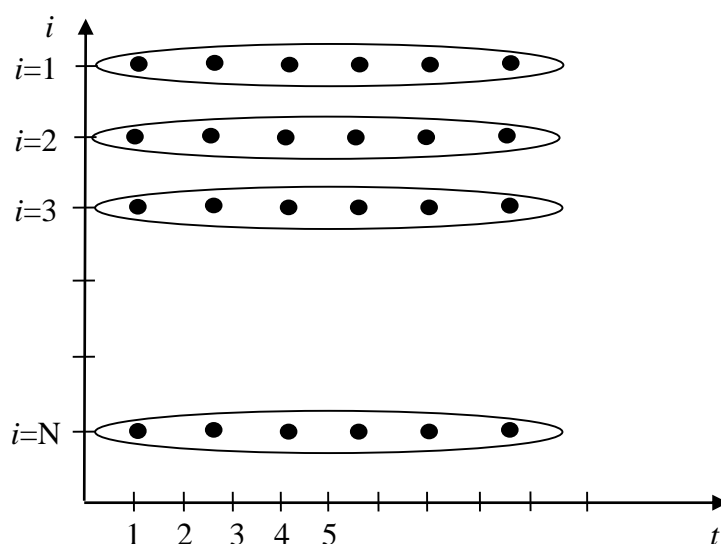
Panel ma'lumotlari strukturasi ko'rib chiqamiz. An'anaga ko'ra tanlama ma'lumotlar jadvalda "ob'ekt-belgi" ko'rinishida namoyon qilinadi: qatorlar bo'yicha ob'ektlar joylashtiriladi, usutnlar bo'yicha esa – belgilar. Panel ma'lumotlari uchun yana bitta o'lcham – vaqt kiritiladi. Masalan, ma'lumotlar to'plami 1000 ta kuzatuvlardan tashkil topgan bo'lsin, ulardan birinchi 100 tasi – 1990 yilda 100 kishi uchun ma'lum bir belgining qiymati bo'lsin, keyingi 100 tasi ham – 1991 yilda o'sha 100 kishi uchun va hokazo 2000 yilga ushbu ma'lumotlar mana shu tartibda davom etib boradi.

Panel ma'lumotlarini "ob'ekt-belgi" ko'rinishida ifodalaymiz. Shu bilan birga quyidagi qoidaga bo'ysuniladi. Belgilar ustunlar bo'yicha, qatorlar bo'yicha esa  $T$  davlarda  $(1, 2, 3, \dots, T)$  birinchi ob'ekt bo'yicha ma'lumotlar, keyin ikkinchi ob'ekt bo'yicha  $(T+1, T+2, \dots, 2T)$  va hokazo. Hammasi bo'lib  $NT$  qatorlar (14.1-jadval).

Panel ma'lumotlar tuzilishi

Ob'ektlar	Vaqt	Belgilar			
1-ob'ekt	$t=1$	$X_{11}$	$Y_{11}$	$Z_{11}$	...
	$t=2$	$X_{12}$	$Y_{12}$	$Z_{12}$	...
	...	...	...	...	...
	$t=T$	$X_{1T}$	$Y_{1T}$	$Z_{1T}$	...
2-ob'ekt	$t=1$	$X_{21}$	$Y_{21}$	$Z_{21}$	...
	$t=2$	$X_{22}$	$Y_{22}$	$Z_{22}$	...
	...	...	...	...	...
	$t=T$	$X_{2T}$	$Y_{2T}$	$Z_{2T}$	...
...	...	...	...	...	...
N-ob'ekt	$t=1$	$X_{N1}$	$Y_{N1}$	$Z_{N1}$	...
	$t=2$	$X_{N2}$	$Y_{N2}$	$Z_{N2}$	...
	...	...	...	...	...
	$t=T$	$X_{NT}$	$Y_{NT}$	$Z_{NT}$	...

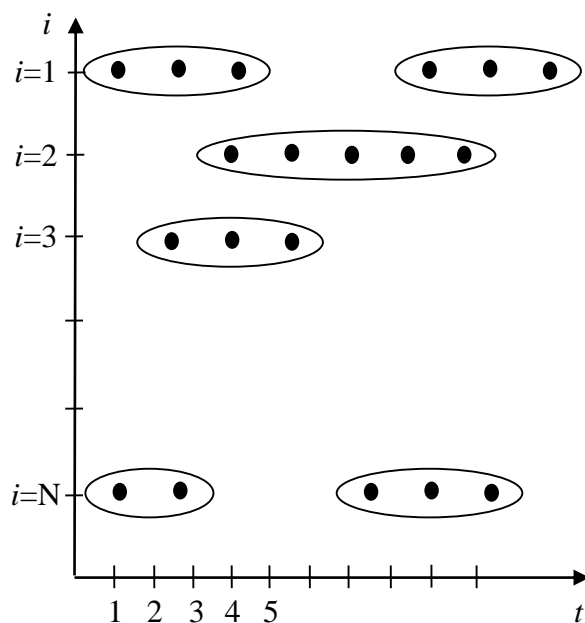
Panel balanslashgan va balanslashmagan bo'ladi. Agar barcha ob'ektlar bo'yicha barcha davrlar uchun ma'lumotlar mavjud bo'lsa, u holda panel balanslashgan deyiladi (14.1-rasm)



14.1-rasm. Balanslashgan panel

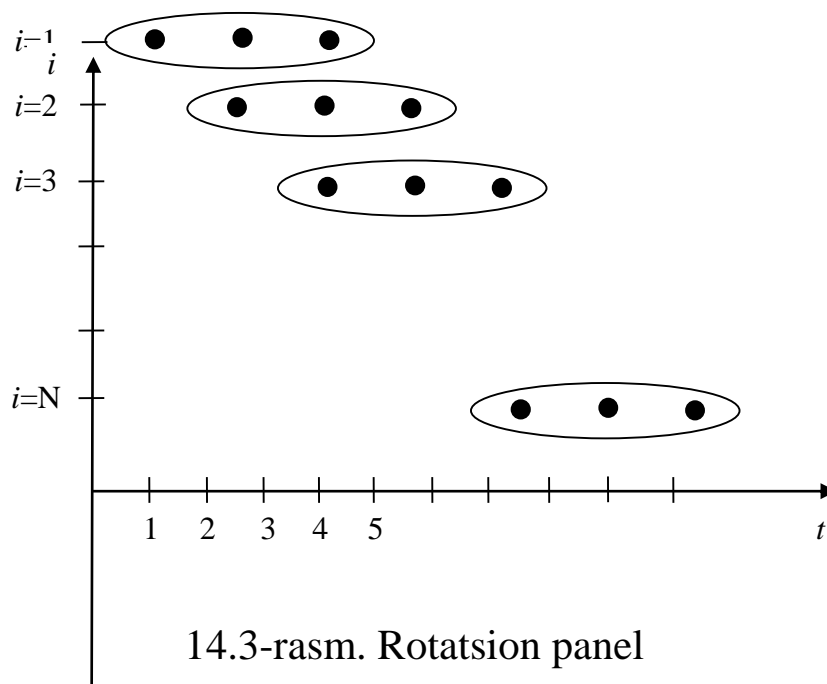
Ko'p hollarda texnik, tashkiliy yoki boshqa sabablar natijasida vaqtning ayrim davrlari uchun dastlabki tanlamaga kiritilgan barcha ob'ektlar bo'yicha ma'lumotlar to'play olmaymiz. Rezentativlikni saqlash uchun,

mavjud bo‘lmagan ob’ektlarni boshqalari bilan almashtirishga to‘g‘ri keladi. Natijada balanslashmagan panelga ega bo‘lamiz (14.2-rasm)



14.2-rasm. Balanslashmagan panel

Bandlik va ishsizlik muammolarini tadqiq qilishda xalqaro amaliyotda rotatsion panellar deb ataluvchi panellar tarqalgan. Ob’ekt (mehnatga qobiliyatli yoshdagi inson) har chorak bo‘yicha oltita ketma-ket so‘rovlarda ishtirok, keyin esa paneldan chiqariladi. Shunday qilib, tanlamaning 1/6 qismi yangilanadi (14.3-rasm).



14.3-rasm. Rotatsion panel



Panel ma'lumotlarining afzalliklari quyidagilar. Birinchidan, kuzatuvlarning katta hajmi ( $NT$ ) ekonometrik modeldagi parametrlarni baholab, katta samaradorlikni ta'minlaydi. Ikkinchidan, ob'ektlarning bir jinsli bo'lmashligini nazorat qilish imkoniyati paydo bo'ladi. Uchinchidan, kross-ma'lumotlarni tahlilida erishib bo'lmaydigan samaralarni aniqlash imkoniyati paydo bo'ladi.

#### **14.2. Panel ma'lumotlari asosida ekonometrik model tuzish algoritmi**

Yashirin o'zgaruvchilar va individual samaralar holati. Dastlab shunga e'tibor berishimiz kerakki, panel ma'lumotlaridan foydalanish tanlamaga olingan ob'ektlar xususiyatlarini to'liq hisobga olishga imkon beradi. Har bir inson yoki xo'jalik sub'ekti natijaviy ko'rsatkichga ta'sir etuvchi ayrim belgilarga ega bo'ladi, ammo yomon ro'yhatga olinadi, ya'ni hisobga olinmagan, yashirin yoki kuzatilmaydigan hisoblanadi. Agar ularning qiymatlari turli ob'ektlar uchun turlicha, ammo vaqt bo'yicha doimiy bo'lsa, modelga har bir ob'ekt uchun individual darajalarini kiritib, ularning ta'sirini hisobga olish mumkin.

Ayrim misollarni ko'rib chiqamiz.

Tadqiqot masalasi bo'lib, ta'limdan keladigan qaytimni baholashdan – ya'ni o'qigan yillar sonining soatbay bo'yicha ish haqiga ta'sirini baholashdan iborat bo'lsin. Faraz qilaylik, soatbay ish haqi ikkita – “ma'lumot” va “qobiliyat” omillari bilan aniqlanadi.

Panel ma'lumotlari massivini shakllantirishning bir necha usullari mavjud. Birinchisi - vaqt bo'yicha, bir necha yillar davomida bitta guruh ob'ektlari bo'yicha tadqiqot o'tkazish yoki bitta guruh odamlardan so'rovnoma o'tkazish. Ammo, boshqa alternativa ham mavjud bo'lib, egizaklar bo'yicha bir vaqtda so'rovnoma o'tkazish asosida ularning joriy yildagi daromadlarini taqqoslash mumkin. Egizaklar genetik bir-biriga yaqin bo'lganligi uchun ularning qobiliyatlari bir xil deb taxmin qilish mumkin. U holda ob'ekt sifatida egizaklar juftligi chiqadi, "vaqt" analogi bo'lib esa - juftlikdagi egizak raqami chiqadi.

Aytaylik  $k=1,2,\dots,K$  -  $j=1,2$  - egizak raqamiga mos keluvchi raqam bo'lsin. U holda umumiy kuzatuvlar soni  $N=2K$  ga teng.

Joriy ish haqining egizaklarning ma'lumotiga bog'liqligi modeli quyidagi ko'rinishga ega:

$$\ln(Y_{jk}) = \beta_0 + \beta_1 S_{jk} + \beta_2 A_{jk} + \varepsilon_{jk},$$

bu yerda  $Y_{jk}$  - ish haqi,  $S_{jk}$  - ma'lumoti darajasi (o'qigan yillari soni),  $A_{jk}$  - individning "qobiliyatlari".

Egizaklarning qobiliyatlari bir-biriga mos keladi degan taxmin hisobga olsak, u holad har qanday  $k$  uchun:

$$A_{1k} = A_{2k} = A_k.$$

Qobiliyatlarni bevosita o'lchab bo'lmasada, talantli odamlar eng yaxshi ma'lumotga ega bo'ladilar deyish mumkin:

$$\text{cov}(S_{jk}, A_k) > 0.$$

Aytaylik, egizaklarning ayrim juftliklarida qandaydir sabablarga ko'ra ular turli xil ma'lumotga ega bo'lishdi.

U holda modelni quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\ln(Y_{jk}) = \beta_0 + \beta_1 S_{jk} + \beta_2 A_k + \varepsilon_{jk},$$

Shuni qayd qilish kerakki, individning qobiliyatlarini bevosita o'lchab bo'lmaydi, shuning uchun biz  $A_k$  miqdorlar bo'yicha ma'lumotlarga ega emasmiz. Tenglamaga kuzatib bo'lmaydigan o'zgaruvchining kiritilishi oqibatida biz modelning barcha koeffitsientlarini baholay olmaymiz.

Bunday holda eng oddiy variant bo'lib, tenglamadan  $A_k$  o'zgaruvchini umuman chiqarib tashlash hisoblanadi:

$$\ln(Y_{jk}) = \beta_0 + \beta_1 S_{jk} + \beta_2 A_k + \varepsilon_{jk},$$

O'nta juftlik egizaklar uchun shartli ma'lumotlar quyidagi 14.1-jadvalda keltirilgan. 14.1-jadval ma'lumotlari uchun eng kichik kvadratlar usulini qo'llab, regressiya koeffitsientlarining quyidagi baholarini olamiz:

$$\ln(\hat{Y}_{jk}) = 1,5613 + 0,1041 S_{jk}.$$

O'nta juftlik egizaklar uchun soatbay ish haqining o'qigan yillari orasidagi bog'liqlik

Juftlik raqami, $k$	Juftlikda individ raqami, $j$	O'qigan yillari soni, $S$	Bir soatiga to'lov, $Y$ , pul birligi
1	1	10	11,3
1	2	12	11,2
2	1	11	13,3
2	2	16	19,2
3	1	10	13,7
3	2	10	12,6
4	1	15	27,8
4	2	15	19,6
5	1	12	15,8
5	2	14	22,0
6	1	10	16,0
6	2	12	13,5
7	1	11	22,8
7	2	15	19,8
8	1	15	21,5
8	2	15	27,8
9	1	11	17,5
9	2	14	18,8
10	1	14	25,1
10	2	15	30,3

Olingan ekonometrik modeldan ko'rish mumkinki, ma'lumot darajasining 1 yilga ortishi bir soatlik ish haqini o'rtacha 10,41 foizga ortishiga olib kelar ekan. Bu baho ko'proq ortish tomonga qarab qo'zg'alishi mumkin, chunki hisobga olinmagan "qobiliyatlar" o'zgaruvchisi ( $A_k$ ) ta'sir etuvchi "ma'lumot" o'zgaruvchisi bilan kuchli bog'langan.

Panel ma'lumotlaridan foydalanish ushbu qo'zg'alishni bartaraf etishga imkon beradi.

Fiktiv  $K$  o'zgaruvchilarni kiritamiz:

$$D_{jk}^{k=1} = \begin{cases} 1, & \text{egizaklarning 1 - juftligi uchun;} \\ 0, & \text{qolgan boshqalar uchun.} \end{cases}$$

$$D_{jk}^{k=2} = \begin{cases} 1, & \text{egizaklarning 2 - juftligi uchun;} \\ 0, & \text{qolgan boshqalar uchun.} \end{cases}$$

.....

$$D_{jk}^{k=K} = \begin{cases} 1, & \text{egizaklarning K - juftligi uchun;} \\ 0, & \text{qolgan boshqalar uchun.} \end{cases}$$

Bu holda:

$$A_k = A_1 D_{jk}^{k=1} + A_2 D_{jk}^{k=2} + \dots + A_K D_{jk}^{k=K}.$$

Agar regressiya tenglamasiga barcha fiktiv  $K$  o'zgaruvchilar va ozod had  $\beta_0$  ni kiritsak, qat'iy multikolleniarlik paydo bo'ladi.

Shuning uchun modeldan bitta parametrni chiqarish lozim bo'ladi, masalan,  $\beta_0$  ozod hadni.

Regressiya tenglamasini ozod hadsiz yozib olamiz:

$$\ln(Y_{jk}) = \beta_1 S_{jk} + \beta_2 (A_1 D_{jk}^{k=1} + A_2 D_{jk}^{k=2} + \dots + A_K D_{jk}^{k=K}) + \varepsilon_{jk}.$$

Bundan esa  $K+1$  bog'liq bo'lmagan o'zgaruvchili modelga ega bo'lamiz:

$$\ln(Y_{jk}) = \beta_1 S_{jk} + (\beta_2 A_1) D_{jk}^{k=1} + (\beta_2 A_2) D_{jk}^{k=2} + \dots + (\beta_2 A_K) D_{jk}^{k=K} + \varepsilon_{jk}.$$

$\delta_i = \beta_2 A_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, K$  deb belgilab olamiz. U holda  $A_i$  noma'lum o'zgaruvchilar tenglamaga baholanishi lozim bo'lgan  $\delta_i$  parametrining bir qismi sifatida kiritiladi:

$$\ln(Y_{jk}) = \beta_1 S_{jk} + \delta_1 D_{jk}^{k=1} + \delta_2 D_{jk}^{k=2} + \dots + \delta_K D_{jk}^{k=K} + \varepsilon_{jk}.$$

Natijada ekonometrik modelda o'lchab bo'lmaydigan o'zgaruvchilar bo'lmaydi. Model koeffitsientlarini eng kichik kvadratlar usuli bilan baholab,  $\beta_1$  uchun qo'zg'almas bahoni olamiz.

Har bir  $D_{jk}$  fiktiv o'zgaruvchidagi koeffitsient har bir alohida egizaklar juftligida qobiliyatning ular daromadiga ta'siriga mos keladi. Uning fiktiv o'zgaruvchiga ko'paytmasi esa -  $i$ -juftlikka mos keluvchi individual samaraga mos keladi:

$$\mu_i = \delta_i D_{jk}^{k=1} = \beta_2 A_i D_{jk}^{k=1}.$$

Shuning uchun avvalgi tenglama modelga  $K$  individual samaralarni kiritish bilan ekvivalentdir:

$$\ln(Y_{jk}) = \mu_i + \beta_1 S_{jk} + \varepsilon_{jk}.$$

Mazkur yondashuv o'zgaruvchilar samarali modellar (*fixed effects model*) nomini olgan. Panel ma'lumotlaridan foydalanish modelga

individual samaralarni kiritishga, bu esa kuzatib bo'lmaydigan o'zgaruvchi ta'siridan xalos bo'lishga olib keladi hamda bizni qiziqtiruvchi parametrning qo'zg'almas bahosini olishga imkon berdi.

Qayd qilish kerakki, agar biz kuzatib bo'lmaydigan  $A_k$  o'zgaruvchini istalgan boshqacha nom bilan yoki individning "qobiliyatlari" deb ataganimizda ham bizning fikrlarimiz o'zgarmagan bo'lar edi. Muhimi, bunday o'zgaruvchining mavjudligi va vaqtda o'zgarماسligidadir. Agar bunday o'zgaruvchilar bir emas, bir nechta bo'lganda, ularning barchasining ta'siri individual samarlarda to'plangan bo'lar edi.

Misolimiz ma'lumotlari uchun quyidagini olamiz:

$$\ln(\Delta Y_{jk}) = 0,03141S_{jk} + 2,07D_1 + 2,35D_2 + 2,26D_3 + 2,68D_4 + 2,52D_5 + 2,34D_6 + 2,65D_7 + 2,73D_8 + 2,51D_9 + 2,86D_{10}.$$

Fiktiv o'zgaruvchilarni kiritish - bu yagona imkoniyat degani emas. Xuddi shunday natijaga boshqa yo'l bilan ham erisha bo'ladi. Har bir juftlikdagi egizaklar uchundastlabki modelni yozib olamiz:

$$\begin{aligned}\ln(Y_{1k}) &= \beta_0 + \beta_1 S_{1k} + \beta_2 A_k + \varepsilon_{1k}, \\ \ln(Y_{2k}) &= \beta_0 + \beta_1 S_{2k} + \beta_2 A_k + \varepsilon_{2k}.\end{aligned}$$

Ular orasida farqni topamiz:

$$\begin{aligned}\ln(Y_{1k}) - \ln(Y_{2k}) &= \beta_0 + \beta_1 S_{1k} + \beta_2 A_k + \varepsilon_{1k} - (\beta_0 + \beta_1 S_{2k} + \beta_2 A_k + \varepsilon_{2k}), \\ \ln(Y_{1k}) - \ln(Y_{2k}) &= (\beta_0 - \beta_0) + \beta_1 (S_{1k} - S_{2k}) + \beta_2 (A_k - A_k) + (\varepsilon_{1k} - \varepsilon_{2k}). \\ \ln(Y_{1k}) - \ln(Y_{2k}) &= \beta_1 (S_{1k} - S_{2k}) + (\varepsilon_{1k} - \varepsilon_{2k}).\end{aligned}$$

Olingan tenglama faqatgina bitta ta'sir etuvchi o'zgaruvchi ( $S$ ) - ma'lumot darajasiga ega.

O'zgartirilgan tenglama uchun eng kichik kvadratlar usuli yordamida bizni qiziqtirayotgan  $\beta_1$  parametrning qo'zg'almas bahosini olishimiz mumkin. Baholashning bunday usuli odatda birinchi farqlarga (*first differences*) o'tish deb ataladi.

Umumiy holda quyidagini oldik:

$$\Delta \ln(Y_{1k}) = \beta_1 \Delta S_{1k} + \Delta \varepsilon_{1k}.$$

Eng kichik kvadratlar usuli bilan baholarini topamiz:

$$\begin{aligned}b_1 &= \frac{\sum \Delta \ln(Y_{1k}) \Delta S_{1k}}{\sum \Delta S_{1k}^2}, \\ b_1 &= \frac{\sum (\ln(Y_{1k}) - \ln(Y_{2k})) (S_{1k} - S_{2k})}{\sum (S_{1k} - S_{2k})^2},\end{aligned}$$

$$b_1 = \frac{\sum (\beta_1(S_{1k} - S_{2k}) + (\varepsilon_{1k} - \varepsilon_{2k}))(S_{1k} - S_{2k})}{\sum (S_{1k} - S_{2k})^2},$$

$$b_1 = \beta_1 + \frac{\sum (\varepsilon_{1k} - \varepsilon_{2k})(S_{1k} - S_{2k})}{\sum (S_{1k} - S_{2k})^2},$$

Baholangan  $b_1$  ning matematik kutilishini topamiz:

$$E(b_1) = \beta_1 + \left( \frac{\sum (\varepsilon_{1k} - \varepsilon_{2k})(S_{1k} - S_{2k})}{\sum (S_{1k} - S_{2k})^2} \right),$$

$$E(b_1) = \beta_1 + \left( \frac{\sum E \frac{1}{K} (\varepsilon_{1k} - \varepsilon_{2k})(S_{1k} - S_{2k})}{\sum \frac{1}{K} (S_{1k} - S_{2k})^2} \right) = \beta_1 + \frac{0}{\text{var}(S_{1k} - S_{2k})} = \beta_1.$$

Bundan bahoning qo'zg'almas ekanligini kelib chiqdi.

Shunday qilib, panel ma'lumotlardan foydalanish kuzatilmaydigan o'zgaruvchilar samarasini bartaraf etishga va ma'lumotdan qo'zg'almas baho olishga imkon beradi.

14.1-jadval ma'lumotlari uchun farqlarga o'tgandan so'ng quyidagi bahoni olamiz:

$$\Delta \ln(\hat{Y}_{1k}) = 0,0314 \Delta S_{1k}.$$

Modeldagi  $b_1 = 0,0314$  koeffitsienti ko'rib chiqilayotgan ma'lumotlar to'plami uchun shuni ko'rsatadiki, ma'lumotdan olinadigan qaytim me'yori 3,0 foizga yaqinni tashkil etar ekan. Yashirin belgi - individning qobiliyatlari ta'sirining hisobi ma'lumotdan olinadigan qaytim me'yorini salkam 3 barobarga pasayishiga olib kelar ekan, ya'ni har bir qo'shimcha ta'lim olish 10 foizdan 3 foizgacha kamayib ketar ekan.

$\beta_1$  koeffitsientning birinchi farqlar usuli va berilgan samaralar usulidagi baholari bir-biriga mos keladi.

Har bir baho uchun ozodlik darajalarining sonini ko'rib chiqamiz.

Birinchi farqlar usuli uchun kuzatuvlar soni  $N/2 = K$  ga teng. Bunga mos ravishda ozodlik darajalari soni  $K$  minus baholanayotgan parametrlar soniga teng:

$$d.f. = \frac{N}{2} - 1 = K - 1.$$

Belgilangan samarali model uchun kuzatuvlar soni  $N$  ga teng. Biroq, parametrlar soni esa  $K + 1 = N/2 + 1$  ga teng. Ozodlik darajalari soni esa:

$$d.f. = N - \left( \frac{N}{2} + 1 \right) = \frac{N}{2} - 1 = K - 1.$$

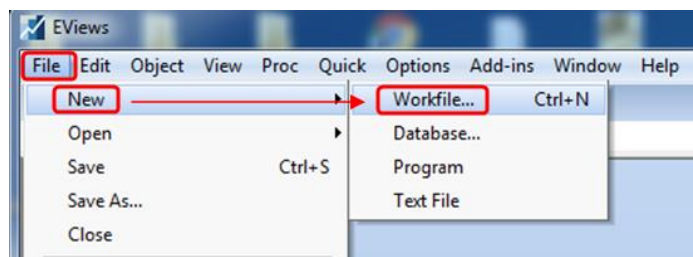
Shunday qilib, birinchi farqlar va belgilangan samaralar usullari uchun ozodlik darajalari soni bir-biriga mos kelar ekan. Ya'ni, ko'rib chiqilayotgan masalada birinchi farqlarga o'tish va belgilangan samaralar usullari bo'yicha olingan baholar to'liq ekvivalentdir.

Birinchi farqlar usulini qo'llanganda quyidagi holatlarga e'tibor berish kerak:

- model chiziqli bo'lishi kerak;
- yakuniy tenglama farqlar ko'rinishida olinadi;
- guruhda teng ikkita kuzatuv holatida, birinchi farqlar bahosi har bir juftlikka mos keluvchi fiktiv o'zgaruvchili tenglama baholari bilan to'liq mos keladi.

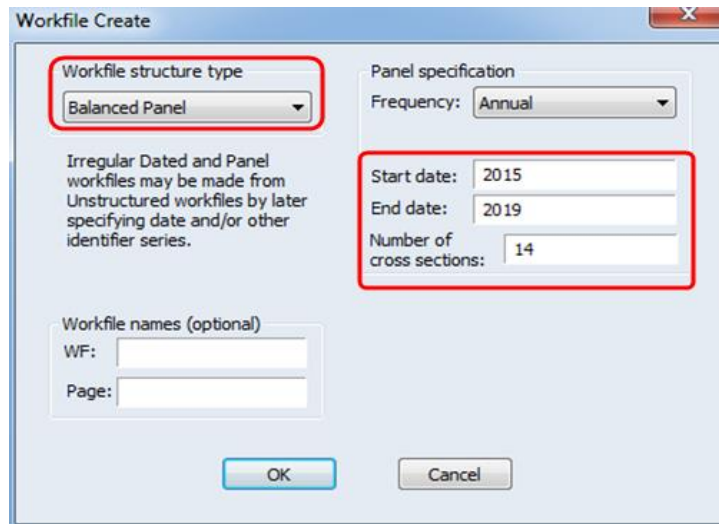
### 14.3. EViews dasturida panel ma'lumotlari asosida ekonometrik model tuzish

EViews dasturida panel ma'lumotlari asosida ekonometrik model tuzish uchun avvalo ma'lumotlarning turi va vaqt intervallarini kiritish kerak (14.4-rasm).



14.4-rasm. Yangi fayl yaratish

Ishchi fayl (Workfile...) tanlangandan so'ng quyidagi oyna ochiladi (14.5-rasm). Ushbu oynaning yuqori chap burchagida **Workfile structure type** (ishchi fayl strukturasi turi) bo'limidan **Balanced Panel** (Balanslashgan panel) funksiyasi tanlanadi. So'ngra **Start date** (Ma'lumotlarning boshlang'ich yili) va **End date** (Ma'lumotlarning oxirgi yili) hamda **Number of cross section** (Fazoviy ma'lumotlar soni) qatorlariga zarur ma'lumotlar kiritiladi.

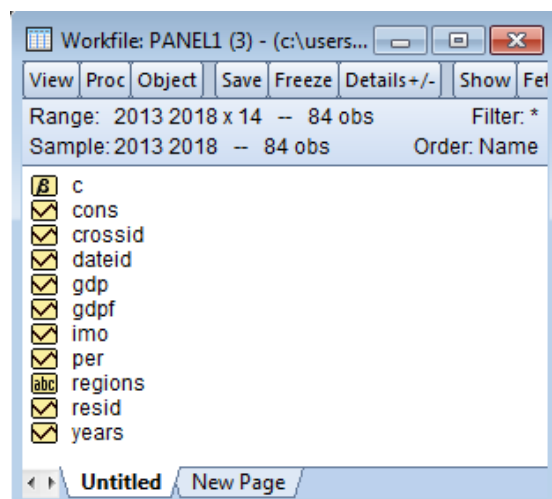


14.5-rasm. Panel ma'lumotlar uchun intervallarni kiritish

Barcha ma'lumotlar kiritilgandan so'ng Eviews dasturining buyruqlar qatoriga quyidagi buyruq kiritiladi:

>Pool

Barcha ma'lumotlar kiritilgandan so'ng ishchi sohada quyidagi o'zgaruvchilarni ko'rish mumkin (14.6-rasm)



14.6-rasm. Kiritilgan panel ma'lumotlar

Ma'lumotlarga e'tibor beradigan bo'lsak, asosiy omillardan tashqari hududlari (*regions*) va yillar (*years*) alohida o'zgaruvchi sifatida kiritilgan. Ushbu ma'lumotlardan natijaviy omil gdp va unga ta'sir etuvchi omillar – cons, per, imo larni alohida ajratib yangi oynada namoyish etamiz (14.7-rasm).



View	Proc	Object	Name	Freeze	Default	Sort	Edit+/-	Smpl+
		GDP	CONS	PER	IMO			
1 - 13		582.49	177.95	63.22	281.90			
1 - 14		666.76	216.55	88.85	301.27			
1 - 15		761.36	289.68	100.90	303.59			
1 - 16		885.57	420.21	138.35	303.64			
1 - 17		895.08	580.66	174.33	0.00			
1 - 18		944.50	970.09	196.66	164.52			
2 - 13		453.79	159.82	72.52	209.05			
2 - 14		515.22	174.24	84.24	0.00			
2 - 15		582.83	207.53	96.63	0.00			
2 - 16		684.00	248.97	116.73	0.00			
2 - 17		659.97	287.09	138.82	0.00			
2 - 18		717.90	381.15	131.79	289.54			
3 - 13		493.15	304.55	123.30	0.00			
3 - 14		550.81	343.49	143.28	0.00			
3 - 15		636.63	383.99	212.18	0.00			
3 - 16		740.85	454.90	225.25	0.00			
3 - 17		720.20	415.41	326.81	0.00			
3 - 18		779.80	386.48	284.20	124.21			
4 - 13		536.12	148.89	61.90	276.48			
4 - 14		614.17	167.85	80.66	320.21			
4 - 15		688.64	204.70	92.50	310.48			
4 - 16		825.05	247.07	132.68	362.63			
4 - 17		817.13	401.76	165.08	201.19			
4 - 18		870.80	509.51	148.08	311.02			
5 - 13		466.84	256.28	205.73	0.00			
5 - 14		526.31	282.37	242.26	0.00			
5 - 15								

14.7-rasm. Panel ma'lumotlari tarkibi

Ushbu ma'lumotlar asosida ekonometrik model tuzamiz. Bundan EViews dasturining Make equation funksiyasidan foydalanamiz. Natijada quyidagi hisob-kitoblarga ega bo'lamiz (14.2-jadval).

14.2-jadval

Panel ma'lumotlari asosida tuzilgan ekonometrik model Run the Panel Data regression. This regression analysis would be done using three different panel data regression models which are:

- (1) Pooled OLS Regression model
- (2) Fixed effects panel regression model
- (3) Random effects panel regression model

**1) Pooled OLS regression model**

Dependent Variable: GDP

Method: Pooled Least Squares

Date: 01/03/21 Time: 17:08

Sample: 2015 2020

Included observations: 84

Cross-sections included: 4

Total pool (balanced) observations: 336

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	317.6467	14.12495	22.48834	0.0000
CONS	0.630906	0.030469	20.70629	0.0000
PER	0.619894	0.035097	17.66244	0.0000
IMO	0.452416	0.038044	11.89205	0.0000
R-squared	0.715134	Mean dependent var		692.2749
Adjusted R-squared	0.712560	S.D. dependent var		151.8259
S.E. of regression	81.39912	Akaike infocriterion		11.64844
Sum squared resid	2199771.	Schwarz criterion		11.69388
Loglikelihood	-1952.938	Hannan-Quinn criter.		11.66655
F-statistic	277.8196	Durbin-Watson stat		1.937061
Prob(F-statistic)	0.000000			

Umumiy holda ekonometrik model quyidagi ko‘rinishga ega:

$$\hat{Y} = 317.6467 + 0.6309 \cdot CONS + 0.6199 \cdot PER + 0.4524 \cdot IMO$$

Determinatsiya koeffitsienti  $R^2 = 0.7151$  natijaviy omil 71,51 foizga modelga kiritilgan omillarga bog‘liq ekan. Qolgan 28,49 foizi esa hisobga olinmagan omillar ta’siridir.

Model parametrlarining barchasi ishonchli ekan, ya’ni  $t_{his.} > t_{jad.}$ . Styudent mezonining jadval qiymati 95 foiz aniqlikda 1.9900 ga teng. O‘zgaruvchilar parametrlari esa  $t_{cons} = 20.706$ ,  $t_{per} = 17.662$  va  $t_{imo} = 11.892$  ga teng. Bundan tashqari barcha o‘zgaruvchilarning ehtimolliklari  $\alpha = 0.05$  dan kichik. Demak, umumiy holda model statistik ahamiyatli va undan prognozlashda foydalanish mumkin ekan. Bundan tashqari Darbin-Uotson mezoni qiymati ham 2,0 ga yaqin ekan ( $DW = 1.937$ ).

Belgilangan samarali ekonometrik model parametrlari quyidagicha (14.3-jadval)

14.3-jadval

Belgilangan samarali ekonometrik modelning hisoblangan parametrlari

## 2) Fixed effects panel regression model

Dependent Variable: GDP

Method: Panel Least Squares

Date: 01/03/21 Time: 17:17

Sample: 2015 2020

Periods included: 6

Cross-sections included: 14

Total panel (balanced) observations: 84

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	279.6034	30.48378	9.172202	0.0000
CONS	0.532315	0.062324	8.541077	0.0000
PER	1.169461	0.131040	8.924444	0.0000
IMO	0.110682	0.092741	1.193454	0.2369
Effects Specification				
Cross-section fixed (dummy variables)				
R-squared	0.854266	Mean dependent var	692.2749	
Adjusted R-squared	0.819464	S.D. dependent var	152.5103	
S.E. of regression	64.80094	Akaike info criterion	11.35916	
Sum squared resid	281343.9	Schwarz criterion	11.85111	
Loglikelihood	-460.0845	Hannan-Quinn criter.	11.55692	
F-statistic	24.54634	Durbin-Watson stat	1.658916	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Belgilangan samarali ekonometrik model quyidagi ko‘rinishga ega:

$$\hat{Y} = 279.6034 + 0.5323 \cdot CONS + 1.1695 \cdot PER + 0.1107 \cdot IMO$$

Determinatsiya koeffitsienti  $R^2 = 0.8543$  natijaviy omil 85,43 foizga modelga kiritilgan omillarga bog‘liq ekan. Qolgan 14,57 foizi esa hisobga olinmagan omillar ta’siridir.

Model parametrlarining *IMO* o‘zgaruvchidan tashqari barchasi ishonchli ekan, ya’ni  $t_{his.} > t_{jad.}$ . Styudent mezonining jadval qiymati 95 foiz aniqlikda 1.9900 ga teng. O‘zgaruvchilar parametrlari esa  $t_{cons} = 8.5411$ ,  $t_{per} = 8.9244$  va  $t_{imo} = 1.1934$  ga teng. Faqat *IMO* o‘zgaruvchirning ehtimolligi  $\alpha = 0.05$  dan katta. Demak, umumiy holda modelni statistik ahamiyatli deb bo‘lmaydi va undan prognozlashda foydalanish mumkin emas ekan. Bundan tashqari Darbin-Uotson mezoni qiymati ham 2,0 ga ancha kichik ekan ( $DW = 1.6589$ ).

Tasodifiy samarali ekonometrik modelning hisoblangan parametrlari (14.4-jadval)

### 3) Random effects panel regression model

Dependent Variable: GDP

Method: Panel EGLS (Cross-section random effects)

Date: 01/03/21 Time: 17:46

Sample: 2015 2020

Periods included: 6

Cross-sections included: 14

Total panel (balanced) observations: 84

Swamy and Arora estimator of component variances

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	322.0347	26.86530	11.98701	0.0000
CONS	0.612608	0.054594	11.22119	0.0000
PER	0.683762	0.075416	9.066590	0.0000
IMO	0.358728	0.073513	4.879770	0.0000
Effects Specification				
			S.D.	Rho
Cross-section random		31.89952		0.1951
Idio syncratic random		64.80094		0.8049
Weighted Statistics				
R-squared	0.700970	Mean dependent var	441.9199	
Adjusted R-squared	0.689757	S.D. dependent var	135.4226	
S.E. of regression	75.42966	Sum squared resid	455170.7	
F-statistic	62.51068	Durbin-Watson stat	1.904437	
Prob (F-statistic)	0.000000			
Unweighted Statistics				
R-squared	0.700570	Mean dependent var	692.2749	
Sum squared resid	578057.4	Durbin-Watson stat	0.948391	

Tasodifiy samarali ekonometrik model quyidagi ko‘rinishga ega:

$$\hat{Y} = 322.0347 + 0.6126 \cdot CONS + 0.6838 \cdot PER + 0.3587 \cdot IMO$$

Determinatsiya koeffitsienti  $R^2 = 0.7009$  natijaviy omil 70,09 foizga modelga kiritilgan omillarga bog‘liq ekan. Qolgan 29,91 foizi esa hisobga olinmagan omillar ta’siridir.

Model parametrlarining barchasi ishonchli ekan, ya'ni  $t_{his.} > t_{jad.}$ .  
 Student mezonining jadval qiymati 95 foiz aniqlikda 1.9900 ga teng.  
 O'zgaruvchilar parametrlari esa  $t_{cons} = 11.2212$ ,  $t_{per} = 9.0666$  va  $t_{imo} = 4.8798$  ga teng. Bundan tashqari barcha o'zgaruvchilarning ehtimolliklari  $\alpha = 0.05$  dan kichik. Demak, umumiy holda model statistik ahamiyatli va undan prognozlashda foydalanish mumkin ekan. Bundan tashqari Darbin-Uotson mezon qiymati ham 2,0 ga yaqin ekan ( $DW = 1.9044$ ).

Demak, umumiy panel ma'lumotli va tasodifiy samarali modeldan foydalanib yuqorida keltirilgan ko'rsatkichlarni kelgusi davrlarga prognoz qilish mumkin.

Endi modellarni Xausman testiga tekshiramiz (14.5-jadval).

14.5-jadval

#### Xausman testi natijalari

**How is the right Choice of model made between these three models? The answer to this, is the** (Ushbu uchta model o'rtasida to'g'ri model tanlovi qanday amalga oshiriladi? Bunga javob, bu)

**Correlated Random effects-Hausman test and the Wald test. (O'zaro bog'liq tasodifiy effektlar - Hausman testi va Wald testi.)**

**Correlated Random effects-Hausman test: (O'zaro bog'liq tasodifiy effektlar - Hausman testi:)**

This is used as a test to determine the right model between the fixed and random effects model. (Bu berilgan va tasodifiy samarali modellar o'rtasida to'g'ri modelni aniqlash uchun sinov sifatida ishlatiladi.)

Hypothesis: Null hypothesis( $H_0$ ).....Random effects model is appropriate (Tasodifiy effektlar modeli mos keladi)

Alternative hypothesis( $H_A$ ).....Fixed effects model is appropriate (Berilgan samarali model mos keladi)

Decision Criterion: Reject  $H_0$  if probability value is less than 5%, Accept  $H_0$  if probability value is greater than 5%. (Qaror qabul qilish mezonlari: ehtimollik qiymati 5% dan kam bo'lsa,  $H_0$  ni rad etiladi, ehtimollik qiymati 5% dan katta bo'lsa,  $H_0$  qabul qilinadi.)

Correlated Random Effects - Hausman Test

Equation: Untitled

Test cross-section random effects

Test Summary		Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random		31.395605	3	0.0000
Cross-section random effects test comparisons:				
Variable	Fixed	Random	Var (Diff.)	Prob.
CONS	0.532315	0.612608	0.000904	0.0076
PER	1.169461	0.683762	0.011484	0.0000
IMO	0.110682	0.358728	0.003197	0.0000

Cross-section random effects test equation:

Dependent Variable: GDP

Method: Panel Least Squares

Date: 03/01/21 Time: 17:49

Sample: 2015 2020

Periods included: 6

Cross-sections included: 14

Total panel (balanced) observations: 84

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	279.6034	30.48378	9.172202	0.0000
CONS	0.532315	0.062324	8.541077	0.0000
PER	1.169461	0.131040	8.924444	0.0000
IMO	0.110682	0.092741	1.193454	0.2369
Effects Specification				
Cross-section fixed (dummy variables)				
R-squared	0.854266	Meandependentvar		692.2749
Adjusted R-squared	0.819464	S.D. dependentvar		152.5103
S.E. of regression	64.80094	Akaikeinfocriterion		11.35916
Sumsquaredresid	281343.9	Schwarzcriterion		11.85111
Loglikelihood	-460.0845	Hannan-Quinn criter.		11.55692
F-statistic	24.54634	Durbin-Watsonstat		1.658916
Prob (F-statistic)	0.000000			

Demak, ushbu uchta model orasidan tasodifiy samarali modelni tanlash kerak ekan.

### **Nazorat savollari**

1. Qanday ma'lumotlarga panel ma'lumotlari deb aytiladi?
2. Panel ma'lumotlari strukturasi tushuntirib bering.
3. Nima sababdan ekonometrik model iuzishda panel ma'lumotlaridan foydalaniladi?
4. Panel ma'lumotlari necha xil turda bo'ladi? Ularga ta'rif bering.
5. Yashirin o'zgaruvchilar va individual samaralar holati deganda nimani tushunasiz?
6. Panel ma'lumotlari massivini shakllantirishning usullarini tushuntirib bering.
7. Panel ma'lumotlariga nima sababdan fiktiv o'zgaruvchilar kiritiladi?
8. Baholashda birinchi farqlar usulining ma'nosi nimadan iborat?
9. EViews dasturida panel ma'lumotlari asosida ekonometrik model qanday tuziladi?
10. Eng samarali modelni aniqlashda qanday testlardan foydalaniladi?

## Glossariy

**"Анализ данных" moduli** - Excel dasturining statistik va ekonometrik tadqiqotlar uchun mo'ljallangan statistik funksiyalar majmuiga ega qo'shimcha imkoniyat beruvchi bo'limidir.

**Additiv model** - bu komponentlari bir-biriga qo'shiladigan model.

**Amaliy dasturlar paketi** - 1. bu ma'lum muammoli soha masalalarini yechishga mo'ljallangan dasturiy ta'minot tizimidir; 2. bu ma'lum predmet sohasidagi qo'yilgan muammolar va masalalarni yechishga mo'ljallangan dasturiy mahsulotdir.

**Amaliy dasturlarning kross-platfomalik xususiyati** – bu mazkur amaliy dasturlarning turli operatsion tizimlarda ishlash imkoniyatiga ega bo'lish xususiyatidir.

**Arifmetik o'rtacha** - bu to'plamdagi barcha sonlar yig'indisining ushbu sonlar miqdoriga bo'lish orqali topiladi

**Asimmetriklik** - mazkur tasodifiy miqdor taqsimotining assimetrikligini (simmetrik bo'lmaganligini) ifodalovchi miqdor.

**Avtokorrelyatsiya** - bu qatorlar korrelyatsiyasidir, ya'ni vaqt va makonda tartiblashtirilgan ko'rsatkichlar o'rtasidagi korrelyatsiyadir.

**Belgilar to'plami** (1 dan 10 gacha raqamlangan) – bu tanlangan dasturiy funksiyalarga tezda kirishni ta'minlaydi bo'lim.

**Bir vaqtli tenglamalar tizimi** – tenglamalar tizimi ko'rinishidagi ekonometrik modellardir.

**Birinchi turdagi xatolar** - bu axborotlarni yig'ish, qayta ishlash va uzatishdagi texnik xatolardir.

**Bitta tenglamali regression modellar.** – bu ikki o'zgaruvchi asosida tuziladigan modellardir.

**Business intelligence (biznes analitika) dasturlari** - bu "ma'lumotlarni qidirish", "ma'lumotlarni qazib olish", "ma'lumotlarni yig'ish", "ma'lumotlarni intellektual tahlil qilish", "ma'lumotlar bazasida bilimlarni aniqlash" bo'yicha amaliy dasturlardir.

**Chiquvchi ma'lumotlar** – bu ishlab chiqarish natijalari (tayyor mahsulot hajmi, uning tarkibi, sifati) bo'yicha ma'lumotlardir.

**CLI** (Command Line Interface) – buyruq qatori interfeysi bo'lib, dasturdagi buyruqlarni klaviaturadan kiritish imkonini beradi.

**Darbin-Uotson mezon** – bu natijaviy omil qoldiqlari qatorida avtokorrelyatsiya mavjudligini aniqlovchi mezon.



**Darbin-Uotson mezon** – qoldiqlarda avtokorrelyatsiyani aniqlash mezon.

**Determinatsiya koeffitsienti** – bu natijaviy ko‘rsatkich necha foizga modelga kiritilgan o‘zgaruvchilar asosida tushuntirilishini (bog‘liqligini) ifodalovchi ko‘rsatkich.

**Determinatsiya koeffitsienti** - bu natijaviy omil  $y$  necha foizga modelga kiritilgan omillarga bog‘liqligini ko‘rsatuvchi koeffitsientdir.

**Dinamik qator** - ketma-ket (xronologik tartibda) joylashgan statistik ko‘rsatkichlar qatori, ularning o‘zgarishi o‘rganilayotgan hodisani ma’lum bir rivojlanish tendensiyaga egaligi ko‘rsatadi.

**Dinamik qator** - lag tashkil etuvchisini o‘z ichiga oluvchi qator.

**Dinamik qator (dinamika qatori)** - bu boshqa ko‘rsatkichning ketma-ket ortib boruvchi yoki kamayuvchi qiymatlariga qarab tartiblangan bir ko‘rsatkich (xususiyat) ning kuzatuvlar ketma-ketligidir.

**Ekonometrik model** – bu ehtimolli-stoxastik model.

**Ekonometrik modellar** – bu ekonometrikada foydalaniladigan statistik modellardir.

**Ekonometrik modellarni parametrlashtirish** – bu modelning noma’lum parametrlarini topish jarayonidir.

**Ekonometrika** - bu iqtisodiy statistika bilan bir xil emas. Bu biz iqtisodiy nazariya deb ataydigan fan bilan bir xil emas, garchi iqtisodiy nazariyaning ma’lum qismi miqdoriy xarakterga ega bo‘lsa ham. Ekonometrika matematikani iqtisodiyotga qo‘llash bilan sinonim emas. Tajriba shuni ko‘rsatadiki, uchta boshlang‘ich nuqtadan har biri - statistika, iqtisodiy nazariya va matematika zamonaviy iqtisodiy hayotdagi miqdoriy munosabatlarni tushunish uchun zarur, ammo yetarli emas. Bu har uchala komponentning birligi, va bu birlik ekonometrikani tashkil qiladi.

**Ekonometrika fanini o‘rganish jarayoni** – bu iqtisodiyot, iqtisodiy jarayonlarning ekonometrik modellarini tuzish jarayonidir.

**Ekonometrikaning markaziy muammosi** - ekonometrik modelni tuzish va real iqtisodiy jarayonlarni tavsiflash, tahlil qilish va prognozlashda undan foydalanish imkoniyatlarini aniqlashdan iborat.

**Ekonometrikaning matematik apparati** - klassik chiziqli regressiya modelini, umumlashtirilgan chiziqli regressiya modelini, vaqtli qatorlar tahlili, bir vaqtli tenglamalar tizimlarini va boshqalarni o‘z ichiga oladi.

**Ekspontentsial tekislash usuli** - vaqtli qatorlarni tekislash va prognozlashning eng samarali usuli.

**Ekstsess** - bu tasodifiy o'zgaruvchining taqsimlanish cho'qqisi o'tkirligining o'lchovidir.

**Elektron javdal** – bu jadval ko'rinishida taqdim etilgan ma'lumotlarni saqlash va qayta ishlash uchun mo'ljallangan, ya'ni bu qatorlar va ustunlardan iborat bo'lgan ikki o'lchovli massivlardir.

**Eng kichik kvadratlar usuli** – bu regressiya tenglamasi parametrlarining sifatli baholarini olish uchun foydalaniladigan usul.

**Eng kichik kvadratlar usuli** – bu vaqtli qatorlarni tekislash usuli bo'lib, natijaviy ko'rsatkichning haqiqiy qiymati va hisoblangan qiymati o'rtasidagi farqning kvadrati yig'indisi eng minimum bo'lishini ta'minlaydigan hisoblash usulidir.

**Eviews dasturining bosh menyusi** - bu dasturning barcha funksiyalarini ishga tushiruvchi buyruqlar mavjuasidir.

**Eviews dasturining ishchi sohasi** - bu dasturning barcha hisob-kitoblar, ma'lumotlar kiritish, grafiklar yaratish va boshqa funksiyalarni amalga oshirishga imkon beruvchi soha.

**Gauss-Markov shartlari** – bu eng kichik kvadratlar usulining bajarilishini nazorat qiluvchi shartlardir.

**Geteroskedastlik** – bu qoldiqlar dispersiyasi o'zgaruvchanligidir.

**GNU** (inglizcha *GNU's Not UNIX* - «GNU - Unix» emas) – GNU loyihasida ishlab chiqilgan ochiq, UNIX ga o'xshash operatsion tizim. UNIX operatsion tizimidan GNU ning farqi shuki, u ochiq va UNIX kodiga ega emas.

**GNU GPL** (GNU ning universal ommaviy litsenziyasi yoki GNU ning ochiq litsenzion kelishuvchi) 1988 yilda GNU loyihasi doirasida erkin dasturiy ta'minotga berilgan litsenziya bo'lib, unga asosan dastur muallifi o'zi yaratgan dasturiy ta'minotni jamoat mulkiga topshiradi.

**Gomoskedastlik** – bu qoldiqlar dispersiyasi doimiyligidir.

**GRETl dasturi** – bu bepul dasturiy ta'minot bo'lib, GNU Regression, Econometrics and Time-series Library (Regressiya, ekonometrika va vaqtli qatorlar uchun kutubxona) deb ataladi.

**GUI** (Graphic User Interface) – foydalanuvchining grafik interfeysi, dasturdagi buyruqlar maxsus buyruq knopkalari orqali amalga oshiriladi.

**Identifikatsiya** – bu izlanayotgan noma'lum o'zgaruvchilar qaysi, qanday maqsadni ko'zda tutadi, natija nimalarga olib keladi kabi savollarga javob beruvchi jarayon.

**Ikkinchi turdagi xatolar** - bu anomal darajalar epizodik tarzda harakat qiladigan ob'ektiv xarakterda bo'lgan omillar ta'siri tufayli yuzaga kelishi mumkin bo'lgan xatolar.

**Interval (variatsiya qulochi)** - tanlamadagi maksimal va minimal qiymatlar o'rtasidagi farq.

**Iqtisodiy model** - iqtisodiy ob'ektlarning soddalashtirilgan nusxasidir.

**Irvin mezoni** - bu vaqtli qatorning anomal qiymatlarini aniqlash mezonidir.

**Ixtisoslashtirilgan statistik amaliy dasturlar** - cheklangan miqdordagi maxsus statistik usullardan foydalangan holda tahlil qilish imkoniyatini beruvchi yoki yagona fan sohasiga tegishli masalalarni hal qilishga mo'ljallangan dasturlardir.

**Jadval protsessori** - bu elektron jadvallarni yaratish va boshqarishga mo'ljallangan dasturiy vositadir.

**Keng ma'noda model** - biror ob'ektni yoki ob'ektlar sistemasini namunasidir.

**Kiritiladigan ma'lumot** – bu moddiy resurslar xarajatining ko'lam va tarkibi (xomashyo, asosiy fondlar, ishchi kuchi va boshqalar) bo'yicha ma'lumotlardir.

**Ko'p omilli ekonometrik model** – bu bitta natijaviy ko'rsatkich va unga ta'sir etuvchi bir necha o'zgaruvchilar o'rtasidagi bog'lanishni ko'rsatuvchi funksiyadir.

**Ko'p omilli ekonometrik model** - bu natijaviy ko'rsatkich (omil -  $Y$ ) bir qator ta'sir etuvchi omillarning (o'zgaruvchilarning) funksiyasi hisoblanadi ( $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ ).

**Ko'rsatkich darajalari davrini uzaytirish usuli** - ketma-ket joylashgan qator darajalari teng sonda olib qo'shiladi, natijada uzunroq davrlarga tegishli darajalardan tuzilgan yangi ixchamlashgan qator hosil bo'ladi.

**Korrelyatsion matritsa** – bu modelga kiritiladigan o'zgaruvchilar o'rtasida bog'lanish zichligi koeffitsientlarini ko'rsatuvchi matritsa.

**Ma'lumotlar** – bu inson tomonidan qabul qilingan faktlar, hodisalar, xabarlar, o'lchab bo'ladigan xususiyatlar, qayd qilingan signallar.

**Ma'lumotlar tahlili** – bu qaror qabul qilish uchun avvaldan tashkil etilgan ma'lumotlardan axborot olish usullari va vositalari to'plamidir.

**Ma'lumotlarning yetishmasligi** - bu zarur va aniq axborotlarning mavjud emasligidir.

**Manfiy avtokorrelyatsiya** - musbat chetlanishdan so'ng manfiy chetlanish kelishini bildiradi.

**Mavsumiy tebranishlar** - bu tabiiy va iqlim sharoitlarining iqtisodiy ko'rsatkichga ta'siri oqibatida bir yil muddatga ega bo'lgan tebranishlardir.

**Mavsumiylik** deganda, tabiiy omillar ta'siridan kelib chiqqan holda yil davomida ishlab chiqarishning cheklangan vaqti tushuniladi.

**Mediana** - bu variatsion qatorni teng ikkiga bo'luvchi belgidir

**Minitab dasturi** – statistik ma'lumotlarni qayta ishlashga mo'ljallangan dasturiy mahsulotdir.

**Moda** - bu tanlama yoki variatsion qatorda eng ko'p uchraydigan belgi yoki variantadir.

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

**Moment** (oniy) - bu vaqtdagi ma'lum nuqtalar bilan bog'liq iqtisodiy ko'rsatkichning qiymatlari o'rnatilgan vaqtli qatorlardir.

**Muammoga-yo'naltirilgan ADP** - amalga oshirilgan funksiyalariga ko'ra juda rivojlangan va yaratilgan paketlar soni bo'yicha juda ko'p bo'lgan ADPning bir bo'lagi hisoblanadi.

**Multiplikativ model** - bu komponentlari bir-biriga ko'paytiriladigan model.

**Musbat avtokorrelyatsiya** - bitta belgining unga teskari bo'lgan belgidan qo'shni chetlanishlari bo'yicha ortib borishidir, ya'ni belgilarning seriyali ketma-ket kelishidir: musbat qoldiqlar seriyasi manfiy qoldiqlar seriyasi bilan almashib borishiga olib keladi.

**Normal tenglamalar tizimi** – bu ekonometrik modeldagi norma'lum parametrlarni aniqlash uchun tuzilgan tenglamalar tizimidir.

**O'rtacha sirg'aluvchi usul** - bu qator darajalarini birin-ketin ma'lum tartibda surish yo'li bilan hisoblangan o'rtacha darajadir

**O‘zgaruvchilar (jarayonlar) ro‘yxati** - bu dasturdagi ochiq ma’lumotlar to‘plamidagi o‘zgaruvchilarning nomi va izohi ro‘yxatini o‘z ichiga olgan bo‘lim.

**Ochiq kodli amaliy dasturlar** - bu dastlabki kodlarini ko‘rish, o‘rganish va o‘zgartirish uchun foydalanish mumkin bo‘lgan dasturlardir.

**Open Source** – erkin dasturiy ta’minot.

**Operatsion tizim imkoniyatlarini kengaytiruvchi amaliy dasturiy paketlar** - har xil konfiguratsiyadagi kompyuterlarning ishlashini ta’minlaydi.

**Panel ma’lumotlar (panel data)** - bu bir necha ob’ektni xarakterlovchi turli davrlardagi faoliyati bo‘yicha ma’lumotlar to‘plami.

**«Point-and-click» texnologiyasi** - bu foydalanuvchi tomonidan dasturning grafik interfeysini boshqarish usulidir.

**Qo‘zg‘alish manfiy** bo‘lsa, u holda baholangan standart xatolar zarur bo‘lganidan ko‘ra kichik bo‘ladilar, tekshirish mezonlari esa - haqiqatdagidan ham katta bo‘ladi.

**Qo‘zg‘alish musbat** bo‘lsa, u holda baholangan standart xatolar zarur bo‘lganidan ko‘ra katta bo‘ladilar, tekshirish mezonlari esa - haqiqatdagidan ham kichik bo‘ladi.

**Qoldiq komponenta** - bu vaqtli qatordan muntazam komponentalar ajratib olingandan keyin qoladigan tarkibiy qismidir.

**Qoldiqlarni grafiklar yordamida tahlil qilish** – bu geteroskedastlikni aniqlashning eng samarali vizual usulidir.

**r-qiymat** – bu ekonometrik modeldagi parametrlarning ishonchligini ko‘rsatuvchi qiymatdir.

**Siklik tebranishlar** - bu bir necha yil muddatga ega bo‘lgan tebranishlardir.

**Spetsifikatsiyalash** – bu ekonometrik model tuzish uchun iqtisodiy muammoni qo‘yilishidir.

**Spirmenning ranglar korrelyatsiyasi testi** - ta’sir etuvchi o‘zgaruvchining qiymatlari ortib borishi bilan chetlanishlar dispersiyasi yoki ortib boradi, yoki kamayib borishini aniqlashda foydalaniladigan test.

**Standart chetlanish** (o‘rtacha kvadratik chetlanish, standart tarqalish) - bu tasodifiy miqdor qiymatlarining uning (o‘zining) matematik kutilishiga nisbatan tarqalish ko‘rsatkichidir

**Standart xatolik** - bu tanlama o'rtachaning standart (o'rtacha kvadratik) chetlanishini xarakterlaydigan miqdorga aytiladi.

**Stata dasturi** - bu ma'lumotlarni tahlil qilish va boshqarish hamda grafiklar uchun zarur bo'lgan barcha instrumentlarni ta'minlaydigan to'liq, yaxlit statistik to'plam dasturidir.

**Stata dasturi** - iqtisodiyot, siyosatshunoslik va boshqa sohalarda yuzaga keladigan statistik masalalarni hal qilish uchun universal dasutriy paket.

**Stata dasturining Log funksiyasi** - bu joriy sessiyada foydalaniyotgan barcha buyruqlarni yozuvini olish borishga imkon beruvchi funksiya.

**Statistik yoki fazoviy (cross section data) ma'lumotlar** – bu turli ob'ektlar bo'yicha vaqtning aniq bir davrida olingan ma'lumotlar.

**Tanlama dispersiyasi** - bu dastlabki tanlama ma'lumotlari asosida hisoblangan taqsimotning nazariy dispersiyasi bahosi.

**Tenglamalar tizimi ko'rinishidagi ekonometrik model** – bu tengsizliklar va regression tenglamalar tizimidan iborat bo'lgan model.

**Tenglamalar tizimining aniqlovchisi** – bu noma'lumlar oldida turgan koeffitsientlardan tuzilgan aniqlovchidir.

**Trend** – bu vaqt bo'yicha qatorni barqaror tendensiyasi bo'lib, ma'lum miqdorda tasodifiy tebranishlar ta'siridan ozoddir.

**Trend** - iqtisodiy jarayon rivojlanishining umumiy yo'nalishini belgilab beruvchi ko'rsatkich.

**Trend modeli** - o'rganilayotgan iqtisodiy tizimning rivojlanishi, uning asosiy ko'rsatkichlari tendentsiyasi orqali aks ettiriladigan ekonometrik modeldir.

**Umumlashtirilgan eng kichik kvadratlar usuli (UEKKU)** - tasodifiy qoldiqlarga xos bo'lib, Gauss-Markov shartlari buzilgan hollarda qo'llaniladi.

**Umumlashtirilgan eng kichik kvadratlar usuli** o'zgartirilgan ma'lumotlarga qo'llaniladi va nafaqat qo'zg'almas xususiyatga ega bo'lgan, balki tanlama dispersiyasi kichikroq bo'lgan baholarni olishga ham imkon beradi.

**Universal amaliy dasturlar paketi** - bu umumiy foydalanishga mo'ljallangan va professional dasturlardir.

**Vaqtli qator** - vaqt bo'yicha ketma-ket tartibda joylashgan sonli ko'rsatkichlar qatori bo'lib, ular hodisa yoki jarayonni holati darajasi va o'zgarishini xarakterlaydi.

**Vaqtli qator** deb, vaqt bo'yicha ko'rsatkich qiymatlari tartiblangan dinamik ketma-ketlikka aytiladi.

**Vaqtli qatorlar ko'rinishidagi ekonometrik model** - bu natijaviy ko'rsatkich (omil -  $Y$ ) vaqt omilining (o'zgaruvchisining) yoki vaqtning boshqa momentlariga xos funktsiya hisoblanadi ( $y = f(t)$ ).

**Vaqtli qatorlar modellari** – ma'lum bir ko'rsatkichning vaqtga bog'liq modelidir.

**Vaqtli qatorning asosiy elementlari** - vaqt ko'rsatkichi ( $t$ ) va qator darajasi ( $y$ ) dan iborat.

**Vaqtli yoki dinamik qatorlar (time series data) ko'rinishidagi ma'lumotlar** – bu bitta ob'ektni xarakterlovchi turli davrlardagi faoliyati bo'yicha ma'lumotlar to'plami.

**Verifikatsiya** – bu tuzilgan modelning ahamiyatini tekshirish jarayonidir.

**Vizualizatsiya** - dasturga kiritilgan ma'lumotlar asosida turli grafiklarni aks ettirish jarayoni.

## ТАВSIYA ETILAYOTGAN ADABIYOTLAR

1. Евсеев Е.А. Эконометрика: учебное пособие для вузов/ Е.А. Евсеев, В.М. Буре. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Изд-во Юрайт, 2021. - 186 с.
2. Демидова О.А. Эконометрика: учебник и практикум для среднего профессионального образования. –М.: Изд-во Юрайт, 2021. - 334 с.
3. Галочкин В.Т. Эконометрика: учебник и практикум для вузов/ В.Т.Галочкин. - М.: Изд-во Юрайт, 2021. - 288 с.
4. Эконометрика: учебник для вузов/ И.И. Елисеева [и др.]; под редакцией И.И. Елисеевой. - М.: Изд-во Юрайт, 2021. - 449 с.
5. Мардас А.Н. Эконометрика: учебник и практикум для вузов/ А.Н. Мардас. - 2-е изд., испр. и доп. -М.: Изд-во Юрайт, 2021. - 180 с.
6. Кремер Н.Ш. Эконометрика: учебник и практикум для вузов/ Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко; под редакцией Н.Ш. Кремера. - 4-е изд., испр. и доп. - М.: Изд-во Юрайт, 2021. - 308 с.
7. Вакуленко Е.С. Эконометрика (продвинутый курс). Применение пакета Stata: учебное пособие для вузов/ Е.С. Вакуленко, Т.А. Ратникова, К.К. Фурманов. - М.: Изд-во Юрайт, 2021. - 246 с.
8. Костюнин В.И. Эконометрика: учебник и практикум для вузов/ В.И. Костюнин. - М.: Изд-во Юрайт, 2021. - 285 с.
9. Теория статистики с элементами эконометрики в 2 ч. Часть 2: учебник для вузов/ отв. редактор В.В. Ковалев. - М.: Изд-во Юрайт, 2021. - 348 с.
10. Подкорытова О.А. Анализ временных рядов: учебное пособие для вузов. - М.: Изд-во Юрайт, 2021. - 267 с.
11. Тимофеев В.С. Эконометрика: учебник для академического бакалавриата. - М.: Изд-во Юрайт, 2019. - 328 с.
12. Ишназаров А., Нуруллаева Ш., Муминова М., Рўзметова Н. Эконометрика асослари. Ўқув қўлланма. –Т.: Иқтисодиёт, 2019. - 258 б.
13. Rasulev D., Nurullaeva Sh., Ro'zmetova N., Muminova M. Ekonometrika asoslari. O'quv qo'llanma. –Т.: Iqtisodiyot, 2019. – 278 b.



14. Alimov R.N., Rasulev D.M., Sobirov X.N. Ekonometrik modellash tirishda Stata dasturidan foydalanish bo'yicha amaliy qo'llanma. - T.: TDIU, 2019. - 92 b.

15. Елисеева И.И., Куришева С.В. и др. Эконометрика: Учебник. –М.: Издательство Юрайт, 2018. –288 с.

16. Кремер Н.Ш. Эконометрика: Учебник. –М.: Издательство Юрайт, 2018. – 354 с.

17. Мустафакулов Ш.И., Ишназаров А.И., Расулев Д.М. EViews эконометрик моделлаштириш дастурида ишлаш бўйича услубий кўрсатмалар: ўқув қўлланма. –Т.: ТДИУ, 2018. – 46 б.

18. Исмагилов И.И., Кадочникова Е.И. Специальные модели эконометрики в среде Gretl: учебное пособие для студентов. – Казань: Казан. ун-т, 2018. – 91 с.

19. Мустафакулов Ш.И., Негматов Ж.Б., Муродуллаев Н.Н., Жўраев Б.Р. Эконометрика: ўқув қўлланма. -Т.: 2017. - 155 б.

20. Герасимов А. Н. Эконометрика : учебное пособие / А. Н. Герасимов, Е. И. Громов, Ю. С. Скрипниченко. —Ростов н/Д: Феникс, 2017. — 540 с.

21. Хайяши Фумио. Эконометрика / Фумио Хайяши; пер. с англ, под науч. ред. В.П. Носко. - М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2017. - 728 с.

22. Макарова И.В., Хабибуллин Р.Г., Беляев А.И., Шубенкова К. А. Методы планирования экспериментов с использованием пакета Minitab: учебное пособие. - Набережные Челны: Набережночелнинский институт КФУ, 2016. – 146 с.

23. Баум К.Ф. Эконометрика. Применение пакета Stata: учебник и практикум для вузов /К.Ф. Баум; пер. с англ. под науч. ред. С.А. Айвазяна, Г.И.Пеникаса. - М.: Издательство Юрайт, 2016. - 370 с.

24. Абдуллаев О.М., Жамалов М.С. Эконометрическое моделирование. Учебник. –Т.: Fan va texnologiya. 2010. – 612 с.

25. Фандеева Л.Н., Лебедев А.В. Теория вероятностей. Учебное пособие.–М.: Эксмо, 2010. – 382 с.

26. Абдуллаев О.М., Ходиев Б.Ю., Ишназаров А.И. Эконометрика. Учебник. –Т.: Fan va texnologiya. 2007. – 612 с.

27. Christopher Dougherty. Introduction to Econometrics. Oxford University Press, 2011. – 573 p.

28. Greene W.H. *Econometric Analysis*. Prentice Hall, 2011. – 1232 p.
29. *Gretl Manual: Gnu Regression, Econometrics and Time-series Library* by Allin Cottrell. Wake Forest University, 2005. – 119 pp.
30. Lee C. Adkins. *Using Gretl for Principles of Econometrics*, 5th Edition Version 1.0. Oklahoma State University, 2018. – 730 pp.
31. Dougherty, Christopher. *Introduction to Econometrics*. Oxford University Press, 2011, 2006 (4th or 3rd edition) (CD). Russian translation: Доугерти Кр. *Введение в эконометрику*. Изд.3. М., ИНФРА-М, 2009.
32. Dougherty, Christopher. *Elements of econometrics. Study Guide*. University of London. 2011.
33. Gujarati D.N. *Basic Econometrics*. McGraw-Hill, 4th edition, 2003 (Gu); 5th edition (2009, Gujarati D.N., and D.C.Porter).
34. Greene W.H. *Econometric Analysis*. Prentice Hall int. 5th ed., 2003, and earlier editions (Gr).
35. [www.mf.uz](http://www.mf.uz) – Ўзбекистон Республикаси Молия вазирлиги сайти.
36. [www.mineconomi.uz](http://www.mineconomi.uz) – Ўзбекистон Республикаси иқтисодий тараққиёт ва камбағалликни қисқартириш вазирлиги сайти.
37. [www.stat.uz](http://www.stat.uz) – Ўзбекистон Республикаси Давлат статистика қўмитаси сайти.
38. [www.minitab.com](http://www.minitab.com) – Minitab дастурий таъминоти сайти.
39. [gretl.sourceforge.net](http://gretl.sourceforge.net) - Gretl дастурий таъминоти сайти.
40. [www.eviews.com](http://www.eviews.com) – Eviews дастурий таъминоти сайти.
41. [www.stata.com](http://www.stata.com) – Stata дастурий таъминоти сайти.
42. [www.ibm.com](http://www.ibm.com) – SPSS дастурий таъминоти сайти.
43. [statsoft.ru](http://statsoft.ru) – Statistica дастурий таъминотининг Россиядаги сайти.

## MUNDARIJA:

Kirish.....	3
<b>I bob. “Ekonometrikada amaliy dasturlar majmui” faniga kirish</b>	<b>5</b>
1.1. Ekonometrikada amaliy dasturlar majmui fanining maqsadi va vazifalari .....	5
1.2. Iqtisodiyotda ekonometrik modellashtirish zarurligi .....	9
1.3. Ekonometrik modellashtirishda amaliy dasturlardan foydalanish xususiyatlari .....	12
Nazorat savollari .....	15
<b>II bob. Ekonometrikada qo‘llaniladigan amaliy dasturlar turlari va imkoniyatlari .....</b>	<b>16</b>
2.1. Statistik ma’lumotlarni qayta ishlash amaliy dasturlari tasnifi ....	16
2.2. Elektron jadvallar va ularning imkoniyatlari.....	25
2.3. Ekonometrik modellashtirishda qo‘llaniladigan maxsus amaliy dasturlar xususiyatlari .....	33
Nazorat savollari.....	39
<b>III bob. Ma’lumotlar tahlili va statistik usullar .....</b>	<b>40</b>
3.1. Ma’lumotlar tahlili masalalari tasnifi .....	40
3.2. Ma’lumotlar turlari va ularni o‘lchash shkalalari.....	43
3.3. Ekonometrik modellar turlari va ulardagi o‘zgaruvchilar .....	44
3.4. Excel dasturida tavsifiy statistika .....	46
Nazorat savollari.....	53
<b>IV bob. Ma’lumotlarni qayta ishlashda Minitab va Gretl dasturlarining imkoniyatlari .....</b>	<b>54</b>
4.1. Minitab va Gretl dasturlarining imkoniyatlari.....	54
4.2. Minitab va Gretl dasturlarining interfeysi .....	56
4.3. Minitab va Gretl dasturlarining grafik imkoniyatlari .....	60
4.4. Minitab va Gretl dasturlarida tavsifiy statistikani amalga oshirish .....	65
Nazorat savollari .....	70
<b>V bob. Ekonometrik modellarni tuzishda amaliy dasturlardan foydalanish .....</b>	<b>71</b>
5.1. Ekonometrik model tushunchasi va uni tuzish bosqichlari .....	71
5.2. Gretl dasturida ekonometrik model tuzish bosqichlari.....	79
5.3. Ekonometrik model tuzishda Excel dasturining imkoniyatlari ....	83
Nazorat savollari .....	89

<b>VI bob. Minitab va Gretl dasturlari asosida ekonometrik modellar parametrlarini baholash va tekshirish.....</b>	<b>90</b>
6.1. Ekonometrik modellar parametrlarini aniqlashda eng kichik kvadratlar usulidan foydalanish .....	90
6.2. Minitab dasturida ekonometrik model parametrlarini aniqlash ...	94
6.3. Gretl dasturida ekonometrik modelni baholash.....	99
Nazorat savollari.....	108
<b>VII bob. Vaqtli qatorlarni ekonometrik modellashtirishda Eviews va Stata dasturlarini qo‘llash.....</b>	<b>109</b>
7.1. Vaqtli qatorlar to‘g‘risida umumiy tushunchalar va turlari.....	109
7.2. Vaqtli qatorlarni qayta ishlashda Eviews dasturining imkoniyatlari.....	112
7.3. Vaqtli qatorlar ma’lumotlari asosida ekonometrik modellar tuzishda Stata dasturini qo‘llash .....	121
Nazorat savollari.....	127
<b>VIII bob. Geteroskedastlik va qoldiqlarda avtokorrelyatsiyani tekshirish .....</b>	<b>128</b>
8.1. Geteroskedastlik tushunchasi va uni aniqlash .....	128
8.2. Avtokorrelyatsiya tushunchasi.....	133
8.3. Gretl dasturida avtokorrelyatsiyani baholash .....	135
Nazorat savollari.....	139
<b>IX bob. Vaqtli qatorlarni tekislash .....</b>	<b>140</b>
9.1. Vaqtli qatorlarning tarkibiy tuzilishi va modellari .....	140
9.2. Vaqtli qatorlarni tekislash usullari .....	143
9.3. Eviews dasturida vaqtli qatorlarni tekislash .....	151
Nazorat savollari .....	154
<b>X bob. Iqtisodiy jarayonlarning asosiy ekonometrik modellari .</b>	<b>155</b>
10.1. Additiv va multiplikativ modellar.....	155
10.2. Statsionar vaqtli qatorlar .....	157
10.3. Avtokorrelyatsion funksiyalar .....	159
10.4. Korrelogrammalar .....	161
10.5. Eviews dasturida avtokorrelyatsion va xususiy avtokorrelyatsion funksiyalarini tuzish.....	164
Nazorat savollari .....	168
<b>XI bob. Umumlashtirilgan eng kichik kvadratlar usuli.....</b>	<b>169</b>
11.1. Umumlashtirilgan eng kichik kvadratlar usulining mohiyati...	169

11.2. Bilvosita eng kichik kvadratlar usuli .....	174
11.3. Eviews dasturida umumlashtirilgan eng kichik kvadratlar usuli .....	178
Nazorat savollari .....	183
<b>XII bob. Makroiqtisodiy jarayonlarni ekonometrik modellashtirish .....</b>	<b>184</b>
12.1. Ishlab chiqarish funksiyasi to‘g‘risida tushunchalar .....	184
12.2. Ishlab chiqarish funksiyasi turlari va xususiyatlari .....	187
12.3. Kobba-Duglas ishlab chiqarish funksiyasi va uning xarakteristikalarini.....	193
Nazorat savollari .....	197
<b>XIII bob. Prognozlashda amaliy dasturlarni qo‘llash .....</b>	<b>198</b>
13.1. Iqtisodiy prognozlash tushunchasi, mazmuni va mohiyati .....	198
13.2. Prognozlash turlari .....	201
13.3. Prognozlash ob‘ekti va uning tahlili .....	202
13.4. Prognozlash usullarning tasnifi.....	203
13.5. Prognozlashtirishda matematika fanining o‘rni.....	204
13.6. Excel dasturida prognozlashni amalga oshirish .....	207
Nazorat savollari .....	212
<b>XIV bob. Panel ma‘lumotlarining ekonometrik modellarini tuzish .....</b>	<b>213</b>
14.1. Panel ma‘lumotlari to‘g‘risida tushunchalar .....	213
14.2. Panel ma‘lumotlari asosida ekonometrik model tuzish algoritmi .....	216
14.3. EViews dasturida panel ma‘lumotlarining ekonometrik modelini tuzish .....	222
Nazorat savollari .....	230
Glossariy .....	231
Tavsiya etilayotgan adabiyotlar ro‘yxati .....	239

## ОГЛАВЛЕНИЕ:

Введение.....	3
<b>Глава I. Введение в курс “Комплекс прикладных программ в эконометрике”.....</b>	<b>5</b>
1.1. Цель и задачи курса «Комплекс прикладных программ в эконометрике».....	5
1.2. Необходимость эконометрического моделирования в экономике.....	9
1.3. Свойства использования прикладных программ в эконометрическом моделировании.....	12
Контрольные вопросы.....	15
<b>Глава II. Виды и возможности прикладных программ применяемых в эконометрике.....</b>	<b>16</b>
2.1. Классификация прикладных программ в обработке статистических данных.....	16
2.2. Электронные таблицы и их возможности.....	25
2.3. Свойства специальных прикладных программ, применяемых в эконометрическом моделировании.....	33
Контрольные вопросы.....	39
<b>Глава III. Анализ данных и статистические методы.....</b>	<b>40</b>
3.1. Классификация задач анализа данных.....	40
3.2. Виды данных и шкалы их измерения.....	43
3.3. Виды эконометрических моделей и переменные в модели ...	44
3.4. Описательная статистика в программе Excel.....	46
Контрольные вопросы.....	53
<b>Глава IV. Возможности программ Minitab и Gretl в обработке данных.....</b>	<b>54</b>
4.1. Возможности программ Minitab и Gretl.....	54
4.2. Интерфейс программ Minitab и Gretl.....	56
4.3. Графические возможности программ Minitab и Gretl.....	60
4.4. Расчет описательной статистики в программах Minitab va Gretl.....	65
Контрольные вопросы.....	70
<b>Глава V. Использование прикладных программ при построении эконометрических моделей.....</b>	<b>71</b>

5.1. Понятие об эконометрической модели и этапы ее построения .....	71
5.2. Этапы построения эконометрической модели в программе Gretl.....	79
5.3. Возможности программы Excel при построении эконометрической модели .....	83
Контрольные вопросы.....	89
<b>Глава VI. Оценивание и проверка параметров эконометрической модели на основе программ Minitab и Gretl.....</b>	<b>90</b>
6.1. Использование метода наименьших квадратов при определении параметров эконометрической модели .....	90
6.2. Определение параметров эконометрической модели в программе Minitab.....	92
6.3. Оценка эконометрической модели в программе Gretl.....	99
Контрольные вопросы.....	108
<b>Глава VII. Применение программ Eviews и Stata в эконометрическом моделировании временных рядов .....</b>	<b>109</b>
7.1. Общие понятия и виды временных рядов.....	109
7.2. Особенности программы Eviews при обработке временных рядов .....	112
7.3. Применение программы Stata для построения эконометрических моделей на основе данных временных рядов.....	121
Контрольные вопросы.....	127
<b>Глава VIII. Проверка гетероскедастичности и автокорреляции в остатках.....</b>	<b>128</b>
8.1. Понятие гетероскедастичности и его определение.....	128
8.2. Понятие об автокорреляции .....	133
8.3. Оценка автокорреляции в программе Gretl.....	135
Контрольные вопросы.....	139
<b>Глава IX. Выравнивание временных рядов .....</b>	<b>140</b>
9.1. Структурное строение и модели временных рядов .....	140
9.2. Методы выравнивания временных рядов .....	143
9.3. Выравнивание временных рядов в программе Eviews .....	151
Контрольные вопросы.....	154
<b>Глава X. Основные эконометрические модели экономических процессов .....</b>	<b>155</b>

10.1. Аддитивные и мультипликативные модели.....	155
10.2. Стационарные временные ряды .....	157
10.3. Автокорреляционные функции .....	159
10.4. Коррелограммы .....	161
10.5. Построение автокорреляционной и частной автокорреляционной функции в программе Eviews.....	164
Контрольные вопросы .....	168
<b>Глава XI. Обобщенный метод наименьших квадратов.....</b>	<b>169</b>
11.1. Сущность обобщенного метода наименьших квадратов ...	169
11.2. Косвенный метод наименьших квадратов .....	174
11.3. Обобщенный метод наименьших квадратов в программе Eviews .....	178
Контрольные вопросы .....	183
<b>Глава XII. Эконометрическое моделирование макроэкономических процессов.....</b>	<b>184</b>
12.1. Понятия о производственной функции .....	184
12.2. Виды и особенности производственных функций.....	187
12.3. Производственная функция Кобба-Дугласа и ее характеристики .....	193
Контрольные вопросы .....	197
<b>Глава XIII. Применение прикладных программ в прогнозировании .....</b>	<b>198</b>
13.1. Понятие, содержание и сущность экономического прогнозирования .....	198
13.2. Виды прогнозирования.....	201
13.3. Объект прогнозирования и его анализ .....	202
13.4. Классификация методов прогнозирования .....	203
13.5. Роль математики в прогнозировании.....	204
13.6. Прогнозирование в программе Excel.....	207
Контрольные вопросы .....	212
<b>Глава XIV. Построение эконометрических моделей панельных данных .....</b>	<b>213</b>
14.1. Понятия о панельных данных.....	213
14.2. Алгоритм построения эконометрической модели панельных данных .....	216
14.3. Построение эконометрической модели панельных данных в программе EViews.....	222



Контрольные вопросы .....	230
Глоссарий .....	231
Список рекомендуемой литературы .....	239

## CONTENTS:

Introduction .....	3
<b>Chapter I. Introduction to the course "Complex of applied programs in econometrics"</b> .....	<b>5</b>
1.1. The purpose and objectives of the course "Complex of applied programs in econometrics" .....	5
1.2. The need for econometric modeling in economics.....	9
1.3. Properties of the use of applied programs in econometric modeling.....	12
Revision questions.....	15
<b>Chapter II. Types and possibilities of applied programs used in econometrics</b> .....	<b>16</b>
2.1. Classification of applied programs in the processing of statistical data.....	16
2.2. Spreadsheets and their capabilities .....	25
2.3. Properties of special applications used in econometric modeling	33
Revision questions .....	39
<b>Chapter III. Data analysis and statistical methods</b> .....	<b>40</b>
3.1. Classification of data analysis tasks.....	40
3.2. Types of data and scales of their measurement .....	43
3.3. Types of econometric models and variables in the model .....	44
3.4. Descriptive statistics in Excel .....	46
Revision questions.....	53
<b>Chapter IV. Data processing capabilities of Minitab and Gretl ...</b>	<b>54</b>
4.1. Features of Minitab and Gretl programs.....	54
4.2. Minitab and Gretl program interface .....	56
4.3. Graphics capabilities of Minitab and Gretl programs .....	60
4.4. Calculation of descriptive statistics in Minitab and Gretl programs.....	65
Revision questions.....	70
<b>Chapter V. Using application programs in building econometric models</b> .....	<b>71</b>
5.1. The concept of an econometric model and the stages of its construction .....	71
5.2. Stages of building an econometric model in the Gretl program...	79
5.3. Excel capabilities for building an econometric model .....	83

Revision questions .....	89
<b>Chapter VI. Estimation and verification of parameters of an econometric model based on Minitab and Gretl programs.....</b>	<b>90</b>
6.1. Using the least squares method to determine the parameters of an econometric model.....	90
6.2. Determination of the parameters of the econometric model in the Minitab program .....	94
6.3. Estimate of the econometric model in the Gretl program .....	99
Revision questions.....	108
<b>Chapter VII. Eviews and Stata application in econometric time series modeling .....</b>	<b>109</b>
7.1. General concepts and types of time series.....	109
7.2. Features of the Eviews program when processing time series...	112
7.3. Using Stata to Build Econometric Models Based on Time Series Data .....	121
Revision questions.....	127
<b>Chapter VIII. Checking heteroscedasticity and autocorrelation in residuals.....</b>	<b>128</b>
8.1. The concept of heteroscedasticity and its definition .....	128
8.2. Autocorrelation .....	133
8.3. Estimation of autocorrelation in the Gretl program .....	135
Revision questions.....	139
<b>Chapter IX. Time series alignment .....</b>	<b>140</b>
9.1. Structural structure and time series models.....	140
9.2. Time series alignment methods .....	143
9.3. Time Series Alignment in Eviews .....	151
Revision questions .....	154
<b>Chapter X. Basic econometric models of economic processes ....</b>	<b>155</b>
10.1. Additive and multiplicative models.....	155
10.2. Stationary time series.....	157
10.3. Autocorrelation functions .....	159
10.4. Correlograms.....	161
10.5. Construction of autocorrelation and partial autocorrelation functions in the Eviews program .....	164
Revision questions .....	168
<b>Chapter XI. Generalized least squares method .....</b>	<b>169</b>
11.1. The essence of the generalized least squares method.....	169

11.2. Indirect least squares method.....	174
11.3. Generalized Least Squares in Eviews.....	178
Revision questions .....	183
<b>Chapter XII. Econometric modeling of macroeconomic processes.....</b>	<b>184</b>
12.1. Production function concepts.....	184
12.2. Types and features of production functions.....	187
12.3. Cobb-Douglas production function and its characteristics.....	193
Revision questions .....	197
<b>Chapter XIII. Application of applied programs in forecasting ..</b>	<b>198</b>
13.1. Concept, content and essence of economic forecasting .....	198
13.2. Forecasting types.....	201
13.3. Forecasting object and its analysis.....	202
13.4. Classification of forecasting methods.....	203
13.5. The role of mathematics in forecasting .....	204
13.6. Forecasting in Excel.....	207
Revision questions .....	212
<b>Chapter XIV. Building econometric panel data models .....</b>	<b>213</b>
14.1. Panel data concepts .....	213
14.2. Algorithm for constructing an econometric model of panel data .....	216
14.3. Построение эконометрической модели панельных данных в программе.....	222
Revision questions.....	230
Glossary.....	231
Recommended literature .....	239

**ISHNAZAROV AKRAM ISMOILOVICH**

**EKONOMETRIKADA AMALIY DASTURLAR MAJMUUI**

*Oliy o‘quv yurtlari talabalari uchun o‘quv qo‘llanma*

Toshkent – «INNOVATSION RIVOJLANISH  
NASHRIYOT-MATBAA UYI» – 2021

<b>Muharrir:</b>	<b>N. Abdullayeva</b>
<b>Tex. muharrir:</b>	<b>A. Moydinov</b>
<b>Musavvir:</b>	<b>A. Shushunov</b>
<b>Musahhih:</b>	<b>L. Ibragimov</b>
<b>Kompyuterda sahifalovchi:</b>	<b>M. Zoyirova</b>

**E-mail: nashr2019@inbox.ru Tel: +99899920-90-35  
№ 3226-275f-3128-7d30-5c28-4094-7907, 10.08.2020.**

**Bosishga ruxsat etildi 09.09.2021.**

**Bichimi 60x84 1/16. «Timez Uz» garniturasini.**

**Ofset bosma usulida bosildi.**

**Shartli bosma tabog‘i: 16,5. Nashriyot bosma tabog‘i 15,75.**

**Tiraji: 50. Buyurtma № 274**

**«INNOVATSION RIVOJLANISH NASHRIYOT-MATBAA  
UYI» bosmaxonasida chop etildi.  
100174, Toshkent sh, Olmazor tumani,  
Universitet ko‘chasi, 7-uy.**

