

**O`ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O`RTA MAXSUS  
TA'LIM VAZIRLIGI**

**TOSHKENT DAVLAT IQTISODIYOT UNIVERSITETI**

**ALIMOV R.X., ALMURADOV A.A., XOMIDOV S.O.**

# **EKONOMETRIK MODELLASHTIRISH**

*O`zbekiston Respublikasi Oliy va o`rta maxsus ta'lim vazirligi huzuridagi  
Muvofiqlashtiruvchi kengash tomonidan "5A230106 - Ekonometrika"  
mutaxassisligida tahsil olayotgan magistr talabalari uchun o`quv qo`llanma sifatida  
tavsiya etilgan*

**TOSHKENT - "IQTISODIYOT" – 2019**

**Alimov R.X., Almuradov A.A., Xomidov S.O. Ekonometrik modellashtirish. O`quv qo`llanma. – T.: IQTISODIYOT, 2019. – 122 b.**

“Ekonometrik modellashtirish” fani iqtisodiyotdagi jarayonlarni ekonometrik usullar va modellar yordamida tahlil qilishni o`rganadi.

Mazkur o`quv qo`llanma ekonometrik modellashtirish usullari va zamonaviy masalalari, ekonometrik modellar, ko`p omilli chiziqli model, dinamik qatorlarning ekonometrik modellari, regression tahlilning umumlashtirilgan sxemalari, adaptiv ko`p omilli modellashtirish, barqaror iqtisodiy o`shishni ekonometrik tadqiq etish, regression tenglamalarning rekursiv va tuzilmaviy tizimlari hamda adaptiv-imitatsion ekonometrik modellar kabi mavzularni o`z ichiga qamrab oladi.

O`quv qo`llanma magistratura bosqichida ta`lim olayotgan “5A230106 - Ekonometrika” mutaxassisligi talabalari uchun mo`ljallangan. Shuningdek, qo`llanmadan oliy o`quv yurtlarining o`qituvchilari hamda tadqiqotchilar ham foydalanishlari mumkin.

**Taqrizchilar: Fayziyev R., Qo`chqorov T.**

**Алимов Р.Х., Алмурадов А.А., Хомидов С.О. Эконометрическое моделирование. Учебное пособие. – Т.: IQTISODIYOT, 2019. –122 с.**

Предмет "Эконометрическое моделирование" изучает анализ процессов в экономике с использованием эконометрических методов и моделей.

Данное учебное пособие охватывает такие темы, как методы и современные проблемы эконометрического моделирования, эконометрические модели, многокомпонентная линейная модель, эконометрические модели динамических рядов, обобщенные схемы регрессионного анализа, адаптивное многокомпонентное моделирование, эконометрическое исследование устойчивого экономического роста, рекурсивные и структурные системы регрессионных уравнений, а также адаптивно-имитационные эконометрические модели.

Учебное пособие предназначено для студентов специальности “5230106 - Эконометрика”, обучающихся в магистратуре. А также, данное учебное пособие может быть использовано преподавателями вузов и исследователями.

**Alimov R.H., Almuradov A.A., Khomidov S.O. Econometric modelling. Textbook. – T.: IQTISODIYOT, 2019. 122 p.**

The subject "Econometric modeling" studies the analysis of processes in the economy using econometric methods and models.

This tutorial covers topics such as methods and modern problems of econometric modeling, econometric models, multicomponent linear model, econometric models of time series, generalized regression analysis schemes, adaptive multicomponent modeling, econometric study of sustainable economic growth, recursive and structural systems of regression equations, as well as adaptive simulation econometric models.

The textbook is designed for students majoring in “5230106 - Econometrics”, magistracy. And also, this text book can be used by university teachers and researchers.

**ISBN-000000**

**УДК: 0000000**

**ББК 0000000**

© «IQTISODIYOT», 2019.

© R.X. Alimov, A.A. Almuradov,  
S.O. Xomidov, 2019.

## MUNDARIJA

<b>KIRISH</b> .....	<b>10</b>
<b>I BOB. EKONOMETRIK MODELLASHTIRISH USULLARI VA ZAMONAVIY MASALALARI</b> .....	<b>11</b>
1.1. “Ekonometrik modellashtirish” fanining predmeti va uning o`ziga xos xususiyatlari.....	<b>11</b>
1.2. “Ekonometrik modellashtirish” fanining vazifalari.....	<b>13</b>
1.3. Ekonometrik usullar.....	<b>19</b>
1.4. Ekonometrik modellashtirish bosqichlari.....	<b>22</b>
<b>II BOB. EKONOMETRIK MODELLAR</b> .....	<b>25</b>
2.1. Ekonometrik model tushunchasi, uning tuzish tamoyillari va ekonometrik modellarning asosiy turlari.....	<b>25</b>
2.2. Chiziqli va chiziqli ko`rinishga keltiriladigan ekonometrik funksiyalar....	<b>27</b>
2.3. Ishlab chiqarish funksiyasi, uning turlari va xususiyatlari.....	<b>30</b>
<b>III BOB. KO`P OMILLI CHIZIQLI MODEL</b> .....	<b>37</b>
3.1. Statistik bog`liqliklarni tanlash. Chiziqli va chiziqli ko`rinishga keltiriladigan funksiyalar.....	<b>37</b>
3.2. Chetlanishlar kvadratini minimallashtirish, eng kichik kvadratlar usuli formulalarini keltirib chiqarish.....	<b>42</b>
3.3. Regressiyaning chiziqsiz modellari. Gauss-Markov teoremasining asosiy qoidalari.....	<b>43</b>
3.4. Egri chiziqli regressiya tenglamalarini aniqlash. Ko`p omilli regression modellar spetsifikatsiyasi.....	<b>47</b>
3.5. Regressiya tenglamalari ishonchlilik darajasini baholash: korrelyatsiya koeffitsiyenti, Fisherning dispersion munosabati, regressiya koeffitsiyentlarini t-mezon bo`yicha tekshirish.....	<b>48</b>
<b>IV BOB. DINAMIK QATORLARNING EKONOMETRIK MODELLARI</b> .....	<b>53</b>
4.1. Vaqtli qator va uning asosiy xarakteristikalarini.....	<b>53</b>
4.2. Vaqtli qatorlarning statistik tahlili.....	<b>55</b>

4.3. Vaqtli qatorlar trendi. Ekonometrik modellashtirishda qo`llaniladigan trend modellari asosiy tendensiyasini aniqlash.....	63
4.4. Birinchi darajali avtoregression modellar. Avtokorrelyatsiya va avtoregressiya tushunchasi.....	64
<b>V BOB. REGRESSION TAHLILNING UMUMLASHTIRILGAN SXEMALARI.....</b>	<b>71</b>
5.1. Umumlashtirilgan “eng kichik kvadratlar usuli”.....	71
5.2. Avtokorrelyatsiya va uni tekshirish usullari.....	73
5.3. Getroskedastiklik va uning turlari, tekshirish usullari.....	74
<b>VI BOB. ADAPTIV KO`P OMILLI MODELLASHTIRISH.....</b>	<b>80</b>
6.1. Rekurrent eng kichik kvadratlar usulining amaliy ahamiyati va shakli....	80
6.2. Ko`p omilli modellashtirishda rekurrent baholash va eksponensial tekislash.....	80
<b>VII BOB. BARQAROR IQTISODIY O`SISHNI EKONOMETRIK TADQIQ ETISH.....</b>	<b>86</b>
7.1. Barqarorlik to`g`risida tushuncha. Iqtisodiy o`shish.....	86
7.2. Barqarorlikni yuqori darajadagi modellar yordamida tahlil qilish. Iqtisodiy o`shishning ekonometrik tahlillarida ishlab chiqarish funksiyalarini qo`llash.....	92
<b>VIII BOB. REGRESSION TENGLAMALARNING REKURSIV VA TUZILMAVIY TIZIMLARI.....</b>	<b>102</b>
8.1. O`zaro bog`liq tenglamalar ko`rinishidagi ekonometrik modellar.....	102
8.2. Ekonometrik tenglamalar tizimi parametrlarini hisoblash uslubiyoti.....	104
8.3. Ekonometrik tenglamalar tizimini indentifikatsiyalash muammolari.....	108
<b>IX BOB. ADAPTIV-IMITATsION EKONOMETRIK MODELLAR.....</b>	<b>112</b>
9.1. Adaptiv-imitatsion modellashtirish.....	112
9.2. Tavakkalchilikni bashoratlash baholarini adaptiv-imitatsion modellashtirish.....	119
<b>Glossariy.....</b>	<b>124</b>
<b>Foydalanilgan adabiyotlar ro`yxati.....</b>	<b>128</b>

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>10</b>
<b>ГЛАВА I. ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ</b> .....	<b>11</b>
1.1. Предмет дисциплины “Эконометрическое моделирование” и его особенности.....	<b>11</b>
1.2. Задачи дисциплины “Эконометрическое моделирование”.....	<b>13</b>
1.3. Эконометрические методы.....	<b>19</b>
1.4. Этапы эконометрического моделирования.....	<b>22</b>
<b>ГЛАВА II. ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ</b> .....	<b>25</b>
2.1. Понятие эконометрической модели, принципы ее построения и основные виды эконометрических моделей.....	<b>25</b>
2.2. Линейные и приводимые к линейному виду эконометрические функции	<b>27</b>
2.3. Производственная функция, ее виды и особенности.....	<b>30</b>
<b>ГЛАВА III. МНОГОФАКТОРНАЯ ЛИНЕЙНАЯ МОДЕЛЬ</b> .....	<b>37</b>
3.1. Выбор статистической зависимости. Линейные и приводимые к линейному виду эконометрические функции.....	<b>37</b>
3.2. Минимизация квадратичных отклонений. Приведение формулу метода наименьших квадратов.....	<b>42</b>
3.3. Нелинейные модели регрессии. Основные положения теоремы Гаусса- Маркова.....	<b>43</b>
3.4. Определение уравнений кривой линейной регрессии. Спецификация многофакторных регрессионных моделей.....	<b>47</b>
3.5. Оценка степени надежности уравнений регрессии, коэффициент корреляции, дисперсионное отношение Фишера, проверка коэффициентов регрессии по $t$ -критерию.....	<b>48</b>
<b>ГЛАВА IV. ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ</b> .....	<b>53</b>
4.1. Временные ряды и его основные характеристики.....	<b>53</b>

4.2. Статистический анализ временных рядов.....	55
4.3. Тренды временных рядов. Определение основных тенденций при применении эконометрическом моделировании.....	63
4.4. Первостепенные авторегрессионные модели. Понятия автокорреляции и авторегрессии.....	64
<b>ГЛАВА V. ОБОБЩЕННЫЕ СХЕМЫ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА.....</b>	<b>71</b>
5.1. Обобщенный метод наименьших квадратов.....	71
5.2. Автокорреляция и методы ее проверки.....	73
5.3. Гетероскедастичность, ее виды и методы ее проверки.....	74
<b>ГЛАВА VI. АДАПТИВНЫЕ МНОГОФАКТОРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ.....</b>	<b>80</b>
6.1. Практическое значение и форма метода рекуррентных наименьших квадратов.....	80
6.2. Рекуррентная оценка и экспоненциальное выравнивание в многофакторном моделировании.....	83
<b>ГЛАВА VII. ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА.....</b>	<b>86</b>
7.1. Понятие о стабильности. Экономический рост.....	86
7.2. Анализ стабильности с использованием моделей высокого уровня. Применение производственных функций в эконометрическом анализе экономического роста.....	92
<b>ГЛАВА VIII. РЕКУРСИВНЫЕ И СТРУКТУРНЫЕ СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ РЕГРЕССИИ.....</b>	<b>102</b>
8.1. Эконометрические модели в виде взаимосвязанных уравнений.....	102
8.2. Методика расчета параметров системы эконометрических уравнений.....	104
8.3. Проблемы идентификации системы эконометрических уравнений.....	108
<b>ГЛАВА IX. АДАПТИВНО - ИМИТАЦИОННЫЕ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ.....</b>	<b>112</b>
9.1. Адаптивно-имитационное моделирование.....	112

9.2. Адаптивно-имитационное моделирование оценок прогнозирования риска.....	119
<b>Глоссарий.....</b>	<b>124</b>
<b>Список использованной литературы.....</b>	<b>128</b>

## C O N T E N T

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>10</b>
<b>CHAPTER I. ECONOMETRIC MODELING TECHNIQUES AND MODERN PROBLEMS</b> .....	<b>11</b>
1.1. The subject of the discipline “Econometric modeling” and its features.....	11
1.2. Tasks of the discipline “Econometric modeling”.....	13
1.3. Econometric methods.....	19
1.4. Stages of econometric modeling.....	22
<b>CHAPTER II. ECONOMETRIC MODEL</b> .....	<b>25</b>
2.1. The concept of econometric model, the principles of its construction and the main types of econometric models.....	25
2.2. Linear and conducive to linear form econometric functions.....	27
2.3. Production function, its types and features.....	30
<b>CHAPTER III. MULTIDIMENTINAL LINEAR MODEL</b> .....	<b>37</b>
3.1. Selection of statistical dependence. Linear and conducive to linear form econometric functions.....	37
3.2. Minimization of quadratic deviations. Bringing the formula of the least squares method.....	42
3.3. Nonlinear regression models. The main provisions of the Gauss-Markov theorem.....	43
3.4. Determination of linear regression curve equations. Specification of multivariate regression models.....	47
3.5. Estimation of the degree of reliability of regression equations, correlation coefficient, Fisher's dispersion relation, check of regression coefficients by $t$ – criterion.....	48
<b>CHAPTER IV. ECONOMETRIC TIME SERIES MODELS</b> .....	<b>53</b>
4.1. Time series and its main characteristics.....	53
4.2. Statistical analysis of time series.....	55



4.3. Trends in the time series. Determination of the main trends in the application of econometric modeling.....	63
4.4. Paramount autoregressive model. Concepts of autocorrelation and autoregression.....	64
<b>CHAPTER V. GENERALIZED SCHEME OF THE REGRESSION ANALYSIS.....</b>	<b>71</b>
5.1. Generalized least squares method.....	71
5.2. Autocorrelation and methods of its verification.....	73
5.3. Heteroskedasticity, its types and methods of its verification.....	74
<b>CHAPTER VI. ADAPTIVE MULTIDIMENSIONAL MODELING.....</b>	<b>80</b>
6.1. Practical value and form of the recurrent least squares method.....	80
6.2. Recurrent estimation and exponential alignment in multivariate modeling	83
<b>CHAPTER VII. AN ECONOMETRIC STUDY OF SUSTAINABLE ECONOMIC GROWTH.....</b>	<b>86</b>
7.1. The concept of stability. Economic growth.....	86
7.2. Stability analysis using high-level models. Application of production functions in econometric analysis of economic growth.....	92
<b>CHAPTER VIII. RECURSIVE AND STRUCTURAL SYSTEMS OF REGRESSION EQUATIONS.....</b>	<b>102</b>
8.1. Econometric models in the form of interrelated equations.....	102
8.2. Method of calculation of parameters of the system of econometric equations	104
8.3. Problems of indentation of the system of econometric equations.....	108
<b>CHAPTER IX. ADAPTIVE SIMULATION OF ECONOMETRIC MODELS.....</b>	<b>112</b>
9.1. Adaptive simulation modeling.....	112
9.2. Adaptive-simulation assessments of risk prediction.....	119
<b>Glossary.....</b>	<b>124</b>
<b>List of used literature.....</b>	<b>128</b>

## KIRISH

“Ekonometrik modellashtirish” fani korxonalar va firmalarning xo`jalik jarayonlari, obyektiv va subyektiv omillar ta'siri ostida shakllanayotgan mikro- va makro ijtimoiy-iqtisodiy jarayonlarning o`zgarish qonuniyatlari, pirovard moliyaviy natijalarni ekonometrik modellari va ma'lumotlar tizimi orqali ifodalangan asosiy ko`rsatkichlar, ularning barqarorligi va tebranish xususiyatlarini maxsus tuzilgan ekonometrik modellar yordamida o`rganadi.

Mamlakatimiz iqtisodiyotida ro`y berayotgan jiddiy tarkibiy o`zgarishlar tashqi iqtisodiy ko`rsatkichlarda o`zining aniq ifodasini topmoqda. Bunday iqtisodiy o`shishga erishishda, avvalambor, keng ko`lamli tizimli bozor islohotlarini joriy etish va xorijiy investitsiyalarni jalb qilish, iqtisodiyotda chuqur tarkibiy o`zgarishlarni amalga oshirish, ishlab chiqarishni modernizatsiya qilish va yangilash, biznes va xususiy tadbirkorlikni jadal rivojlantirishga qaratilganligi katta ahamiyatga egadir.

Iqtisodiyotni modernizatsiyalash sharoitida o`zgarib turuvchi raqobat muhiti va bozor sharoitlarini ilg`ab olish, ularning mohiyati hamda qonuniyatlarini chuqur tahlil qilishda ekonometrik usullar va modellardan foydalanish yordamida makroiqtisodiy indikatorlarni prognozlash, ko`p variantli yechimlardan muqobil yechimni tanlash, tavakkalchilik va noaniqlik sharoitida optimal iqtisodiy qarorlar qabul qilish, keyinchalik, bu qarorlar bajarilishini kompyuter orqali monitoring qilish masalalarining nazariy va amaliy tomonlarini o`rganishda “Ekonometrika modellashtirish” fani muhim ahamiyat kasb etadi.

# **I bob. EKONOMETRIK MODELLASHTIRISH USULLARI VA ZAMONAVIY MASALALARI**

## **1.1. “Ekonometrik modellashtirish” fanining predmeti va uning o`ziga xos xususiyatlari**

“Ekonometrik modellashtirish” fani milliy iqtisodiyotning barcha tarmoqlarini kompleks tahlil qilish, barqaror iqtisodiy o`shishning ko`p variantli modellarini yaratish, milliy iqtisodiyotni modernizatsiya qilish va taqchil resurslardan optimal foydalanish yo`nalishlarini aniqlab beradi.

“Ekonometrik modellashtirish” fani:

- iqtisodiyot bo`yicha chuqur fundamental tadqiqotlar olib borishga, iqtisodiy rivojlanish modellarini tuzishga imkon beradi;

- milliy iqtisodiyotni yaxlit tizim tarzidagi matematik modellarini yaratish orqali unga tashqi ta`sirlar, jahonda yuz berayotgan inqirozning biznes sikllariga ta`sirini aniqlay oladigan va qarshi choralarini belgilash strategiyalarini ishlab chiqishga imkon beradi;

- qo`yilgan muammoni nafaqat analitik ifodalab qolmasdan, balki axborot-kommunikatsiya texnologiyalari asosida iqtisodiy jarayonlarning matematik modellarini tuza oladigan, endogen va ekzogen omillar ta`sirini aniqlay oladigan milliy iqtisodiyotdagi tarmoqlar va korxonalarining biznes-jarayonlarini modellashtirishga ko`maklashadi;

- tadqiq qilinayotgan obyekt, korxonalar, tarmoqning yoxud milliy iqtisodiyotni deterministik va stoxastik modellarini tuzishga imkon berib, ushbu jarayonlarni sifat va son jihatidan tizimli boshqara oladigan va bashorat qila oladigan modellarini yaratadi;

- tadqiq qilinayotgan obyektning samarali boshqarish uchun o`tkazilgan tadqiqotlar asosida maslahat beruvchi takliflar yoki boshqaruv qarorlarini ishlab chiqishga imkon beradi.

“Ekonometrik modellashtirish” fanining predmeti - bu korxonalarining xo`jalik jarayonlari, obyektiv va subyektiv omillar ta`siri ostida shakllanayotgan ijtimoiy-

iqtisodiy jarayonlar, samaradorlik va pirovard moliyaviy natijalarni iqtisodiy-matematik modellari va ma'lumotlar tizimi orqali ifodalangan asosiy ko'rsatkichlar, ularning barqarorligi va tebranish xususiyatlarini o'rganishdir. Xo'jalik jarayonlariga ta'sir etuvchi tashqi va ichki omillarni o'rganish hamda ularni miqdoriy baholash ham fanning predmeti hisoblanadi. Bularga misol qilib narx omilini keltirish mumkin. Narx omiliga doimo o'zgarib turuvchi narxlar, tariflar, stavkalar kiradi. Bozor sharoitida narxning shakllanishi umuman stixiyali jarayondir. Ularni shakllanishi qiymat qonuni va bozor qonuniyatlari talablari ostida shakllanadi, Narxni o'zgarishi bozor ishtirokchilari faoliyatlariga turlicha ta'sir o'tkazadi. Ularning ta'sirini o'rganish va iqtisodiy tahlil qilish murakkab iqtisodiy hisob-kitoblarni bajarishni talab qiladi.

“Ekonometrik modellashtirish” fani iqtisodiy tahlil predmeti bo'lib, subyektiv ichki omillar ta'siri ostida shakllangan xo'jalik faoliyati va uning pirovard natijalari ham hisoblanadi. Ichki omillar inson faoliyati bilan bog'liq bo'lgani uchun iqtisodiy tahlilda unga katta ahamiyat beriladi. Xo'jalik faoliyatini mohirona boshqarish obyektiv sharoit va obyektiv omillardan to'g'ri foydalanib, biznes-rejani to'la bajarish imkoniyatini yaratadi. Buning uchun “Ekonometrik modellashtirish” matematik usullari yordamida xo'jalik mexanizmini boshqarish asboblaridan (instrumentlari) to'g'ri foydalaniladi. Subyektiv omillar (ichki), uddaburon rahbar, ishlab chiqarishni to'g'ri-malakali boshqarish, iqtisod, moliya faoliyatini to'g'ri tashkil qilish, o'z sohasini chuqur egallash iqtisodiy va tashkiliy tayyorgarlik asoslaridir.

Obyektiv va subyektiv omillar ta'siri ostida shakllanayotgan xo'jalik jarayonlari va ularning natijalari mos ravishda korxonaning iqtisodiy ko'rsatkichlar tizimida o'z ifodasini topadi va tahlil predmeti hisoblanadi. Ma'lumotlar tizimi tezda o'zgaruvchan - dinamik xarakterga ega; ular kirish ma'lumotlari to'plami, oraliq qayta ishlash natijalari, chiqish ma'lumotlari va pirovard natijalarni o'z ichiga oladi hamda boshqarish tizimiga kiradi. Bu ma'lumotlarni samarali tashkil etish va boshqariladigan ma'lumotlar oqimini shakllantirish iqtisodiy tahlil va boshqarishning optimal qarorlarini qabul qilishda xizmat qiladi.

Milliy iqtisodiyotda ekonometrik usullarni qo'llashdan asosiy maqsad ommaviy hodisalar va jarayonlar haqida ularni kuzatish yoki eksperimentlar natijasida olingan ma'lumotlar asosida xulosalar hosil qilish va ular asosida ekonometrik modellar tuzishdan iborat. Bu statistik xulosalar alohida tajribalarga tegishli bo'lmasdan, balki tadqiq qilinayotgan hodisani keltirib chiqaruvchi shart-sharoitlarning doimiy ekanligi farazidagi shu hodisaning umumiy tavsiflari (ehtimolliklari, taqsimot qonunlari va ularning parametrlari, matematik kutilishlari va h.k.) haqidagi da'volardan iborat.

Ommaviy tasodifiy hodisalar bo'ysunadigan qonuniyatlarni aniqlash statistik ma'lumotlarni - kuzatish natijalarini ehtimollar nazariyasi uslublari bilan o'rganishga asoslanadi.

## **1.2. “Ekonometrik modellashtirish” fanining vazifalari**

“Ekonometrik modellashtirish” fanining birinchi vazifasi - kuzatishlar yoki maxsus o'tkazilgan eksperimentlar natijasida olingan statistik ma'lumotlarni to'plash va guruhlash usullarini o'rgatish hisoblanadi.

“Ekonometrik modellashtirish” fanining ikkinchi vazifasi:

a) hodisaning noma'lum ehtimolligini baholash; noma'lum taqsimot funksiyasini baholash; ko'rinishi ma'lum bo'lgan taqsimotning parametrlarini baholash; tasodifiy miqdorning boshqa bitta yoki bir nechta tasodifiy miqdorlarga bog'liqligini baholash va h.k.;

b) noma'lum taqsimotning ko'rinishi haqidagi yoki ko'rinishi ma'lum bo'lgan taqsimot parametrlarining miqdori haqidagi statistik gipotezalarni tekshirish kabi tadqiqot maqsadlariga bog'liq ravishda statistik ma'lumotlarni tahlil qilish usullarini ishlab chiqishdan iborat.

Har qanday fan keng ma'noda tabiat, jamiyat va tafakkur haqidagi bilimlar to'plamidan iboratdir. Bu to'plam har qanday tarixiy bosqichda erishilgan va tushunib etilgan tabiat va jamiyatning obyektiv qonunlariga mos keladi. “Ekonometrika-2” matematik usullari ham shu kungacha iqtisodiyot va matematika fanlari tomonidan erishilgan nazariy yutuqlarni amaliy faoliyatda qo'llash asosida

shakllangan fandır. Iqtisodiyotning talablariga mos ravishda matematika usullari rivojlangan bo`lsa, matematika kirib borgan soha o`z masala va muammolariga aniq va to`g`ri javob olgan va rivojlangan.

“Ekonometrik modellashtirish” fani maxsus bilimlar tizimidan iborat bo`lib, u quyidagilar bilan shug`ullanadi:

- obyektiv iqtisodiy qonunlar va subyektiv omillar ta`siri ostida shakllanayotgan iqtisodiy jarayonlar va ularning o`zaro bog`lanishini miqdoriy tomonlarini o`rganish;

- biznes-rejalarni ilmiy asoslash va ularni bajarilishini obyektiv baholash;

- iqtisodiyotga ijobiy va salbiy ta`sir etuvchi omillarni aniqlash va ularning ta`sirini miqdoriy baholash;

- xo`jalikni rivojlanish tendensiyalari va proporsiyalarini ochib berish, foydalanilmagan ichki imkoniyatlar va zaxiralarni aniqlash;

- ilmiy asoslangan bashoratlarni ishlab chiqish;

- milliy iqtisodiyotning tarmoqlari va sohalari asosiy ko`rsatkichlarining istiqboldagi holatini aniqlash va baholash;

- ilg`or tajribalardan foydalanish va optimal boshqarish qarorlarini qabul qilish.

Iqtisodiy jarayonlarini o`rganish alohida xo`jalik elementlari, faktlar, hodisa va holatlarni kuzatishdan boshlanadi va ular birgalikda xo`jalik jarayonini, xo`jalik faoliyati mazmunini u yoki bu boshqarish tizimida ifodalanadi. Ammo shu bilan birga iqtisodiy jarayonni to`liq, butunligicha o`rganish kerak bo`ladi, negaki bir vaqtning o`zida umumiy yo`nalish va uni ta`minlash uchun zarur bo`lgan sharoitlar va faoliyatlar tekshiriladi.

Iqtisodiy tahlilni olib borishda xo`jalik jarayonlari birgalikda, o`zaro bog`langan holda va o`zaro munosabatlari kelishilgan holda o`rganiladi. Iqtisodiyotdagi o`zaro bog`lanishlar, bir-biridan kelib chiqishlar va birgalikdagi munosabatlar hamda ularni miqdoriy baholash tahlilning eng ahamiyatli masalalari hisoblanadi. Bog`lanishlar sabablari barcha xo`jalik asoslari, hodisa va sharoitlarni qamrab oladi. Bu bog`lanishlarsiz xo`jalik faoliyati davom eta olmaydi, rivojlanmaydi, to`xtab qoladi.

Sababli yoki omilli tahlilni iqtisodiy jarayonlarda qo`llash natijasidan shu narsa kelib chiqadiki, xo`jalik faoliyati bilan bog`liq har bir sabab, har bir omil o`ziga yarasha baho oladi. Shu maqsadda dastavval sabab-oqibat omillari o`rganiladi, buning uchun ular guruhlar bo`yicha tavsiflanadi: mohiyatli va mohiyatsiz, asosiy va qo`shimcha, aniqlovchi va aniqlamaydigan omillarga ajratiladi. Bundan keyin eng avvalo xo`jalik jarayonlariga mohiyatli, asosiy va aniqlovchi omillarning ta`siri o`rganiladi. Mohiyatsiz, qo`shimcha va aniqlanmaydigan omillarni o`rganish, agar zarur bo`lsa ikkinchi navbatda olib boriladi. Iqtisodiy jarayonlarga ta`sir etuvchi barcha omillarning ta`sirini o`rganish juda ham qiyin masala va amalda hamma vaqt ham zarur bo`lmaydi.

Iqtisodiy jarayonlarni bajarilishini aniqlovchi, ta`sir o`tkazuvchi asosiy sabablarni ochish va tushunib etish, ularning ta`siri va o`zaro ta`sirini aniqlash - bu tahlil qilinayotgan obyektning xo`jalik faoliyati xususiyatlariga tushunib etishdir. Tahlil jarayonida xo`jalik faoliyatiga ta`sir etuvchi asosiy omillar aniqlanib va xarakterlanib qolmasdan, balki ularning ta`sir darajasi ham miqdoriy o`lchanadi.

“Ekonometrik modellashtirish” fanining ahamiyati, mazmuni va predmetlari uning oldiga qo`yilgan vazifalarni belgilaydi va bu vazifalarga quyidagilar kiradi:

- korxonaning biznes-rejasi va me`yorlarini ilmiy-iqtisodiy asoslash;
- biznes-rejani va me`yorlarni bajarilishini obyektiv va har tomonlama o`rganish;
- moliyaviy, mehnat va moddiy resurslardan samarali foydalanish yo`llarini aniqlash;
- tijorat rejasini bajarilishini nazorat qilish;
- ichki zaxiralarni aniqlash va miqdoriy o`lchash (ishlab chiqarishning barcha bosqichlarida);
- ishlab chiqarishning texnik-iqtisodiy ko`rsatkichlarini prognozlash;
- boshqarish yechimini optimalligini sinab ko`rish va tekshirish (ierarxiya pog`onasining barcha bo`g`inlarida).

Birinchi vazifa – biznes-reja va me`yorlarni ilmiy-iqtisodiy asoslash birinchi navbatda xo`jalik faoliyatini har tomonlama retrospektiv tahlilini amalga oshirish

bilan erishiladi. Ma'lum bir davr uchun vaqtli qatorlarni tuzish, xo'jalikning rivojlanishidagi ma'lum iqtisodiy qonuniyatlarni belgilash imkoniyatini beradi. Shundan so'ng xo'jalik faoliyatiga o'tgan davrda ta'sir o'tkazgan va kelgusida ahamiyatli ta'sir o'tkazishi mumkin bo'lgan asosiy omillar aniqlanadi. Joriy davrda xo'jalik faoliyati tahliliga alohida e'tibor qilinadi, chunki, u rejalashtirish oldi davri bo'lib hisoblanadi. Retrospektiv tahlil xulosalari joriy kuzatishlar bilan birgalikda umumlashtirilgan holda rejalashtirish hisob-kitoblarida foydalaniladi. Rejalashtirish ishlari joriy hisobot davridan oldin bajarilgani uchun reja oldi tahliliga zaruriyat tug'iladi: kutilayotgan rejalarni bajarilishi, qoidaga ko'ra to'rtinchi kvartalda bajariladi.

Retrospektiv va joriy tahlil kelgusiga (perspektiv) tahlil qilish bilan tugallanadi va uning ko'rsatkichlari rejalashtirilgan – tahlil qilingan ko'rsatkichlariga to'g'ri chiqadi.

Barcha hollarda pirovard ishlab chiqarish-moliyaviy natijalari qiyosiy tahlil usullaridan, ilg'or korxonalarining ijtimoiy-iqtisodiy samaradorlik ko'rsatkichlaridan foydalaniladi. Shunday qilib, biznes-reja har tomonlama zarur iqtisodiy hisob-kitoblar bilan asoslanadi.

Ikkinchi vazifa – hisob-kitob va hisobot ma'lumotlari bo'yicha biznes-rejalarni bajarilishini va me'yorlarga rioya qilishni obyektiv va har tomonlama o'rganish.

Sanoat korxonalarida tahlil jarayonida ishlab chiqarish dasturining, asosiy mahsulotning miqdori va assortimenti, navi, komplektligi va sifati bo'yicha bajarilishi, ishlab-chiqarishning barqarorligi, sotish rejasi, etkazib berish shartnomasining bajarilishi o'rganiladi.

Uchinchi vazifa – mehnat, moddiy va moliyaviy resurslardan foydalanishning iqtisodiy samarasini aniqlash. Korxonalarda mehnat vositalari va predmetlarini (bino va inshootlar, texnologiyalar, asbob-uskuna, xom-ashyo va materiallar); ishchi kuchi (ishchilar soni va ixtisoslik tarkibi, asosiy, yordamchi, xizmat ko'rsatuvchi va boshqarish personali, mehnat unumdorligi va boshqalar); moliyaviy resurslar (shaxsan o'zining va qarzga olingan, asosiy va aylanma mablag'lar) umuman barchasi bo'yicha izlanishlar olib boriladi.



To`rtinchi vazifa – tijorat hisobi va pirovard moliyaviy natijalar tahlilini nazorat qilishdir (uni to`liq va to`liq bo`lmagan shakllarida). Korxonaning barcha ishlab chiqarish faoliyati va ularning moliyaviy natijalari eng avvalo tijorat hisobi tamoyillariga rioya qilishdan bog`liqdir, u esa o`z navbatida ishlab chiqarish munosabatlarini ifodalab, ular shakllanayotgan bozor munosabatlari talablariga to`liq javob beradi. Moddiy tomondan manfaatdorlik tamoyili tijorat hisobining ajralib turadigan xususiyati bo`lib, korxonalar va jamoalar, shaxsiy va jamiyat manfaatlarining zarur bo`lgan moslashuvni ta`minlaydi. Tijorat hisobi mehnatga yarasha taqsimotning iqtisodiy tamoyilini amalga oshiruvchi ahamiyatli vosita sifatida namoyon bo`ladi. Tijorat hisobi bir mulkchilik shaklidagi korxonalar, turli mulkchilik shaklidagi korxonalar va davlat korxonalari o`rtasidagi turli munosabatlarni (o`zaro manfaatli) shakllantirishni ta`minlaydi. Qonun doirasida korxonalarining mustaqilligi va davlat oldida soliqqa tortish bo`yicha mas`uliyati, resurslardan samarali foydalanish barcha tijorat hisobining ajralib turadigan xususiyatlaridir. Bularning barchasi hayotga bozor iqtisodiyoti talablarini joriy qilishning zaruriyatini ko`rsatadi.

Korxonalarining tijorat hisobi va moliyaviy natijalarini baholashda miqdoriy va sifat ko`rsatkichlaridan foydalaniladi, sanoat korxonasining foyda miqdori faqat ishlab chiqarilayotgan mahsulot miqdori va assortimentiga bog`liq bo`lmaydi, balki ko`p jihatdan uning tannarxiga ham bog`liqdir.

Korxonaning tijorat hisobi va moliyaviy natijalarini to`g`ri baholash o`rganilayotgan ko`rsatkichlarga ta`sir o`tkazuvchi omillarning bog`langan va bog`lanmaganlarga ajratishni talab qiladi. Tashqi, bog`lanmagan omillarni hisobga olmaslik, korxonaning jamoasi mehnatini to`g`ri, aniq talqin etish imkonini beradi.

Korxonaning ichki bo`limlari faoliyatini tahlil qilishda analitik yo`nalishlar bir muncha qisqaradi. Xususan, turli resurslarni etkazib berish shartnomalarini tuzish, bank va budget hisob-kitoblari bilan bog`liq pozitsiyalar qisqaradi, moliyaviy natijalar tahlili imkoniyatlari chegaralanadi.

“Ekonometrik modellashtirish” fanining beshinchi vazifasi – ishlab chiqarish jarayonining barcha bosqichlarida ichki imkoniyatlar zaxirasini axtarib topish va miqdoriy o`lchashdir.

“Ekonometrik modellashtirish” amaliy fan bo`lib, undan haqiqiy - real foyda kelsagina o`zini to`la oqlashi mumkin. “Ekonometrik modellashtirish” fanining haqiqiy foydasi ishlab chiqarishning barcha bo`g`inlarida foydalanilmayotgan zaxiralarni aniqlashdan iborat. Iqtisodiyotning o`sinh sur`atini ortishi xo`jalikdagi mavjud imkoniyatlardan barchasi harakatga keltirilganligidan iqtisodiyotning asosiy tamoyili – eng yuqori natijalarga eng kichik xarajatlar bilan erishishni yo`lga qo`yishga to`g`ridan-to`g`ri bog`liqdir. Bu muammolarni to`g`ri aniqlashda va miqdoriy baholashda iqtisodiy tahlilga matematik usullar asosiy qurol bo`lib xizmat qiladi.

Iqtisodiy tahlil jarayonida zaxiralarni aniqlash korxonalar bo`limlarini, bir turdagi korxonalarining rejani bajarishlarini hamda mamlakat va xorijdagi ilg`or tajribalardan to`la foydalanishni qiyoslash yo`li bilan o`rganilib topiladi. Ishlab chiqilgan rejani tanqidiy baholash ham uni ortig`i bilan bajarish imkoniyatini ko`rsatib berishi mumkin.

“Ekonometrik modellashtirish” fanining oltinchi vazifasi – boshqarish yechimlarini optimalligini asoslash va sinashdan (tekshirishdan) iborat. Boshqarishning barcha pog`onalarida xo`jalik faoliyatining muvaffaqiyatlari boshqarish darajasidan, o`z vaqtida qabul qilingan boshqarish qarorlaridan ham to`g`ridan-to`g`ri bog`liq. To`g`ri boshqarish yechimini qabul qilish, uni ratsional va samaraliligini aniqlash faqat dastlabki iqtisodiy tahlil qilish asosidagina bajarish mumkin.

Iqtisodiy tahlil vazifalari yuqorida keltirilgan vazifalar bilan chegaralanmaydi. Xo`jalik vaziyatlarining ko`p qirraligi va ko`p variantligi, uni oldiga avtonom xarakterga ega bo`lgan ko`pgina vazifalarni qo`yadi. Ularni echish uchun umumiy va xususiy analitik usullardan foydalanish zarur.

### 1.3. Ekonometrik usullar

Xo`jalikni rivojlanish tajribasi ko`rsatadiki, iqtisodiyot fanining oldiga umuman va “Ekonometrik modellashtirish” fani oldiga xususan turli bosqichlarda yangi vazifalar qo`yilgan, ular avvalgi qo`yilgan vazifalarga e`tiborni oshirish bilan boshqa, zarur muammolar aksent bilan belgilanar edi. Bu jarayon tabiiyki, keyinchalik ham davom etib kelaveradi.

“Ekonometrik modellashtirish” fani matematika bilan bog`langanligi shu bilan aniqlanadiki, u yoki bu bilim sohasi miqdoriy munosabatlarni o`rganish xususiyatlariga egadir.

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, differensial va integral tenglamalar kiradi.

Iqtisodiy jarayonlarni 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 ekonometrikaning 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 etarli 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 sistemasi yechimiga asoslanadi, egri chiziqli korrelyatsiya - ikkinchi tartibli, uchinchi tartibli va  $n$  - tartibli parabolaga, giperbola tenglamalariga va boshqa turdagi egri chiziqli tenglamalarga 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 erda iqtisodiy nazariyaning ustunligi saqlanib turadi. Faqat iqtisodiy hodisaning dastlabki sifatli tahlili izlanish o`tkazilayotgan ko`rsatkichlarni aniq belgilash, asosiy va qo`shimcha omillarni tanlash, obyektiv mavjud munosabatlarning miqdoriy qiymatlarini aniqlash va anglab olish imkonini beradi.

Iqtisodiyotda ekonometrik molellashni 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 obyektiv ifodalashi mumkin.

Ekonometrik 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.

Ekonometrik modellarni yaratishda induksiya va deduksiya usullari birgalikda foydalanilsa, ular birmuncha 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 obyektiv mavjud iqtisodiy munosabatlar va qonuniyatlarni ifodalaydi.

Qo'llanilayotgan matematik usullar rivojlanib borayotgan bozor iqtisodiyotining talablariga mos ravishda shakllanayotgan iqtisodiyotning turli muammolarini to'g'ri va aniq echishga qaratilgan bo'lib boshqarish, rejalashtirish, tijorat, buxgalteriya hisobi va statistika hamda prognozlashda va boshqa ko'p yo'nalishlarda foydalanilmoqda. Matematik dasturlash va matematikaning boshqa usullarini ko'pgina iqtisodiy va injenerlik xarakterga ega bo'lgan masalalarni echishda foydalanish hisoblash texnikasi paydo bo'lishi bilan imkoniyat tug'ildi va samarali foydalanilmoqda. Murakkab iqtisodiy masalalarni zamonaviy hisoblash texnikasiz to'g'ri echishning imkoniyati yo'q. Shuning uchun zamonaviy kompyuter texnikasidan keng foydalanish zamon talabidir. Kompyuter texnikasi bugungi kunda matematika va statistika fanining mavjud barcha usullaridan foydalanish imkoniyatini beruvchi elektron jadvallar va dasturlar bilan ta'minlangan. Izlanuvchi iqtisodchilar, katta muvaffaqiyatlarni ko'zlagan tadbirkorlar va menejerlar o'z faoliyatlarida bu usullardan kengroq foydalanishlari uchun ularni chuqurroq o'rganishlari kerak.

#### **1.4. Ekonometrik modellashtirish bosqichlari**

Ekonometrik modellarni tuzish bir qancha bosqichlardan tashkil topadi.

Birinchi bosqich – spetsifikatsiyalash - iqtisodiy muammoni qo'yilishi – asosiy omillar guruhi tanlanadi, iqtisodiy ma'lumot 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 aloqalari, 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 koeffitsiyenti va determinatsiya koeffitsiyenti yordamida baholanadi;

- modelning ahamiyati approksimatsiya xatoligi va Fisher mezoni yordamida baholanadi;

- model parametrlarining ishonchliligi Styudent mezoni bo'yicha baholanadi;

- Darbin-Uotson mezoni yordamida "Eng kichik kvadratlar usuli" ning bajarilish shartlari tekshiriladi.

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

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

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

### **Nazorat savollari**

1. Fanning predmeti, maqsadi va vazifalari.
2. Fanning boshqa fanlar bilan aloqasi.
3. Obyektiv iqtisodiy qonunlar va subyektiv omillar.
4. Xo'jalik jarayoni va bozor iqtisodiyotini modellashtirish va tahlil qilish muammolari.
5. Fanni asosiy vazifalari va tahlil usullari.
6. Matematikani iqtisodiy tahlilga qo'shgan ulushi.

7. Dasturlash usullari va ularning imkoniyatlari.
8. Omilli tahlil va korrelyatsiya, regressiya tahlili.
9. Modellashtirishga induktiv va deduktiv yondashish.
10. Iqtisodiy bilimlar va matematika o`rtasidagi bog`lashishlarni rivojlanishi.

## II BOB. EKONOMETRIK MODELLAR

### 2.1. Ekonometrik model tushunchasi, uning tuzish tamoyillari va ekonometrik modellarning asosiy turlari

Asosiy ekonometrik usullarga quyidagi usullar kiradi:

1. Matematik statistika usullari. U quyidagi usullarga bo`linadi:

- a) dispersion tahlil;
- b) korrelyatsiya tahlili;
- v) regressiya tahlili;
- g) omilli tahlil;
- d) indekslar nazariyasi.

2. Ekonometrik usullar:

- a) iqtisodiy o`zgarish nazariyasi;
- b) ishlab chiqarish funksiyasi nazariyasi;
- v) talab va taklif tahlili.

Ekonometrik model – bu ehtimoliy-stoxastik modeldir. 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:

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

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

$(x_1, x_2, \dots, x_n)$  – ta'sir etuvchi, ekzogen ko`rsatkichlar.

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

Ekonometrik modellarni ko`yidagi turlarini ko`rsatish mumkin:

1. Xususiy statik model. Ayrim korxonalarining xususiy dinamik modeli makonda iqtisodiy ko`rsatkichlar ma'lum nuqtasi vaqtli harakatini makonda mazkur



obyektning ishlab chiqarish omillari bilan bogʻlaydi. Bunday model koʻpchilik hollarda korxonalar ichki tahlili, normallashtirish va boshqarish uchun qoʻllaniladi.

2. Xususiy dinamik model. Xususiy dinamik model iqtisodiy koʻrsatkichlari xususiy fazoviy modeli korxonalar iqtisodiy koʻrsatkichlarining fazodagi turli holatini tushuntiradi. Odatda bu model korxonalar (sexlar) darajasi uchun tuziladi hamda yanada yuqoriroq darajada (vazirlikda) analitik maqsadlar uchun foydalaniladi.

3. Umumiy dinamik model. Obyektlar majmui iqtisodiy koʻrsatkichlar nazariyasining umumiy dinamik modellari ixtiyoriy oʻzgaruvchan iqtisodiy koʻrsatkichlarga ishlab chiqarish omillarining taʼsirini baholaydi. Mazkur modellardan oʻrganilayotgan obyektlar guruhini tahlil va prognoz qilish hamda qarorlar qabul qilishda foydalaniladi.

Iqtisodiy jarayonlar tarkibini ekonometrik modellashtirishda quyidagilarga eʼtibor berish kerak:

- a) tuzilmani baholash va ularning qismlarini oʻzaro taqqoslash;
- b) bir xil turdagi turli tuzilmalarni taqqoslash;
- c) amaldagi tarkibni normallashtirilgan tuzilma bilan taqqoslash va chetlanish sabablarini aniqlash;
- d) mazkur tuzilmaning eng muvofiq ekanligini baholash;
- e) makon va vaqtning konkret sharoiti uchun eng qulay tuzilmani loyihalash.

Hodisalar oʻrtasidagi bogʻlanishni ifoda etuvchi statistik modellarni tuzish vaqtida korrelyatsion va regrescion tahlil usuliga katta eʼtibor beriladi. Mazkur usullar turli statistik mezonlar yordamida oʻrganilayotgan koʻrsatkichga har bir omilning taʼsir darajasini aniqlash va baholash imkonini beradi. Agar tuzilgan model real tizimni toʻgʻri tavsiflasa, bu holda u bir tomondan modellashtirilayotgan obyekt koʻrsatkichlar miqdor xarakteristikasini, ular dinamikasining oʻzgarishini aniqlaydi, ikkinchi tomondan, jarayonni maqsadga muvofiq boshqarish imkonini beradi. Agar oʻrganilayotgan tizimning tavsiflanayotgan holatlar omili guruhidan boshqarish omillari ajratilsa, shu omillarga faol taʼsir etish jarayonini boshqarish va qoʻyilgan maqsadga erishish boʻyicha asoslangan qarorlar qabul qilish imkonini beradi.

## 2.2. Chiziqli va chiziqli ko`rinishga keltiriladigan ekonometrik funksiyalar

Korxonaning xo`jalik faoliyatini ifodalovchi iqtisodiy ko`rsatkichlarni tahlil qilish uchun pirovard omilli model tuzish yoki modellashtirish formal hamda evristik yo`l bilan, ushbu natijaviy ko`rsatkichda ifodalangan iqtisodiy hodisani mohiyatini sifatli tahlil qilish asosida amalga oshirilish. Omilli model modellashtirish omilli tizim elementlari bo`lgan omillarni tanlashda quyidagi iqtisodiy mezonlarga asoslanadi: sababliligi, etarlicha o`ziga xosligi, mustaqil mavjudligi, hisob-kitob imkoniyatlari. Umuman olganda omilli tizimga kiritilgan omillar miqdoriy o`lchanadigan bo`lishi kerak.

Omilli tizimlarni determinallashgan modellashtirishda xo`jalik faoliyati tahlil qilishda ko`plab uchraydigan, katta bo`lmagan pirovard omillar modelini ajratish mumkin:

1) additiv modellar

$$y = \sum_{i=1}^n x_i = x_1 + x_2 + \dots + x_n;$$

2) multiplikativ modellar

$$y = \prod_{i=1}^n x_i = x_1 x_2 \dots x_n;$$

3) karrali (nisbatli) modellar

$$y = \frac{x_1}{x_2}; \dots y = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{x_{i+1}}; \dots y = \frac{x_1}{\sum_{i=1}^n x_i}; \dots y = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{\sum_{i=1}^m x_i};$$

bunda  $y$  – natijaviy ko`rsatkich (dastlabki omilli tizim);  $x_i$  – omillar (omilli ko`rsatkichlar).

Determinallashgan omilli tizimlarda qo`llanadigan asosiy modellashtirish usullari quyidagilarga farqlanadi:

1. Omilli model uzaytirish usuli. Dastlabki omilli tizim  $y = \frac{a_1}{a_2}$  berilgan bo`lsin.

Agar  $a_1$  – alohida qo`shiluvchi omillar ko`rinishida ifodalansa  $a_1 = a_{11} + a_{12} + \dots + a_{1m}$ ,

unda  $y = \frac{a_{11}}{a_2} + \frac{a_{12}}{a_2} + \dots + \frac{a_{1m}}{a_2}$ , ya'ni  $y = \sum_{i=1}^n a_i$  ko`rinishidagi pirovard omilli tizim hosil bo`ladi.

2. Omilli modelni kengaytirish usuli. Dastlabki omilli tizim  $y = \frac{a_1}{a_2}$  bo`lsin.

Agar kasrni surat va maxrajini bir songa ko`paytirish bilan kengaytirilsa, unda yangi omilli tizim hosil bo`ladi va

$$y = \frac{a_1 b c d e}{a_2 b c d e} = \frac{a_1}{b} \frac{b}{c} \frac{c}{d} \frac{d}{e} \frac{e}{a_2} \dots, y = \sum_{i=1}^n x_i$$

ko`rinishidagi yangi multiplikativ model kelib chiqadi.

3. Omilli modelni qisqartirish usuli. Agarda kasrni surat va maxrajini bir xildagi songa bo`linsa, unda yangi omilli tizim hosil bo`ladi (bunda, tabiiyki, omillarni ajratish qoidasi bajarilishi shart).

$$y = \frac{\frac{a_1}{b}}{\frac{a_2}{b}} = \frac{a_{11}}{a_{12}},$$

bu holda pirovard omilli tizim  $y = \frac{x_1}{x_2}$  ko`rinishida bo`ladi.

Shunday qilib, o`rganilayotgan xo`jalik faoliyati ko`rsatkichini darajasini murakkab shakllanish jarayoni turli usullar bilan uni tashkil qiluvchilarga (omillarga) ajratilishi va determinallashtirilgan omilli tizim ko`rinishiga keltirilishi mumkin.

Masalan, ishlab chiqarilayotgan mahsulot hajmi uchun quyidagi determinallashtirilgan omilli tizimlardan foydalanish mumkin:

Statikada (a)

Dinamikada (b)

1a.  $y = x_1 x_2$

1b.  $I_y = i_1 i_2$

2a.  $y = x_1 x_3 x_4$

2b.  $I_y = i_1 i_3 i_4$

3a.  $y = x_1 x_3 x_5 x_6 x_7$

3b.  $I_y = i_1 i_3 i_5 i_6 i_7$

bunda  $y$  – mahsulot hajmi;

$x_1$  – ishchilar soni;

$x_2$  – tahlil davrida ishchilarning mehnat unumdorligi;

- $x_3$  – ishlayotganlar tarkibida ishchilar ulushi;
- $x_4$  – tahlil davrida bir ishchining mehnat unumdorligi;
- $x_5$  – ish kunlaridan foydalanish koeffitsiyenti;
- $x_6$  – ishchi soatlaridan foydalanish koeffitsiyenti;
- $x_7$  – mahsulot hajmini o`zgarishining umumiy koeffitsiyenti.

Keltirilgan 1-3 modellar omillarning mahsulot hajmini umumlashtiruvchi ko`rsatkichi sifatida o`zgarishiga ta'sirini ketma-ket detallashtirilgan jarayonni ifodalaydi. Xuddi shuningdek, modellar xo`jalik faoliyatining boshqa ko`rsatkichlari uchun ham tuzilishi mumkin.

Omili model determinallashtirilgan modellashtirish asosida iqtisodiy ko`rsatkichlarni dastlabki formulasini uni boshqa ko`rsatkichlar bilan nazariy taxmin qilinayotgan to`g`ri aloqalarni o`zgarmagan holda qayta qurish imkoniyati borligi yotadi. Omili model determinallashtirilgan modellashtirish – bu iqtisodiy ko`rsatkichlarning bog`lanishlarini shakllantirishning sodda va samarali vositasidir; u alohida omillarning umumlashgan ko`rsatkichni o`zgarish dinamikasidagi rolini (o`rnini) miqdoriy baholash uchun asos bo`lib xizmat qiladi.

Omili tizimlarni determinallashtirilgan modellashtirish to`g`ri aloqalar kengligi uzunligi bilan cheklangan. Xo`jalik faoliyatining u yoki bu ko`rsatkichini to`g`ri aloqalari tabiati haqida bilim etarlicha bo`lmaganida obyektiv haqiqatni bilish uchun ko`rsatkichlarning miqdoriy o`zgarish kengligini faqat ommaviy empirik ma'lumotlarni stoxastik tahlil qilish orqali aniqlash mumkin.

### **2.3. Ishlab chiqarish funksiyasi, uning turlari va xususiyatlari**

Ishlab chiqarish funksiyalarning umumiy xossalari.

Ishlab chiqarish funksiyasining umumiy shakli quyidagicha:

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

bunda:  $Y$  - mahsulot chiqarish xajmi;

$x_1, x_2, \dots, x_n$  - ishlab chiqarish omillari;

$\varepsilon$  - tasodifiy miqdorlar.

Qo`shimcha mahsulot umumiy mahsulotga ishlab chiqarish resurslarining har bir keyingi birligi tomonidan qo`shilgan miqdorni xarakterlaydi.  $X_i$  resursi uchun qo`shimcha mahsulotlar (ishlab chiqarish sirti og`ish burchagining tangensi yoki xarajatlar - chiqarishning egri chizig`i) quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\frac{\partial Y}{\partial x_i} = f'_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

$i$  va  $j$  resurslar almashinuvining chekli normasi quyidagicha aniqlanadi:

$$\frac{\partial x_i}{\partial x_j} = \frac{f'_{x_i}(x_1, x_2, \dots, x_n)}{f'_{x_j}(x_1, x_2, \dots, x_n)}$$

Bunday tenglamalar izokvanta tenglamalari (xarajat kombinatsiyalari turlicha bo`lganda bir xil darajadagi xarajatlar) deyilib, ishlab chiqarish darajasidan bir resurs xarajatini boshqa resursning chiqarish va xarajat darajasi funksiyasi tarzida ifodalash yo`li bilan keltirib chiqariladi, ya'ni:

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

bunda  $f''$  funksional.

Izoklinallar tenglamasi mahsulot chiqishining ortishi uchun xarajatlar kombinatsiyasidagi o`zgarishlarning yo`nalishini ko`rsatadi:

$$\frac{\partial x_i}{\partial x_j} = -k$$

bunda  $k$  - qayd qilingan miqdor.

Amaliy hisob-kitoblar resurslarning optimal kombinatsiyalarini topish uchun eng chekli samaradorliklar nisbati ular narxining nisbati bilan qiyoslanadi, shuning uchun  $k$  qo`llanayotgan resurslar narxining nisbatini ifodalaydi.

Qaror qabul qilish bo`yicha tavsiyalar ishlab chiqishga taalluqli amaliy xarakterdagi tadqiqotlarda tadqiqotchi yuqorida ko`rsatilgan iqtisodiy ko`rsatkichlar asosida qo`llanilayotgan resurslarning optimal miqdori va strukturasi aniqlashi lozim. Ishlab chiqarish funksiyalari, shuningdek resurslarni tumanlar yoki ishlab chiqarish tarmoqlari o`rtasida taqsimlashda ham qo`llanilishi mumkin. Cheklangan resurslarni (masalan, o`g`it, kapital qo`yilmalar va x.k.) tarmoqlar yoki xo`jaliklar

o`rtasida taqsimlashda Lagranj ko`paytuvchilaridan foydalanib, ishlab chiqarishning regression tenglamalari sistemasi tuziladi.

Ishlab chiqarish funksiyalarining apparati matematikaning boshqa metodlaridan farq qilib, ba'zi afzalliklarga ega: funksiya va argument o`rtasidagi aloqalar aniqroq bayon qilinadi; har bir resurs sarfining samaradorligi, shuningdek uning funksiyaga absolyut va nisbatan "shaffof" ta'siri ko`rsatiladi.

Ishlab chiqarish funksiyasining turlari. Ishlab chiqarish funksiyasining afzal turini tanlash ham murakkab masaladir. Ishlab chiqarish funksiyasining turi iqtisodiy jarayonlar xarakteriga ko`ra o`zgaradi. So`nggi muammoning murakkabligi ishlab chiqarish funksiyalarining konkret turlarini o`rganishni talab qiladi.

Iqtisodiy faoliyatning yakuniy ko`rsatkichi (yalpi milliy mahsulot, tarmoqning yalpi mahsuloti yoki sof milliy daromad) foydalanilayotgan resurslar massasiga bog`liq bo`lib, bunday bog`liqlik agregatsiyalangan ishlab chiqarish funksiyasi yordamida tasvirlanishi mumkin  $P = P(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , bunda  $P$  - funksiya iqtisodiy faoliyat natijasi;  $x_i$  - ishlab chiqarishda foydalanilgan  $i$ - resursining hajmi,  $i \in Q$ .

Ishlab chiqarish funksiyasi uzluksiz va differensiyalanadi deb tushuniladi. Funksiyalarning o`shishi iqtisodiy omillarning o`shishiga bog`liq:

$$\delta_p = \sum_{i=1}^n \varphi_i \delta_i, \quad \varphi_i = \varphi_i(x)$$

bunda  $\varphi_i$  - funksiyaning  $i$ - resursi bo`yicha elastiklik koeffitsiyentidir. Ya'ni,

$$\varphi_i = \frac{\partial P}{\partial x_i} \cdot \frac{x_i}{P}$$

Milliy iqtisodiyotning ishlab chiqarish imkoniyatlari vaqtning berilgan har bir momentida ikki guruh omillar, ya'ni ishlab chiqarishning turli resurslar sarflari va mahsulot ishlab chiqarish o`rtasidagi bog`liqlikda ifodalanuvchi texnologik sharoitlar bilan aniqlanadi.

Ishlab chiqarishning takror ishlab chiqariladigan vositalari ayni vaqtda ham mahsulotlar va ham resurslar hisoblanadi. Shuning uchun barcha turdagi resurslarni ikki kichik to`plamga ajratish mumkin.

$Q_1$  - takror ishlab chiqariladigan resurslar  $i_1 \in Q_1$ ;

$Q_2$  - takror ishlab chiqarilmaydigan resurslar  $i_2 \in Q_2$ .

Umumiy ishlab chiqarish funksiyasi - bu ishlab chiqarish doirasining ichki ekstremal xususiyatlarga ega bo'lgan o'ziga xos moddiylik modelidir.

Ishlab chiqarish funksiyalari  $P = P(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , mahsulot chiqarishning barcha resurslar sarfiga bog'liq maksimal mumkin bo'lgan hajmini ifodalaydi.

Ishlab chiqarish funksiyalarining ikki asosiy tipi: bir-birining o'rnini bosuvchi resursli ishlab chiqarish funksiyalari hamda bir-birini to'ldiruvchi resursli ishlab chiqarish funksiyalari tiplari mavjud.

Ishlab chiqarish funksiyalari ham statistik va optimizatsion holatlarda tuzilishi mumkin. Birinchi metodning mohiyati shundaki, unda ishlab chiqarish funksiyalari sarflar va mahsulot chiqarish nisbatlari haqidagi kuzatishlarga qayta ishlov berish asosida tuziladi. Ikkinchi holatda esa funksiyalarning turi va parametrlari optimizatsion vazifalarning o'zgaruvchi parametrlardagi yechimini umumlashtirish natijasida aniqlanadi.

Ekonometrik modellashtirishda Kobba-Duglas darajali ishlab chiqarish funksiyasini qo'llanishi.

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

$$y = \gamma K^\alpha L^\beta,$$

bunda  $K$  - ishlab chiqarish fondlarining hajmi;  $L$  - mehnat sarflari;  $\gamma$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$  - hisoblanadigan parametrlar.

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

$$\frac{\partial y}{\partial K} = \gamma \alpha K^{\alpha-1} L^\beta$$

mehnat uchun

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

Eyler teoremasidan foydalangan holda yalpi mahsulotni faktorlar “ulushiga” ajratish mumkin,

$$y = \frac{\partial y}{\partial K} \cdot K + \frac{\partial y}{\partial L} \cdot L.$$

$\alpha$  va  $\beta$  parametrlar asosiy ishlab chiqarish fondlari va mehnatga nisbatan ishlab chiqarish hajmining elastiklik koeffitsiyenti hisoblanadi:

$$\alpha = \frac{\partial y}{y} : \frac{\partial K}{K}; \quad \beta = \frac{\partial y}{y} : \frac{\partial L}{L}$$

Ishlab chiqarish funksiyasini ko`rib chiqishda paydo bo`ladigan nisbatdagi muhim muammo ishlab chiqarish omillari samaradorligini ishlab chiqarish ko`lami va uning konsentratsiyasiga bog`liq holda o`zgarishidir. Real voqelikda bunday bo`lishi mumkin va uning uch varianti mavjud. Ishlab chiqarish ko`lamlari kengayishi bilan samaradorlik o`shishi, o`zgarishsiz qolishi va pasayishi mumkin.

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

Milliy iqtisodiyot barqaror o`shishini modellashtirishda ishlab chiqarish funksiyasining bu normasidan ko`pincha ishlab chiqarish hajmi va ishlab chiqarish omillari sarfi o`rtasidagi bog`liqlikni aniqlash, ularning pirovard natijalariga ta'siri darajasi va kuchini ifodalash, resurslar bir-birining o`rnini bosishi hamda bir-birining o`rnini to`ldirishi borasidagi turli kombinatsiyalarning iqtisodiy samaradorligini o`rganish uchun foydalaniladi. Ba'zi modifikatsiyalarda bunday xildagi ishlab chiqarish funksiyalari texnika taraqqiyotining sur'at va turlarini baholash, iqtisodiyot o`shishining balanslangan variantlarini tuzish imkonini beradi.

Iqtisodiy o`shishni tadqiq qilish quyidagi ajraladigan statistik ikki omilli ishlab chiqarish funksiyasi



$$Y(t) = \delta \{K^\alpha(t), L^\beta(t)\} \Phi^\pi U(t)$$

va uning modifikatsiya qilingan dinamik varianti

$$Y(t) = \delta F[\{\alpha(t); L^\beta(t)K(t)\}U(t)]$$

dan boshlanadi, ya'ni buni

$$Y(t) = Y_0(0) \left(\frac{K_t}{K_0}\right)^\alpha \cdot \left(\frac{L_t}{L_0}\right)^\beta$$

ko`rinishda ham ifodalash mumkin.

Ilmiy-texnika taraqqiyotida iqtisodiy o`shishning asosiy tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{\dot{y}_t}{y_t} = \alpha \frac{\dot{K}_t}{K_t} + \beta \frac{\dot{L}_t}{L_t} + \gamma \frac{\dot{N}_t}{N_t} + \pi,$$

bunda:  $\dot{K}$  - pirovard mahsulotdagi ishlab chiqarish qo`yilmalarining hissasi;

$\dot{N}_t - N_t$  tabiiy resurslarning o`shishi va darjasi;

$\pi$  - texnika taraqqiyotining yillik o`shish sur'ati bo`lib, u ishlab chiqarish omillari o`zgarmagan taqdirda ham mavjud bo`ladi.

Har bir omil bo`yicha xususiy hosila funksiyasi - chekli samaradorlikni yoki ishlab chiqarish resurslarining bir birligidan milliy iqtisodiyotga qaytimini ifodalaydi. Takror ishlab chiqarish, shuningdek resurs birligiga hisoblangan xarajatlar ma'lum bo`lsa, resurslarni qo`llanish samaradorligini hisoblab chiqish mumkin bo`ladi, Bunday holda ishlab chiqarish fondlarining ularni takror ishlab chiqarish ehtiyojlaridan ortiqcha hissasi quyidagi tafovutda ifodalanadi:

$$\alpha > a$$

bo`lganda,

$$\alpha \frac{y_t}{K_t} - a \frac{y_t}{K_t} = (\alpha - a) \frac{y_t}{K_t}$$

bo`ladi.

Jonli mehnat omilli unumdorligining hissasi ham xuddi shunga o`xshash  $(\beta - b) \frac{y_t}{K_t}$  ko`rinishida bo`ladi; bunda  $b$  - mehnat resurslarining kengaytirilgan takror ishlab chiqarish bo`yicha ishlab chiqarish xarajatlari hissasi.

## Nazorat savollari

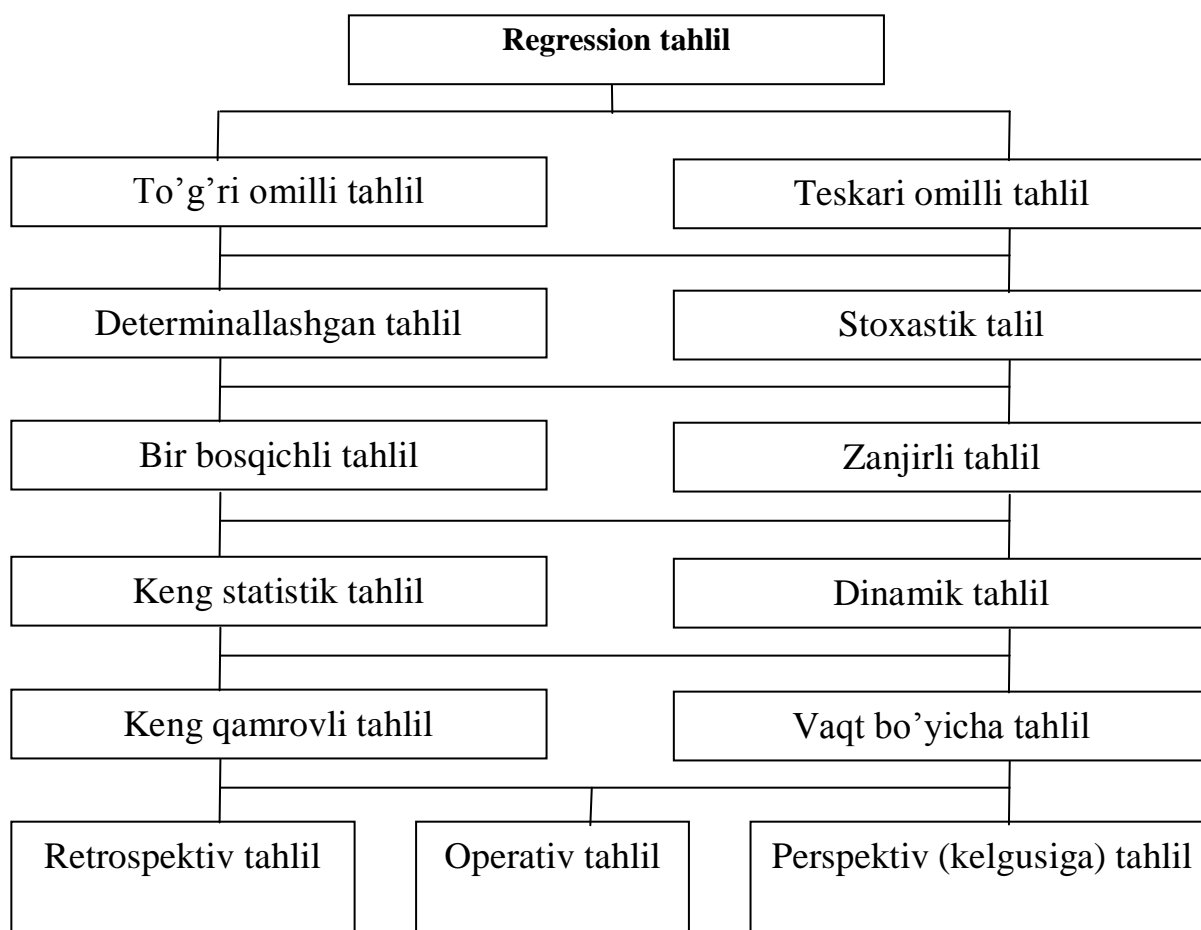
1. “Ekonometrika modellashtirish” fanida statistik usullar qachon qo`llaniladi?
2. Korrelyatsiya tahlilining mohiyati nimadan iborat?
3. Regressiya tahlilining mazmunini tushuntirib bering.
4. Dispersiya tahlili nimaga asoslanadi?
5. Omilli tahlil qachon qo`llaniladi?
6. Statistik modellashtirish usulining mohiyatini tushuntirib bering.
7. Bog`lanish zichligi deganda nimani tushunasiz?
8. Bog`liq va bog`liq bo`lmagan o`zgaruvchi deb nimaga aytiladi?
9. Ko`plik korrelyatsiyasi nimani bildiradi?
10. Analitik forma nimani bildiradi?

### III BOB. KO'P OMILLI CHIZIQLI MODEL

#### 3.1. Statistik bog'liqliklarni tanlash. Chiziqli va chiziqli ko'rinishga keltiriladigan funksiyalar

Regression tahlil – bu eng avvalo keng ma'noda omilli tahlildir. Iqtisodiy omilli tahlil deb, dastlabki omillar tizimidan (natijaviy ko'rsatkich) pirovard omillar tizimiga o'tish, natijaviy ko'rsatkichning o'zgarishiga ta'sir o'tkazuvchi to'g'ri miqdoriy o'lchanadigan omillarning to'liq to'plamini o'rganib ochib berish tushuniladi.

Quyidagi 3.1-rasmda korxonada faoliyati omilli tahlil masalalarining matematik usullaridan foydalanish nuqtai nazaridan taxminiy tavsifi keltirilgan.



3.1-rasm. Regression tahlilning masalalar tavsifining umumlashgan sxemasi

To`g`ri omilli tahlilda natijaviy ko`rsatkich yoki jarayonning o`zgarishiga ta'sir etuvchi alohida omillar aniqlanadi, natijaviy ko`rsatkich va aniqlangan omillar to`plami o`rtasidagi determinallashgan yoki stoxastik bog`lanishlar shakli (ko`rinishi) aniqlanadi va nihoyat, alohida omillarning natijaviy iqtisodiy ko`rsatkichni o`zgarishidagi o`rni belgilanadi.

To`g`ri omilli tahlil masalalarini qo`yilishi determinallashgan va stoxastik hollarga ham tarqaladi. Buni quyidagi ifodada keltiramiz.

Qandaydir  $y = f(x_i)$  funksiya natijaviy ko`rsatkich yoki jarayonning o`zgarishini xarakterlaydigan bo`lsin;  $x_1, x_2, \dots, x_n$  - funksiya  $f(x_i)$  bog`liq bo`lgan omillardir. O`rganilayotgan ko`rsatkich  $y$  ni  $x_1, x_2, \dots, x_n$  omillar to`plami bilan funksional determinallashgan bog`lanish shakli  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  ko`rinishida beriladi. Tahlil qilish davrida  $y$  ko`rsatkich ( $\Delta y$ ) ortirma olgan bo`lsin.  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  funksiyaning miqdoriy ortishini qaysi qismi har bir argumentning qanday ortishiga to`g`ri kelishini aniqlash talab qilinadi. Bunday tarzda shakllangan masala to`g`ri determinallashgan omilli tahlil masalasining qo`yilishining o`zidir.

To`g`ri determinallashgan omilli tahlilga misol bo`lib quyidagilar hisoblanadi: ishlab chiqarilgan mahsulot hajmiga mehnat unumdorligi va ishchilar soni ta'sirining tahlili ( $y$  - mahsulot hajmi;  $x, z$  - omillarni funksional bog`lanish shakli berilgan  $y = x \cdot z$ ); foyda miqdorini asosiy ishlab chiqarish fondlari va me'yorlashtirilgan aylanma vositalarini rentabellik darajasiga ta'sirini tahlili ( $y$  - rentabellik darajasi;  $x, z, v$  - mos keluvchi omillar; berilgan funksional bog`lanish shakli  $y = \frac{x}{z + v}$  ko`rinishiga ega).

To`g`ri determinallashgan omilli tahlil masalalari xo`jalik faoliyatini tahlilida eng keng tarqalgan masalalar guruhidir.

Analitik ifodalarning ko`rinishiga qarab bog`lanishlar to`g`ri chiziqli (yoki umuman chiziqli) va egri chiziqli (yoki chiziqsiz) bo`ladi. Agar bog`lanishning tenglamasida omil belgilar ( $X_1, X_2, \dots, X_K$ ) faqat birinchi daraja bilan ishtirok etib, ularning yuqori darajalari va aralash ko`paytmalari qatnashmasa, ya'ni  $y_x = a_0 + \sum_{i=1}^K a_i X_i$

ko`rinishda bo`lsa, chiziqli bog`lanish yoki xususiy holda, omil bitta bo`lganda  $y = a_0 + a_1x$  to`g`ri chiziqli bog`lanish deyiladi.

Ifodasi to`g`ri chiziqli (yoki chiziqli) tenglama bo`lmagan bog`lanish egri chiziqli (yoki chiziqsiz) bog`lanish deb ataladi. Xususan,

- parabola

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2$$

yoki

$$y_x = a_0 + \sum_{i=1}^K a_i x_i + \sum_{i=1}^K b_i x_i^n, \quad n = \overline{1, \dots, s}$$

- giperbola

$$y_x = a_0 + \frac{a_1}{x},$$

yoki

$$y = a_0 + \sum_{i=1}^K \frac{a_i}{x_i};$$

- darajali

$$y_x = a_0 x^a,$$

yoki

$$y_x = a \prod_{i=1}^K x_i^{a_i}$$

va boshqa ko`rinishlarda ifodalanadigan bog`lanishlar egri chiziqli (yoki chiziqsiz) bog`lanishga misol bo`la oladi.

Statistikada o`zaro bog`lanishlarni o`rganish uchun maxsus usullardan foydalaniladi. Xususan, funksional bog`lanishlarni tekshirish uchun balans va indeks usullari, korrelyatsion bog`lanishlarni o`rganish uchun esa parallel qatorlar, analitik guruhlash, dispersion tahlil hamda regression va korrelyatsion tahlil usullari keng qo`llaniladi.

Ekonometrik modellashtirishda regression tahlil usullarini qo`llash yo`nalishlari. Iqtisodiy tahlilda ko`rsatkichni detallashtirishga keltirish, uni tashkil etuvchi qismlarga ajratish masalalaridan tashqari bir guruh masalalar mavjudki, unda

qator iqtisodiy xarakteristikalarini kompleksga bog`lash talab qilinadi. Bu esa o`zida barcha ko`rib chiqilayotgan iqtisodiy ko`rsatkichlar – argumentlarning asosiy sifatini mujassam qilgan funksiya tuzishni, ya`ni sintez masalasi tuziladi. Bu holda teskari masala qo`yiladi (to`g`ri omilli tahlil masalasiga nisbatan) – bir qator ko`rsatkichlarni kompleksga birlashtirish masalasi tuziladi.

Qandaydir iqtisodiy jarayonni ( $L$ ) xarakterlovchi ko`rsatkichlar  $x_1, x_2, \dots, x_n$  to`plami mavjud bo`lsin. Ko`rsatkichlarning har biri  $L$  jarayonni bir tomonlama xarakterlaydi. O`zida barcha ko`rsatkichlarning  $x_1, x_2, \dots, x_n$  asosiy xarakteristikalarini yoki ba`zi birlarini kompleksda ifodalagan  $L$  jarayonning o`zgarish funksiyasini  $f(x_i)$  tuzish talab qilinadi. Izlanish maqsadidan kelib chiqqan holda  $f(x_i)$  funksiya jarayonni statika va dinamikada xarakterlab berishi kerak. Masalani bunday qo`yilishi omilli tahlilning teskari masalasi deyiladi.

Teskari omilli tahlil masalalari determinallashtirish va stoxastik bo`lishi mumkin. Teskari determinallashtirish omilli tahlil masalalariga misol bo`lib ishlab chiqarish faoliyatini kompleks baholash masalasi hamda matematik dasturlash masalalari, buni ichida chiziqli dasturlash masalalari ham hisoblanadi. Teskari stoxastik omilli tahlil masalasiga misol bo`lib, ishlab chiqarish funksiyasi xizmat qilishi mumkin, uning bilan mahsulot ishlab chiqarish miqdori va ishlab chiqarish omillari xarajatlari o`rtasidagi bog`lanish o`rganiladi.

Iqtisodiy ko`rsatkichlarni yoki jarayonlarni to`liq, detallashtirish holda o`rganish uchun faqat bir bosqichli tahlilni emas, balki statikada va dinamikada zanjirli omilli tahlil ham o`tkazish zarur.

Faraz qilaylik, iqtisodiy ko`rsatkich  $y$  va unga ta`sir etuvchi omillar  $x_1, x_2, \dots, x_n$  o`rganilsin. Izlanish maqsadidan kelib chiqqan holda  $y$  ko`rsatkichning o`zgarish xatti-harakati omilli tahlil usullarining biri bilan tahlil qilinadi. Agar  $x_1, x_2, \dots, x_n$  bir muncha oldinroqdagi birlamchi omillarning funksiyasi bo`lsa, unda  $y$  - tahlil qilish uchun  $x_1, x_2, \dots, x_n$  omillarning o`zgarishini tushuntirib berishi kerak bo`lsin. Buning uchun keyingi detallashtirish olib boriladi:

$$x_1 = l_1(z_1, z_2, \dots, z_n);$$

$$x_2 = l_2(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n);$$

.....

$$x_n = l_n(P_1, P_2, \dots, P_n).$$

Omillarni detallashtirish yanada davom ettirilishi mumkin. Uni tamomlab natijaviy ko'rsatkich  $y$  xarakteristikasi uchun izlanish natijalarini sintez qilib, omilli tahlilning teskari masalasi echiladi. Bunday izlanish usuli zanjirli statika omilli tahlil usuli deb ataladi.

Zanjirli dinamik omilli tahlil usulini qo'llaganda natijaviy ko'rsatkichning o'zgarishini to'liq o'rganish uchun uning statika qiymatlari etarli emasdir; ko'rsatkichni omilli tahlili shu ko'rsatkich o'rganilayotgan davrni turli intervallarga bo'lingan vaqt oralig'ida o'rganiladi.

Iqtisodiy omilli tahlil xo'jalik faoliyati natijalarini shakllantiruvchi turli manbalarga tegishli, keng qamrovli yoki turli vaqtlarga tegishli omillarning ta'sirini aniqlashga qaratilgan bo'lishi mumkin.

Xo'jalik faoliyati ko'rsatkichlarining dinamik (vaqtli) qatorlarining tahlili, qator darajasini uni tashkil etuvchilarga ajratish (rivojlanishning asosiy chizig'ini – trendni mavsumiy yoki davriy tashkil qiluvchilarni, takroriy ishlab chiqarish bilan bog'liq siklik tashkil qiluvchilarni, tasodifiy tashkil qiluvchilarni) – vaqtli omilli tahlil masalasidir.

Omilli tahlil masalalarini tavsiflash ko'pgina iqtisodiy masalalarni qo'yilishini tartibga keltiradi, ularni echilishini umumiy qonuniyatlarini aniqlash imkoniyatlarini beradi. Murakkab iqtisodiy jarayonlarni izlanishda agar ular ko'rsatilgan tavsifning qaysi bir turiga butunlay mos kelmasa, bunday masalani qo'yilishida turli kombinatsiyalar tuzish imkoniyati mavjud bo'ladi.

### **3.2. Chetlanishlar kvadratini minimallashtirish, eng kichik kvadratlar usuli formulalarini keltirib chiqarish**

Eng kichik kvadratlar usulini hisoblash metodikasi. Mezon - haqiqiy miqdorlarning tekislangan miqdorlardan farqining kvadratlari yig'indisi eng kam bo'lishi zarur.

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

Misol:  $Y_t = a_0 + a_1 t$

Qiymat  $\sum (Y - \bar{Y}_t)^2$  bo'lishi uchun birinchi darajali hosilalar nolga teng bo'lishi kerak.

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

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

Normal tenglamalar tizimi.

$$S = \sum (Y - \bar{Y}_t)^2.$$

Demak,

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

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

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

.....

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

Chiziqli funksiya bo'yicha tekislanganda

$$\bar{Y} = a_0 + a_1 X$$

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

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

bundan

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

$$\begin{cases} n \cdot a_0 + a_1 \sum X = \sum y \\ a_0 \sum X + a_1 \sum X^2 = \sum y \cdot X \end{cases}.$$



### **3.3. Regressiyaning chiziqsiz modellari. Gauss-Markov teoremasining asosiy qoidalari**

Stoxastik tahlil bilvosita aloqalarni o`rganishga yo`naltirilgan, ya'ni ta'siri to`g`ri bo`lmagan, boshqalar orqali ta'sir etadigan (uzluksiz zanjir bo`yicha to`g`ri aloqalarni aniqlash imkoni bo`lmaganida) omillarni aniqlashga qaratilgan. Bundan determinallashgan va stoxastik tahlil o`rtasidagi munosabat (nisbat) haqida muhim xulosa kelib chiqadi: to`g`ri bog`lanishlarni birinchi navbatda o`rganish kerakligi uchun, stoxastik tahlil yordamchi xarakter kasb etadi. Stoxastik tahlil omillar bo`yicha determinallashgan model tuzib bo`lmaganida, ularni chuqur determinallashgan tahlilni o`rganish quroli sifatida foydalaniladi.

Xo`jalik faoliyatining ba'zi bir tomonlarini o`zaro bog`lanishlarini omilli tahlilining stoxastik modellashtirish xo`jalik faoliyati omillari va natijalarining miqdoriy xarakteristikalarini - iqtisodiy ko`rsatkichlarning qiymatlarini tebranish qonuniyatlarini umumlashtirishga tayanadi. Bog`lanishlarning miqdoriy parametrlari xo`jalik obyektlari to`plami yoki davrlarida o`rganilayotgan ko`rsatkichlarning qiymatlarini qiyoslash (solishtirish) asosida aniqlanadi. Shunday qilib, stoxastik modellashtirishning birinchi asosi bo`lib, kuzatishlar to`plamini tashkil eta olish, ya'ni bir hodisa parametrini turli sharoitlarda qaytadan o`lchash imkoniyatlari hisoblanadi.

Determinallashgan omilli tahlilda o`rganilayotgan obyektning modeli xo`jalik obyektlari va davrlari bo`yicha o`zgarmaydi (chunki, mos keluvchi asosiy kategoriyalarning nisbati barqarordir). Alohida xo`jaliklar yoki bir xo`jalikni turli, alohida davrlardagi faoliyatlari natijalarini qiyoslash zaruriyati tug`ilganida model asosida aniqlangan miqdoriy analitik natijalarni qiyoslash haqida savol tug`ilishi mumkin. Stoxastik tahlilda modelning o`zi empirik ma'lumotlar to`plami asosida tuzilgani uchun, haqiqiy modelni hosil qilishning asosi bo`lib barcha dastlabki kuzatishlar bo`yicha bog`lanishlarning miqdoriy xarakteristikalarini mos kelishi hisoblanadi. Bundan kelib chiqadiki, ko`rsatkichlarning qiymatini o`zgarishi hodisalarni bir xildagi aniqlik chegarasida amalga oshishi kerak, ularning

xarakteristikalari bo`lib, modellashtirilayotgan iqtisodiy ko`rsatkichlar hisoblanadi (o`zgarish chegarasida ifodalanayotgan hodisaning xarakterida sifatning keskin o`zgarishi (sakrashi) ro`y bermasligi kerak). Shunday ekan, bog`lanishlarni modellashtirishda stoxastik yondashishning qo`llanishini ikkinchi asosi bo`lib, to`plamni sifatli, bir jinsliligi hisoblanadi.

Iqtisodiy ko`rsatkichlarning o`rganilayotgan qonuniyatlari (modellashtirilayotgan bog`lanish) yashirin tarzda namoyon bo`ladi. O`rganish, izlanish nuqtai nazardan bu ko`rsatkichning tasodifiy o`zgarishi va kovariatsiya komponentalari bilan aralashib ketadi. Katta sonlar qonuni bo`yicha faqat katta to`plamda bog`lanish qonuniyatlari o`zgarish yo`nalishlariga tasodifiy mos kelishidan kuchliroq namoyon bo`ladi (tasodifiy kovariatsiya). Bundan statistik tahlilning uchinchi asosi kelib chiqadi – o`rganilayotgan qonuniyatlarni (modellashtirilayotgan bog`lanishlarni) etarli ishonchlik va aniqlikda aniqlash uchun kuzatishlar to`plami etarli darajada (miqdorda) bo`lishi kerak. Modelni ishonchli aniqlik darajasi modelni ishlab chiqarish xo`jalik faoliyatini boshqarishdagi amaliy maqsadlarda foydalanish mumkinligi bilan aniqlanadi.

Stoxastik tahlil yondashishining to`rtinchi asosi – iqtisodiy ko`rsatkichlarning bog`lanishlarini miqdoriy parametrlarini ko`rsatkich darajasini tebranishini ommaviy ma'lumotlaridan aniqlash imkonini beruvchi usullarning mavjudligi. Qo`llanilayotgan usullarning matematik apparati ba`zida modellashtirilayotgan empirik ma'lumotlarga o`ziga xos bo`lgan talablarni qo`yadi. Ushbu talablarni bajarish usullarini qo`llash va olingan natijalarni ishonchli bo`lishi uchun ahamiyatli asos hisoblanadi.

Stoxastik omilli tahlilning asosiy xususiyati shundan iboratki, stoxastik tahlilda modelni sifatli (nazariy) tahlil yo`li bilan tuzib bo`lmaydi, buning uchun empirik ma'lumotlarning miqdoriy tahlili zarur bo`ladi.

Regression stoxastik (chiziqsiz) modellashtirishni misollari. Ekonometrik izlanishlarda hodisa va jarayonlarni stoxastik modellashtirishning quyidagi matematik-statistika usullarini qo`llash topilgan: ko`rsatkichlar o`rtasidagi bog`lanishlar va korrelyatsiyani baholash; bog`lanishlarni statistik mohiyatliligini baholash; regressiya tahlili; iqtisodiy ko`rsatkichlarning davriy tebranishi

parametrlarini aniqlash; ko'p o'lchamli kuzatishlarni guruhlash; dispersiya tahlili; zamonaviy omilli (komponent) tahlili; transformatsiya tahlili.

Korxonalarining xo'jalik faoliyatini tahlil qilish uslubiyatiga matematik-statistika usullarini kiritish zaruriyati ushbu usullar yordamida echilayotgan miqdoriy (statistik) masalalarning mohiyatidan kelib chiqadi.

Iqtisodiy tahlilda eng ko'p, o'ziga xos bo'lgan quyidagi masalalar sinfini ajratish mumkin:

- iqtisodiy ko'rsatkichlarning bog'lanishini mavjudligi, yo'nalishi va intensivligini o'rganish;

- iqtisodiy hodisalar omillarini ajratish va tavsiflash;

- ko'rsatkichlar o'rtasidagi bog'lanishlarning analitik formasini aniqlash;

- ko'rsatkichlar darajasini o'zgarish dinamikasini tekislash (trendni aniqlash);

- ko'rsatkichlarning darajasini davriy tebranish qonuniyatlarini parametrlarini aniqlash;

- xo'jaliklarni (korxonalar va uning bo'limlarini) ajratish va tavsiflash;

- iqtisodiy hodisalarning o'lchamini (murakkabligi, ko'pqirraliligini) o'rganish;

- eng ko'p ma'lumotli (umumlashtiruvchi) sintetik ko'rsatkichlarni aniqlash;

- iqtisodiy ko'rsatkichlar tizimi ichki tarkibidagi bog'lanishlarni o'rganish;

- turli to'plamlardagi bog'lanishlar tarkibini solishtirish.

Regressiyaning chiziqsiz modellari quyida keltirilgan:

2-darajali parabola  $y = a_0 + a_1x + a_2x^2;$

3-darajali parabola  $y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3;$

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

2-darajali giperbola  $y = a_0 + \frac{a_1}{x};$

$b$ -darajali giperbola  $y = a_0 + \frac{a}{x^b};$

logarifmik  $\log y = a_0 + a_1x;$

yarim logarifmik  $y = a_0 + a_1 \ln x;$

ko'rsatkichli funksiya  $y = a_0 \cdot a_1^x;$

darajali funksiya  $y = a_0 \cdot x_1^{a_1}$ ;

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

Funksiyalar parametri odatda eng kichik kvadratlar usuli bilan aniqlanadi.

Logistik funksiyada  $y$  ni qiymati oldin  $x$  ning tekis o'zgarishda tezlatilgan sur'atda orta boradi.

### 3.4. Egri chiziqli regressiya tenglamalarini aniqlash. Ko'p omilli regression modellar spetsifikatsiyasi

1. Natijaviy belgi bilan omil belgisining teskari darajasi o'rtasidagi egri chiziqli korrelyatsion bog'lanishni giperbola ko'rinishida ifodalash mumkin:

$$\hat{y}_x = a_0 + \frac{a_1}{x}.$$

Agar regressiya koeffitsiyenti  $a_1$  musbat ishoraga ega bo'lsa, omil belgi  $x$  qiymatlari oshgan sari natijaviy belgi kichiklasha boradi va shunisi e'tiborliki, kamayish sur'ati doimo sekinlashadi va  $x \rightarrow \infty$  cheksizlikka intilganda natijaviy belgi o'rtacha qiymati  $a_0$  ga teng bo'ladi, ya'ni  $\hat{y}_x = a_0$ . Agar regressiya koeffitsiyenti  $a_1$  manfiy ishoraga ega bo'lsa, omil qiymati oshishi bilan natijaviy belgi qiymatlari kattalashadi, ammo o'sish sur'ati sekinlasha boradi va  $x \rightarrow \infty$ .

Giperbola regressiya tenglamasi  $\hat{y}_x = a_0 + \frac{a_1}{x}$  dagi  $\frac{1}{x}$  ni  $z$  bilan almashtirib, uni to'g'ri chiziqli ko'rinishga keltirish mumkin.

Ikkinchi tartibli parabola shaklidagi regressiya tenglama quyidagi ko'rinishga ega

$$\hat{Y}_x = a + b_1 x + b_2 x^2.$$

Agar to'g'ri chiziqli bog'lanishda omil o'zgaruvchanligi ko'lami chegarasida uning bir birligiga nisbatan natijaviy belgi o'rtacha o'zgarishi deyarlik o'zgarmas miqdor bo'lsa, parabola korrelyatsiyada esa  $Y$  - belgi bir birligiga nisbatan  $X$  belgi o'zgarishi omil qiymati o'zgarishi bilan bir me'yorda o'zgaradi. Oqibatda bog'lanish

hatto o`z ishorasini qarama-qarshisiga almashtirib, to`g`ri bog`lanishdan teskari yoki teskaridan to`g`riga aylanishi mumkin. Bunday xususiyat ko`pchilik tizimlarga xosdir.

Ikkinchi tartibli parabola uchun, kichik kvadratlar usuliga binoan, normal tenglamalar tizimi quyidagicha:

$$\begin{cases} na + b_1 \Sigma x + b_2 \Sigma x^2 = \Sigma y, \\ a \Sigma x + b_1 \Sigma x^2 + b_2 \Sigma x^3 = \Sigma yx, \\ a \Sigma x^2 + b_1 \Sigma x^3 + b_2 \Sigma x^4 = \Sigma yx^2. \end{cases}$$

### **3.5. Regressiya tenglamalari ishonchlilik darajasini baholash: korrelyatsiya koeffitsiyenti, Fisherning dispersion munosabati, regressiya koeffitsiyentlarini t-mezon bo`yicha tekshirish**

Ekonometrik model qurilgandan so`ng, uni quyidagi mezonlar yordamida baholash lozim:

1. Approksimatsiya xatoligi.
2. Fisher mezoni.
3. Styudent mezoni.
4. Darbin-Uotson mezoni.
5. Ko`p omilli korrelyatsiya koeffitsiyenti.
6. Determinatsiya koeffitsiyenti.

Regressiya tenglamasini baholashda avvalo bog`lanishning kuchini o`lchash muhim ahamiyatga ega.

$y - \bar{y}$  tafovutni approksimatsiya xatoligi ifodalaydi:

$$A = \frac{1}{n} \sum \left( \frac{y - \bar{y}}{y} \right) \cdot 100\% .$$

Approksimatsiya xatoligi 5 foizgacha qabul qilinadi, aks holda iqtisodiy ko`rsatkichlarni tekislash lozim.

Fisher mezonini bo'yicha regressiya tenglamasini mohiyatini, ya'ni real jarayonga mosligini tekshirish mumkin.

Fisher mezonini quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$F_{\text{xak}} = \frac{R^2(n-k-1)}{(1-R^2) \cdot k},$$

$$F_{\text{xak}} = \frac{D(n-k-1)}{(1-D) \cdot k},$$

bu erda -  $n$  - to'plamning miqdori;

$R$  - ko'p omilli korrelyatsiya koeffitsiyenti;

$k$  - omillar soni;

$D$  - determinatsiya koeffitsiyenti.

Styudent mezonini qo'llanish sohasi va hisoblash metodikasi. Ekonometrik modellashtirishda Styudent mezonini ikki marta hisoblanadi:

1) Korrelyatsiya koeffitsiyentining ahamiyatlik darajasini tekshirish uchun;

2) Regressiya tenglamasi koeffitsiyentlarining ahamiyatlik darajasini tekshirish uchun.

Korrelyatsiya koeffitsiyentini ahamiyatlik darajasini Styudent mezonini bilan tekshirish uchun quyidagi tengsizlik bajarilish shart:

$$t_{\text{xak}} = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}} \geq t_{\text{jad.}}$$

Bu tengsizlik o'rinli bo'lsa, korrelyatsiya koeffitsiyentini ahamiyatli deb hisoblash mumkin.

Regressiya tenglamasi koeffitsiyentlarining ahamiyatlik darajasini tekshirish uchun, Styudent mezonini quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$t_{\text{xak}} = \frac{a_i}{S_{ai}},$$

bu erda

$$S_{ai} = \sqrt{\frac{\sum(y_{\text{xис.}} - y_{\text{xак.}})^2}{(n-2) \cdot \sum(x - \bar{x})^2}}.$$

Har bir parametrga mos kelgan  $t_{xak}$  qiymatlari hisoblanadi va qabul qilingan ahamiyatli darajali  $\alpha$  ga mos kelgan nazorat qiymati bilan taqqoslab ko`riladi. Mezonning nazorat qiymati ( $t_{kad}$ ) Styudent taqsimotining jadvalidan aniqlanadi.

Agar biror parametr uchun  $t_{xak} \geq t_{kad}$  bo`lsa, u holda bu parametr qabul qilingan daraja bilan ahamiyatli hisoblanadi. Ijtimoiy-iqtisodiy tadqiqotlarda ko`pincha ahamiyatlilik darajasi uchun 0,05 olinadi, ya'ni  $\alpha = 0,05$ . Ko`rsatkichlarning ahamiyatli bo`lish ehtimoli

$$P = 1 - \alpha$$

teng.

Styudent taqsimotining jadvaliga ko`ra ozodlik darajalarining soni ( $n - 2$ ) ga teng.

Ekonometrik modellashtirishda elastiklik koeffitsiyentlarining qo`llanilishi. Regressiya tenglamasini tahlil qilishda elastiklik koeffitsiyentlaridan foydalaniladi. Bu koeffitsiyent ( $\Theta$ ) omil belgining o`rtacha necha foiz o`zgarishini ifodalaydi;

$$\Theta = a_1 * \frac{\bar{x}}{\bar{y}},$$

bu erda

$$a_1 = \Theta * \frac{\bar{y}}{\bar{x}}.$$

Agar natijaviy va omil belgilarining qo`shimcha o`shish sur'atlari bir xilda bo`lsa, u holda elastiklik koeffitsiyenti birga teng bo`ladi ( $\Theta = 1$ ).

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

Faqat bog`lanishning darajali  $y = a_0 x^{a_1}$  ifodasi uchun elastiklik koeffitsiyenti o`zgarmas miqdor bo`ladi, ya'ni

$$\Theta = a_1.$$

Vaqtli qatorlarni tahlilida Darbin-Uotson mezonini qo'llanishi. Dinamik qatorlarda avtokorrelyatsiya mavjudligini tekshirish uchun Darbin-Uotson mezoni hisoblanadi va quyidagi formula yordamida yoziladi:

$$d_w = \frac{\sum (y_{n+1} - y_n)^2}{\sum_n^2}$$

Mezonning nazariy qiymatlari jadvalda keltirilgan. Agar  $d_w$  ikkiga yaqin bo'lsa, dinamik qatorda avtokorrelyatsiya yo'q deb hisoblanadi: ( $d_w \rightarrow 2$ ), agar  $d_w = 0$  yoki  $d_w = 4$  bo'lsa, unda dinamik qatorda avtokorrelyatsiya mavjud deyiladi.

Darbin-Uotson mezoni bo'yicha baholash quyidagi shartlarga asoslangan:

- 1) Agar  $DW_{\text{хис.}} > DW_{\text{юкори}}$  bo'lsa, dinamik qatorlarda avtokorrelyatsiya yo'q deb hisoblanadi.
- 2) Agar  $DW_{\text{хис.}} < DW_{\text{паст.}}$  bo'lsa, unda avtokorrelyatsiya mavjud.
- 3) Agar  $DW_{\text{паст.}} < DW_{\text{хис.}} < DW_{\text{юкори}}$  bo'lsa, unda qo'shimcha ilmiy-tekshirish tadbirlarni o'tkazish lozim.

Determinatsiya koeffitsiyenti korrelyatsiya koeffitsiyentini kvadratga ko'tarish asosida topiladi, ya'ni:

$$d = r^2.$$

Determinatsiya koeffitsiyentining qiymati regressiya tenglamasiga kiritilgan omillar natijaviy ko'rsatkichning o'zgarishini qay darajada bog'liqligini ko'rsatadi.



## Nazorat savollari

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

## **IV BOB. DINAMIK QATORLARNING EKONOMETRIK MODELLARI**

### **4.1. Vaqtli qator va uning asosiy xarakteristikalar**

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

Ko'pgina iqtisodiy tadqiqotlarda, ayniqsa vaqtli qatorlarni tahlil qilish jarayonida nihoyatda chegaralanib tanlash bo'yicha aniqliklarni qayta ishlashga to'g'ri keladi. Shunday sharoitda tajribalar guruhini ta'riflash uchun qilingan har qanday urinish, mutloq rasmiy va subyektiv bo'ladi. Shuning uchun ko'pchilik hollarda hodisaning qandaydir bir tomonini ehtimol ta'riflash imkoniyatini aniqlash qiyin. Iqtisodiy vaqtli qator farq qiluvchi xususiyatlarini quyidagicha ko'rsatish mumkin:

a) berilgan sharoitda kuzatilayotgan jarayonni qayta kuzatish mumkin emas;

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

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

Quyidagi uch xil iqtisodiy variatsiyalar mavjud:

a) vaqtdagi ayrim obyektlar;

b) makonda obyektlar majmui;

c) vaqt va makonda obyektlarning to'plam ko'rsatkichlarining umumiy variatsiyasi.

Birinchi xil variatsiyani davrlar oralig'i izchilligida, iqtisodiy ko'rsatkichlar fazasida ma'lum obyekt holatining o'zgarishi sifatida tasavvur qilish mumkin. Iqtisodiy ko'rsatkichlardan birini modellashtirayotgan vaqtda, makon tekislikka aylanadi. Nuqtaning harakat traektoriyasi esa dinamik qatorni tashkil etadi.

Variatsiyaning ikkinchi turi vaqt oralig'ida ma'lum vaziyatda belgilangan turli obyektlarga, ya'ni fazoda perpendikulyar vaqtdan qo'llashga mos keladigan nuqtalar joylashishiga o'xshash bo'ladi. Iqtisodiy ko'rsatkichlardan biri modellashtirilayotgan hollarda - bu taqsimot qatori hisoblanadi.

Variatsiyaning uchinchi umumiy turi oldingi ikki shaxsiy turlarning qo'shilgan variatsiyasi bo'lib, diskret tasodifiy jarayon sifatida talqin qilinishi mumkin.

Ko'rsatkich umumiy variatsiyalarining shakllanishini quyidagi ikki xil usul bilan ifodalash mumkin:

– majmuaga kiradigan obyektlar ko'rsatkichi vaqtli qatorlarning umumiylik sifatida;

– majmuaga kiradigan obyektlar ko'rsatkichi taqsimot qatorlarining harakati sifatida.

Variatsiyaning yuqorida qayd etilgan turlariga muvofiq ravishda iqtisodiy ko'rsatkichlarning uchta ekonometrik modellarini ko'rsatib o'tish mumkin:

1. Xususiy statik model. Ayrim korxonalarining xususiy dinamik modeli makonda iqtisodiy ko'rsatkichlar ma'lum nuqtasi vaqtli harakatini makonda mazkur obyektning ishlab chiqarish omillari bilan bog'laydi. Bunday model ko'pchilik hollarda korxonaning ichki tahlili, normallashtirish va boshqarish uchun qo'llaniladi.

2. Xususiy dinamik model. Xususiy dinamik model iqtisodiy ko'rsatkichlari xususiy fazoviy modeli korxonalar iqtisodiy ko'rsatkichlarining fazodagi turli holatini tushuntiradi. Odatda bu model korxonalar (sexlar) darajasi uchun tuziladi hamda yanada yuqoriroq darajada (vazirlikda) analitik maqsadlar uchun foydalaniladi.

3. Umumiy dinamik model. Obyektlar majmui iqtisodiy ko`rsatkichlar nazariyasining umumiy dinamik modellari ixtiyoriy o`zgaruvchan iqtisodiy ko`rsatkichlarga ishlab chiqarish omillarining ta'sirini baholaydi. Mazkur modellardan o`rganilayotgan obyektlar guruhini tahlil va prognoz qilish hamda qarorlar qabul qilishda foydalaniladi.

Ma'lum oraliqli momentlarga nisbatan hisoblangan hodisa miqdorlaridan tuzilgan qator momentli vaqtli qatori deb ataladi.

Ma'lum vaqt oraliqlari davomida kechgan jarayonlar natijalari, ya'ni, oqimlarni ta'riflovchi ko`rsatkichlar qatori davriy vaqtli qatorlari deb ataladi.

Vaqtli qatorlarni tahlil qilish jarayonida bir qator ko`rsatkichlar hisoblanadi:

- 1) mutlaq qo`shimcha o`shish (yoki kamayish);
- 2) o`shish (yoki kamayish) koeffitsiyenti yoki sur'ati;
- 3) qo`shimcha o`shish (yoki kamayish) koeffitsiyenti yoki sur'ati (foizda);
- 4) 1 foizli qo`shimcha o`shishning (yoki kamayishning) mutlaq qiymati.

#### **4.2. Vaqtli qatorlarning statistik tahlili**

Vaqtli qatorlar quyidagilar bilan xarakterlanadi:

- uzoq muddatli harakat yo`nalishi, ya'ni umumiy asriy tendensiya;
- qisqaroq davrlarga xos siklik yoki lokal o`zgarishlar;
- ayrim yillarga tegishli tebranishlar;
- mavsumiy to`lqinlar;
- kon'yunkturaviy tebranishlar.

Mavsumiylik deganda, ayrim fasl va oylarda hodisa va jarayonlarning ko`p yillik dinamikasida muntazam ravishda yuzaga chiqadigan barqaror tebranuvchanlik tushuniladi.

Ekonometrikada mavsumiy tebranishlarni o`rganish quyidagi maqsadlarni ko`zlaydi:

- qator darajalarida kuzatiladigan mavsumiy tebranishlarini yaqqollashtirib tasvirlash va o`lchash;

- mavsumiylik ta'siridan ko'rsatkichlarni tozalab, ularning oyma-oy, davrma-davr o'zgarishlarini sof holda o'lchash va amaliy masalalarini echishda foydalanish;

- iqtisodiy rivojlanish istiqbollari belgilashda mavsumiy tebranishlarni hisobga olib tegishli ko'rsatkichlarni aniqlash.

Mavsumiy to'liqini aniqlash va o'lchash uchun statistika bisotida bir nechta usullar mavjud. Ular ichida eng soddasi mavsumlik indekslarini tuzishdir. Buning uchun yillik o'rtacha daraja hisoblab, u bilan ayrim oy yoki chorak yil darajalari taqqoslanadi, ya'ni

$$I_{\text{mavsum}} = \frac{Y_t}{\bar{Y}} \cdot 100.$$

Mavsumiylik indekslarini hisoblash vaqtli qatorlarda kuzatiladigan mavsumiy tebranishlarni baholash masalasining bir tomonidir. Uning ikkinchi tarafi darajalarning umumiy o'zgaruvchanligi shakllanishida mavsumiy to'liqlar rolini aniqlashdan iborat. Bu esa umumiy o'zgaruvchanlik darajasini tasodifiy tebranish, trend va mavsumiy to'liqlar hissasiga taqsimlash masalasini tug'diradi. Uni dispersion tahlil yordamida echish mumkin. Bunday tahlil bosqichma-bosqich quyidagi tartibda amalga oshiriladi:

1. Barcha yillar uchun oylik yoki choraklik ma'lumotlar asosida trend tenglamasi yoki ko'p darajalardan sirg'aluvchi o'rtacha hisoblab, ular asosida tekislangan darajalar aniqlanadi:

$Y_{ij}$  - bu erda  $i=1, n$  yil tartib soni,  $j=1, m$  "mavsum" (oy, chorak va h.k) tartib soni;

2. Har bir haqiqiy darajani tegishli tekislangan darajaga bo'lib, mavsumlik indeksleri  $Y_{ij}$  hisoblanadi;

3. Har bir oy yoki chorak uchun o'rtacha yillik mavsumiylik indeksleri topiladi:

$$\bar{y}_j = \frac{\sum_{i=1}^m y_{ij}}{m}$$

bu erda:  $m$  - yillar soni;

4. Tegishli oylar yoki choraklar uchun tekislangan darajalar o`rtacha mavsumiylik indekslariga ko`paytiriladi va natijada mavsumiy to`lqinni hisobga oladigan tekislangan darajalar hosil bo`ladi:

$$Y'_{ij} = \widehat{Y}_{ij} \bar{I}_j.$$

5. Mavsumiy to`lqin ta`siri ostida vujudga keladigan tafovutlar va ularning kvadratlari hisoblanadi:

$$d_{ij(\text{mav.})} = \widehat{Y}'_{ij} - Y_{ij}$$

va

$$D_{ij(\text{mav.})} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (\widehat{Y}'_{ij} - Y_{ij})^2.$$

6. Tasodifiy tebranish hisobiga vujudga kelgan tafovutlar va ularning kvadratlari aniqlanadi;

$$d_{ij(\text{maco}\delta u\phi)} = Y_{ij} - \widehat{Y}'_{ij}$$

va

$$D_{ij(\text{maco}\delta u\phi)} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (Y_{ij} - \widehat{Y}'_{ij})^2.$$

7. Trend hisobiga vujudga kelgan tafovutlar va ularning kvadratlari hisoblanadi:

$$d_{ij(\text{trend})} = \bar{Y}_j - \widehat{Y}_{ij}$$

va

$$D_{j(\text{trend})} = (\bar{Y}_j - \bar{Y}_{ij})^2.$$

8. Va nihoyat, umumiy tafovutlar va ularning kvadratlari topiladi:

$$d = Y_{ij} - \widehat{Y}_{ij}$$

va

$$D = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (Y_{ij} - \widehat{Y}_{ij})^2.$$

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

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

O`rtacha chiziqli fark ( $\rho$ )

- torttirilmagan

$$\rho = \frac{\sum |X - \bar{X}|}{n},$$

- torttirilgan

$$\rho = \frac{\sum |X - \bar{X}| \cdot m}{\sum m},$$

Dispersiya ( $\sigma^2$ ) - variantlarning arifmetik o`rtachadan farqlarining o`rtacha kvadrati.

- torttirilmagan

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

- torttirilgan

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

O`rtacha kvadratik farq ( $\sigma$ ) - belgining o`zgarishini ifodalaydi va quyidagicha hisoblanadi.

- torttirilmagan

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

- torttirilgan

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

Geometrik o`rtacha logarifmi belgi qiymatlarining logarifmlariga asoslangan arifmetik o`rtacha bo`lgani uchun dispersiya ham ular asosida hisoblanadi, ya`ni

- saflangan qatorlarda

$$\log \sigma_{x_{\text{geom.}}}^2 = \frac{\sum (\log x - \log \bar{x}_{\text{geom.}})^2}{N},$$

- vaznli qatorlarda

$$\log \sigma_{x_{\text{geom.}}}^2 = \frac{\sum (\log x - \log \bar{x}_{\text{geom.}})^2 f}{\sum f}.$$

Bu formulalar yordamida topilgan dispersiya logarifmini antilogarifmlash natijasida dispersiyaning natural qiymati olinadi, undan esa kvadratik o`rtacha tafovut hosil qilish qiyin emas.

Variatsiya koeffitsiyenti (V) - nisbiy ko`rsatkich bo`lib belgining o`zgarishini ifodalaydi va protsentlarda o`rganadi.

- o`rtacha chiziq fark bo`yicha variatsiya koeffitsiyent

$$V_{\rho} = \frac{\rho}{\bar{X}} \cdot 100\%,$$

- kvadrat fark bo`yicha variatsiya koeffitsiyenti

$$V_{\sigma} = \frac{\sigma}{\bar{X}} \cdot 100\%.$$

Asimmetriya - grekcha “asymmetria” - o`zaro o`lchamsiz so`zidan olingan bo`lib, o`zaro o`lchamlik buzilishi yoki yo`q bo`lishi degan lug`aviy mazmunga ega. Asimmetrik taqsimot u yoki bu yoqqa og`ishma, qiyshaygan shaklda to`plam birliklarining taqsimlanishidir.

Taqsimot asimmetriyasi me`yorini, ya`ni uning nosimmetrik darajasini qanday o`lchash mumkin degan savol tug`iladi.

Ma`lumki, taqsimot ordinasida moda arifmetik o`rtacha miqdor nuqtasidan u yoki bu tomondagi nuqta bilan ifodalanadi. Demak, moda bilan arifmetik o`rtacha orasidagi farqdan taqsimot asimmetriyasining darajasini o`lchashda foydalanish mumkin. Lekin  $\bar{x} - \mu_0$  ayirmaning berilgan qiymatida dispersiya katta bo`lsa assimetriya ko`zga ilinar-ilinmas tashlanadi ya`ni og`ishma daraja kichik bo`ladi, aksincha dispersiya kichik bo`lsa nosimmetriklik yaqqol ko`rinadi, uning darajasi katta bo`ladi. Shuning uchun asimmetriya me`yori qilib arifmetik o`rtacha bilan moda orasidagi  $\bar{x} - \mu_0$  farqni emas, balki bu ayirmaning kvadratik o`rtacha tafovutga nisbatini olish mumkin, ya`ni



$$a = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sigma_x}$$

Bu ko'rsatkichni mashhur ingliz statistigi K.Pirson taklif etgan, shuning uchun ham u Pirson koeffitsiyenti deb ataladi. Muayyan sharoitda bu ko'rsatkich noldan katta bo'lsa  $a > 0$ , u holda asimmetriya musbat xisoblanadi, aks xolda ( $a < 0$ ), u manfiy deb hisoblanadi. Agar to'plam birliklari qator o'rtachasidan chaproqdagi guruhlarda ko'proq to'plangan bo'lsa, koeffitsiyent manfiy ishoraga ega bo'ladi, taqsimot ham chap yoqqa og'ishgan bo'ladi, va aksincha, ular o'rtachadan o'ng tomondagi guruhlarda ko'proq to'plangan bo'lsa, Pirson koeffitsiyenti musbat ishora oladi, taqsimot ham o'ng yoqlama og'ishmalikka ega bo'ladi.

Ekstsess lotincha “*exsessus*” - og'ishgan, o'tkir qiyshaygan, bukur, kuchli bukchaygan va grekcha “*xupros*” so'zidan olingan “*curtosys*” - do'ng, bukur, o'tkir uchli qiyalik degan lug'aviy ma'noga ega. Statistika ekstsess deganda taqsimot shaklining bo'yiga cho'ziqligi yoki yassiligi nazarda tutiladi.

Ekstsess me'yori bo'lib to'rtinchi momentning to'rtinchi darajali kvadratik o'rtacha tafovutga nisbati xizmat qiladi, ya'ni

$$K_{\text{экс.}} = \frac{\overline{\mu^4}}{\sigma^4} = \frac{\sum (\nu - \bar{\nu})^4 f}{\sum f * \sigma^4} = \frac{\sum f * \sum (x - \bar{x})^4 f}{\sum (x - \bar{x})^2 f * \sum (x - \bar{x})^2 f}$$

Vaqtli qatorlar uchun uch turli momentlar mavjud:

- 1) oddiy momentlar;
- 2) markaziy momentlar;
- 3) shartli momentlar.

Koordinata boshlang'ich momentiga tegishli momentlar oddiy momentlar deb ataladi. U o'zgaruvchan belgi qiymatlarini tegishli darajalarga ko'tarish olingan o'rtachadir.  $k$ -darajali ( $k = 0, 1, 2, 3, \dots$ ) oddiy momentni quyidagi asosida aniqlash mumkin:

$$\mu_k = \frac{f_1 x_1^k + f_2 x_2^k + \dots + f_s x_s^k}{f_1 + f_2 + \dots + f_s} = \frac{\sum_{i=1}^s x_i^k f_i}{\sum_{i=1}^s f_i} = \overline{x^k},$$

bu erda -  $f_i$ -ayrim guruhlardagi birliklar soni;

-  $x_i$  - o'zgaruvchan belgi qiymatlari yoki oraliqli variantalarning o'rtacha qiymatlari.

Moda deb to'plamda eng ko'p uchraydigan belgi qiymatiga ataladi. Diskret qatorlarda u eng ko'p (variantalar) soniga ega bo'lgan varianta qiymati bilan belgilanadi.

Oraliqli qatorlarda moda quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\mu_0 = x_0 + \frac{f_{\mu_0} - f_{\mu_{0-1}}}{(f_{\mu_0} - f_{\mu_{0-1}}) + (f_{\mu_0} - f_{\mu_{0+1}})} i = x_0 + \frac{f_{\mu_0} - f_{\mu_{0-1}}}{2f_{\mu_0} - f_{\mu_{0-1}} - f_{\mu_{0+1}}} i,$$

bu erda  $\mu_0$  - moda;

$x_0$  - modal oraliq (guruh) ning quyi chegarasi;

$f_{\mu_0}$  - modal oraliqdagi birliklar (variantlar) soni;

$f_{\mu_{0-1}}$  - undan olingan oraliq (guruh) dagi birliklar soni;

$f_{\mu_{0+1}}$  - undan keyingi oraliqdagi birliklar soni.

Mediana deganda to'plamni teng ikkiga bo'luvchi belgining qiymati tushuniladi. Saflangan qatorlarda mediana o'rtada joylashgan varianta qiymatiga teng. Agar saflangan qator toq hadli bo'lsa, masalan, 9 yoki 15 haddan iborat bo'lsa, u holda 5-had yoki 8-had mediana bo'ladi.

Toq oraliqli qatorlarda mediana quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$\mu_e = x_0 + \frac{\sum_{j=1}^k f_j}{2} - f'_{\mu_{e-1}}}{f_{\mu_e}} i_{\mu_e}.$$

Juft sonli oraliqli qatorlarda esa:

$$\mu_e = x_0 + \frac{\sum_{j=1}^k f_j + 1}{2} - f'_{\mu_{e-1}}}{f_{\mu_e}} * i_{\mu_e},$$

bu erda:  $\mu_e$  - mediana;

$x_0$  - mediana bo'lgan oraliq (guruh)ning quyi chegarasi;

$f'_{\mu_{e-1}}$  - medianadan oldingi oraliq uchun jamlama birliklar soni;

$f_{\mu_e}$  - mediana bo`lgan oraliqdagi birliklar soni;

$i_{\mu_e}$  - mediana oralig`ining kattaligi;

$k$  - oraliqlar (guruhlar) soni;

$\sum f_j$  - hamma guruhlardagi birliklarning jamlama soni.

Vaqtli qatorni teng, masalan, 4, 5, 10 va 100 bo`laklarga (qismlarga) bo`luvchi hadlar (varianta qiymati) kvantililar deb ataladi. Qatorni to`rtta teng bo`lakka ajratuvchi miqdor (varianta qiymati) kvartili, besh qismga bo`luvchi - kvintili, o`n bo`lakka ajratuvchi - detsili va yuz bo`lakka bo`luvchi persentili deb nomlanadi. Har bir qator 3 ta kvartili, 4 ta kvintili, 9 ta detsili va 99 ta persentiliga ega. Ular medianaga o`xshash tartibda hisoblanadi. Masalan, quyi kvartili saflangan qatorning shunday variantasining qiymatiki, to`rttan bir qism to`plam birliklarida belgining qiymati undan kichik uchdan to`rt qismida esa katta bo`ladi. Yuqori kvartili aksincha holatga ega bo`ladi, ya'ni uchdan to`rt qism to`plam birliklarida belgi qiymati undan kichik, 1/4 qismida esa katta bo`ladi. Quyi kvartili  $Q_1$  va yuqori kvartili  $Q_3$  ishorasi bilan belgilanadi.

$$Q_1 = x_{0(Q_1)} + \frac{\sum_{j=1}^k \frac{f_j}{4} - f'_{Q_1-1}}{f_{Q_1}} * i,$$

$$Q_3 = x_{0(Q_3)} + \frac{\sum_{j=1}^k \frac{f_j}{4} - f'_{Q_3+1}}{f_{Q_3}} * i,$$

$$Q_2 = m_e.$$

### 4.3. Vaqtli qatorlar trendi. Ekonometrik modellashtirishda qo`llaniladigan trend modellari asosiy tendensiyasini aniqlash

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

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

va eksponensial funksiyalar qo'llaniladi:

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

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

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

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

Normal tenglamalar sistemasi quyidagicha bo'ladi:

a)  $k$  tartibli polinom uchun:

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

b) eksponensial funksiya uchun:

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

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

$$y_t = a_0 a_1^t$$

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

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

#### **4.4. Birinchi darajali avtoregression modellar. Avtokorrelyatsiya va avtoregressiya tushunchasi**

Dinamik qatorlarni tahlil qilayotganda darajalar tebranuvchanligi ikki jihatdan qaralishi mumkin. Birinchidan, ular o`rganilayotgan jarayon yoki hodisalarning rivojlanish qonuniyatlari namoyon bo`lishi uchun xalaqit qiladigan “tasodifiy to`siqlar” yoki “axborot shovqinlari” sifatida talqin etiladi. Shu sababli darajalarni ulardan “tozalash”, ya’ni tasodifiy to`siqlarni dinamikaning juz’iy tomonlari sifatida bartaraf qilish yoki juda bo`lmaganda ta’sir kuchini zaiflashtirish yo`llarini topish va ilmiy asoslash zaruriyati tug`iladi.

Bu masala yuqorida bayon etilgan trend hisoblash usullarini tub mohiyati va negizini tashkil etadi.

Ikkinchi tomondan, dinamik qatorlarni tahlil qilish jarayonida darajalar tebranuvchanligining o`zini o`rganish, statistik tekshirish predmeti sifatida qarash ham muhim ahamiyat kasb etadi.

Avtokorrelyatsiya deb haqiqiy qator darajalari bilan vaqt bo`yicha bir yoki bir necha davrlarga surilgan darajalar o`rtasidagi korrelyatsiyaga aytiladi. Avtokorrelyatsiya - dinamik qatordagi ketma-ket qiymatlar orasidagi bog`liqlik.

Avtoregressiya - dinamik qatorning oldingi qiymatlarining keyingi qiymatlariga ta’siri regressiyasi.

Avtokorrelyatsiya xatosi qoldiq dispersiyani oddiy dispersiyaga bo`lib topiladi, ya’ni

$$\varphi = \frac{\sum (Y - \bar{Y}_x)^2}{\sum (Y - \bar{Y})^2}.$$

Avtokorrelyatsiya - vaqtli qatorlarning keyingi va oldingi hadlari o`rtasidagi korrelyatsion bog`lanish hisoblanadi.

Avtokorrelyatsiyaning mavjudligi qatorlar dinamikasi darajalarining o`zaro bog`liqligidan, keyingi hadlarning oldingi hadlarga kuchli darajada bog`liqligidan dalolat beradi. Chunki korrelyatsion tahlil usulini o`zaro bog`langan har bir qator

darajasi statistik erkin, o`rganilayotgan qatorlar dinamikasida avtokorrelyatsiya mavjudligini aniqlash lozim bo`lgan hollarda tatbiq etish mumkin.

Avtokorrelyatsiya mavjudligini tekshirish jarayoni quyidagicha amalga oshiriladi.  $r_\alpha$  (hisoblangan) qiymati hisoblanadi:

$$r_\alpha \text{ (hisoblangan)} = \frac{\sum z_t - z_{t+1}}{\sum z_t^2},$$

bu erda,  $z_t = y - \hat{y}$  - qoldiq miqdor;

$z_{t+1}$  - vaqt bilan aralashgan qoldiq miqdor.

Agar hisoblar topilgan  $r_\alpha$  (hisoblangan) miqdor berilgan bir foizli xatolar ehtimolligi va erkinlik darajasi sonlari  $n-k-1$  bo`lganda  $r_\alpha$  (jadval) ( $r_\alpha$  (jadval)  $< r_\alpha$  (hisoblangan)) qiymatidan katta bo`lsa, avtokorrelyatsiya mavjud emas deyiladi. So`ngra ishonchlilik intervallari aniqlanadi. U koeffitsiyentlar variatsiyasi yordamida quyidagi formula asosida aniqlanadi:

$$V = \sqrt{\frac{\sum \left( \frac{y - \hat{y}}{y} \cdot 100 \right)^2}{n}}.$$

Shundan so`ng quyi intervali  $y_i \left( 1 - \frac{V}{100} \right)$ , yuqori intervali bo`yicha  $y_i \left( 1 + \frac{V}{100} \right)$

ishonchlilik intervallari hisoblab chiqiladi.

Quyidagi holatlar korrelyatsion tahlil usulini prognozlashda qo`llashda xatoliklarga olib kelishi mumkin:

a) bashoratlanayotgan hodisa ko`rsatkichlari dinamikasini aniqlashda muhim ahamiyatga ega bo`lgan omillar imkonini hisobga ola bilmaslik;

b) korrelyatsion tenglamalar koeffitsiyentlari ularning qiymatini aniqlaydigan sharoitlar o`zgarishi bilan qiymatining o`zgaruvchanligi;

v) bir qiymat o`zgarishining bashorati boshqa bir qancha qiymatlar o`zgarish qiymati bilan almashtiriladi.

Bu masala yuqorida bayon etilgan trend hisoblash usullarini tub mohiyati va negizini tashkil etadi.

Ikkinchi tomondan, dinamika qatorlarini tahlil qilish jarayonida darajalar tebranuvchanligining o`zini o`rganish, statistik tekshirish predmeti sifatida qarash ham muhim ahamiyat kasb etadi.

Avtokorrelyatsiya deb haqiqiy qator darajalari bilan vaqt bo`yicha bir yoki bir necha davrlarga surilgan darajalar o`rtasidagi korrelyatsiyaga aytiladi. Uni o`lchash va o`rganish nazariy va amaliy ahamiyatga ega. Avtokorrelyatsion tahlil nafaqat o`z – o`zidan ilmiy muammo sifatida diqqatga sazovor, balki shu bilan birga u qator masalalarni echish uchun zamin yaratadi. Bunday tahlil, birinchidan, qator darajalari o`rtasida bog`lanish bor yoki yo`qligini, ikkinchidan, bog`lanish mavjud bo`lsa, uning zichlik darajasi va muhimligini baholash va nihoyat, uchinchidan, kuchli (muhim) bog`lanish o`rtacha qanday vaqt davomida (davrlar mobaynida) namoyon bo`layotganini aniqlash imkonini beradi.

Darajalar o`rtasida kuchli va muhim bog`lanishlar mavjudligi muayyan dinamik qatorga xos trend tipi va uning tenglamasi shaklini to`g`ri belgilash uchun asos tug`diradi. Bundan tashqari, bu holda darajalar tebranuvchanligi davriy shaklda bo`lsa, davr (sikl) o`rtacha muddati yoki uzunligini baholash, sirg`anchiq o`rtachalar hisoblanayotganda esa tayanch darajalar soni masalasini to`g`ri echish imkoniyatiga ega bo`linadi.

Iqtisodiy hayotda shunday hodisalar ham tez-tez uchraydiki, ularni yuzaga keltiruvchi sabablar oldinroq yuz berib, oqibatlari esa ma`lum vaqtdan so`ng ro`yobga chiqadi, ya`ni ular orasida uzilish, vakuumli muddat paydo bo`ladi. Masalan, sarmoya uchun ajratilgan mablag`larni sarflash natijasida oldin ishlab chiqarish obektlari yaratiladi, so`ngra ular ishga tushirilib asta-sekin quvvatlari o`zlashtiriladi. O`z-o`zidan ravshanki, obyektlarni bunyod etish va ishga tushirish davrida ushbu sarmoya daromad keltirmaydi, quvvatlarni o`zlashtirish davrida esa oz daromad keltiradi. Demak, kapital qo`yilmalar amalga oshirilgandan so`ng ma`lum vaqt o`tgandan keyingina sarmoyadan loyihada ko`zlangan daromad to`la miqdorda olina boshlanadi. Shunday qilib, sarmoyalarni bunyod etish bilan ulardan daromad olish o`rtasida ma`lum vaqt jarayoni kechadi. Bu vaqtni sarmoya lagi deb ataladi. Avtokorrelyatsion tahlil hodisalar dinamikasiga oid o`rtacha lag muddatini belgilash

imkonini beradi. Natijada kapital qo'yilmalar iqtisodiy samaradorligini to'g'ri, asosli baholash uchun sharoit tug'iladi.

Qator darajalariga asosan nosiklik avtokorrelyatsiya koeffitsiyenti quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$r_l = \frac{\overline{Y_t \cdot Y_{t+l}} - \bar{Y}_t \cdot \bar{Y}_{t+l}}{\sigma_{Y_t} \cdot \sigma_{Y_{t+l}}},$$

bu erda:

$$\bar{Y}_t = \frac{\sum_{t=1}^{N-l} \bar{Y}_t}{N-l},$$

$$\sigma_{Y_t} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{N-l} Y_t^2}{N-l} - \left( \frac{\sum_{t=1}^{N-l} Y_t}{N-l} \right)^2},$$

$$\bar{Y}_{t+l} = \frac{\sum_{t=l+1}^N \bar{Y}_{t+l}}{N-l},$$

$$\sigma_{Y_{t+l}} = \sqrt{\frac{\sum_{t=l+1}^N Y_{t+l}^2}{N-l} - \left( \frac{\sum_{t=l+1}^N Y_{t+l}}{N-l} \right)^2}.$$

formulaga tegishli qiymatlarni qo'yib, algebraik almashtirishlar natijasida nosiklik avtokorrelyatsiya koeffitsiyenti quyidagi ifoda shaklini oladi:

$$r_l = \frac{\sum_{t=1}^{N-l} Y_t Y_{t+l} - \frac{1}{N-l} \sum_{t=1}^{N-l} Y_t \sum_{t=1}^N Y_{t+l}}{\sqrt{\left[ \sum_{t=1}^{N-l} Y_t^2 - \frac{1}{N-l} \left( \sum_{t=1}^{N-l} Y_t \right)^2 \right] \left[ \sum_{t=l+1}^N Y_{t+l}^2 - \frac{1}{N-l} \left( \sum_{t=l+1}^N Y_{t+l} \right)^2 \right]}}.$$

Siklik avtokorrelyatsiya – bu  $y_1, y_2, \dots, y_N$  qatori bilan  $l$  davrga surilib bo'sh qolgan davrlari esa boshlang'ich qatorning  $y_1, y_2, \dots, y_l$  darajalari bilan to'ldirilgan qator ya'ni  $y_{l+1}, y_{l+2}, \dots, y_1, y_2, \dots, y_l$  o'rtasidagi korrelyatsiyadir. Bu holda:



$$\begin{cases} \sum_{t=1}^N Y_{t(1)} = \sum_{t=1}^N Y_{t(1)} \\ \sum_{t=1}^{N+l} Y_{t(2)} = \sum_{t=l+1}^{N+l} Y_{t(2)} \end{cases},$$

bu erda  $Y_{t(1)}$  - birinchi qator darajalari;

$Y_{t(2)}$  - ikkinchi qator darajalari.

Siklik avtokorrelyatsiya koeffitsiyenti quyidagi shaklga ega:

$$r_l = \frac{\sum_{t=1}^N Y_t Y_{t+l} - \frac{\left(\sum_{t=1}^N Y_t\right)^2}{N}}{\sum_{t=1}^N Y_t^2 - \frac{\left(\sum_{t=1}^N Y_t\right)^2}{N}}.$$

Hozirgi vaqtda avtokorrelyatsiya mavjudligini tekshirishda Darbin-Uotson mezonni qo`llanadi:

$$DW = \frac{\sum_{t=1}^{N-1} (Y_{t+1} - Y_t)^2}{\sum_{t=1}^N Y_t^2}.$$

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

## Nazorat savollari

1. Dinamika qatorlarining qanday turlarini bilasiz? Ular bir-biridan qanday jihatlari bilan farq qiladi?
2. Moment (on, payt) va davr deganda nimani tushunasiz?
3. Dinamika qatorlari variatsion qatorlardan qanday xususiyatlari va alomatlari bilan farq qiladi?
4. Variatsiya va tebranuvchanlik tushunchalari ayniyat-mi? Yo`q bo`lsa, sabablarini tushuntirib bering.
5. Umumiy ko`rinishda dinamik darajalari qanday tarkibiy elementlar bilan xarakterlanadi?
6. Asriy va lokal tendensiya deganda nimani tushunasiz? Qisqa muddatli qatorlarda ayrim trendlar namoyon bo`ladimi?
7. Siklik (davriy) tebranishlar nima? Har bir davr qanday bosqichlardan tarkib topadi?
8. Mavsum tushunchasi nimani anglatadi, mavsumiy tebranishlar-chi?
9. Tasodifiy tebranishlar deganda nimani tushunasiz? Ularni mavsumiy va davriy tebranishlardan qanday ajratib olish mumkin?
10. Asriy tendensiyalarni aniqlash uchun qaysi usullarni qo`llash eng samarali natija beradi?

## V BOB. REGRESSION TAHLILNING UMUMLASHTIRILGAN SXEMALARI

### 5.1. Umumlashtirilgan “eng kichik kvadratlar usuli”

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

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

Misol:  $Y_t = a_0 + a_1 t$

Qiymat  $\sum (Y - \bar{Y}_t)^2$  eng kam bo`lishi uchun birinchi darajali hosilalar nolga teng bo`lishi kerak.

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

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

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

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

Normal tenglamalar tizimi.

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

Demak,

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

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

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

.....

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

Chiziqli funksiya bo`yicha tekislanganda

$$\bar{Y} = a_0 + a_1 X$$

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

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

Bundan,

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

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

Iqtisodiy qatorlar dinamikasi tendensiyasini aniqlash vaqtida ko'pchilik hollarda turli darajadagi polinomlar:<sup>1</sup>

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

va eksponensial funksiyalar qo'llaniladi:

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

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

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

## 5.2. Avtokorrelyatsiya va uni tekshirish usullari

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

Hozirgi vaqtda avtokorrelyatsiya mavjudligini tekshirishda Darbin – Uotson

<sup>1</sup>Gujarati D.N. Basic Econometrics. McGraw-Hill, 4<sup>th</sup> edition, 2003 (Gu), Inc. p. 233

mezonni qo'llanadi:

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

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

Vaqtli qatorlarning keyingi va oldingi hadlari o'rtasidagi korrelyatsion bog'lanish hisoblanadi. Avtokorrelyatsiyaning mavjuli qatorlar dinamikasi darajalarining o'zaro boliqligidan, keyingi hadlarning oldingi hadlarga kuchli darajada boliqligidan dalolat beradi. Chunki korrelyatsion tahlil usulini o'zaro bog'langan har bir qator darajasi statistik mustaqillikka ega bo'lgan, o'rganilayotgan qatorlar dinamikasida avtokorrelyatsiya mavjudligini aniqlash lozim bo'lgan hollardagina tadbiriq etish mumkin. Avtokorrelyatsiya mavjudligini tekshirish jarayoni quyidagicha amalga oshiriladi.  $r_a$  (hisob) qiymati hisoblanadi:

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

bunda:  $z_t$  - qoldiq miqdor.

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

<sup>2</sup>Gujarati D.N. Basic Econometrics. McGraw-Hill, 4<sup>th</sup> edition, 2003 (Gu), Inc. p. 472

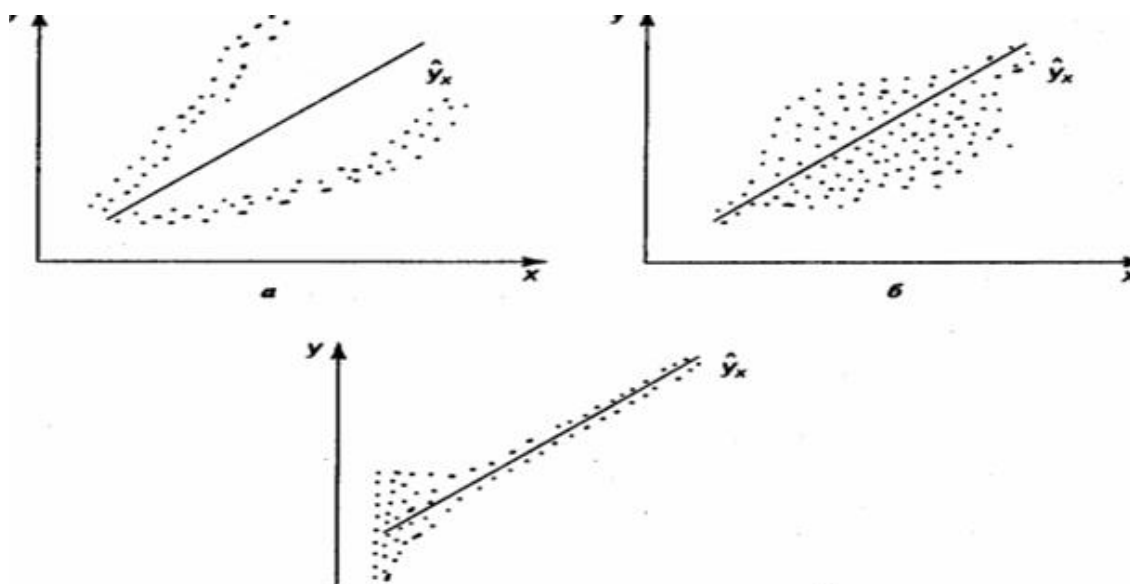
$$V = \sqrt{\frac{\sum \left( \frac{y - \hat{y}}{\bar{y}} \cdot 100 \right)^2}{n}}$$

### 5.3. Gomoskedatlik va geteroskedatlikni aniqlash uchun testlar

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

“Eng kichik kvadratlarining” uchinchi taxmini **gomoskedatlikka** tegishli bo`lib, u har bir X uchun qoldiqning dispersiyasi bir xil bo`lishi ekanligini anglatadi. Bu taxmin, masalan X ning katta qiymatlari uchun qoldiq dispersiyasini imkoni, huddi kichik qiymatlardagi kabi degan tasdiq bilan kelishiladi.  $Var(\varepsilon_i) = \sigma^2$

Agar yuqoridagi “Eng kichik kvadratlar” usulining qo`llanish sharti bajarilmasa, bunda geteroskedatlik holati hosil bo`ladi. Geteroskedatlik regressiya tenglamasining parametrlari samaradorligini pasayishiga ta'sir qilmoqda.



5.1.-rasm. Geteroskedatlik holatlari<sup>3</sup>

<sup>3</sup>Gujarati D.N. Basic Econometrics. McGraw-Hill, 4<sup>th</sup> edition, 2003 (Gu), Inc. p. 392

Ko'p omilli holatda:  $Y = a_{0i} + a_{1i}X_i + U_i$ ,  $a_0$  va  $a_1$  koeffitsientlarni quyidagi shartlardan kelib chiqqan holda aniqlash mumkin:

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

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

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

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

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

Demak: Birinchi taxmin:  $\varepsilon_i$  - me'yoriy taqsimlangan.

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

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

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

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

qiymatiga bog`liq emas.

Uchinchi taxmin: Gomoskediklik

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

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

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

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

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

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

Bundan

$$Cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = E(\varepsilon_i, \varepsilon_j)$$

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

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

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

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

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

To`g`ri, amaliyotda ko`rsatilgan tahminlarni mutloq mavjudligiga aniq erishish qiyin, lekin biz agar bu tahminlarga tahminan amal qilinsa qoniqish hosil qilamiz.



Yuqorida keltirib o`tilgan tahminlar klassik chiziqli regression model tuzish, regresiya parametrlarini hisoblash uchun zarur.

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

$Y_i$  funksiyaning birinchi o`rtachasi, tenglamaning ikki qismini matematik kutilishi sifatida olinishi mumkin:

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

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

Keyin  $Y_i$  variatsiya bo`lmish

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

Har bir X bog`liq o`zgaruvchiga Y o`zgaruvchini o`rtacha qiymatini beruvchi tenglama regressiyaning empirik chizig`i deyiladi.

Bu chiziqni ordinata bilan kesishishi, X ning nolga teng qiymatida Y bahosini o`lchaydigan  $\alpha$  kattalikka mos keladi.  $\beta$  ning og`ishi, Y qiymatni X qiymatning har bir qo`shimcha birligiga og`ishdagi o`zgarishini o`lchaydi. Masalan, agar Y yalpi iste`mol, X yalpi daromad ko`rinishida bo`lsa, u holda  $\beta$  nolga teng daromadda iste`mol darajasining chegaraviy og`ishini namoyon qiladi. Bu o`lchamlar qiymatlari noma`lum bo`lgani uchun regressiyaning empirik chizig`i ma`lum emas.  $\alpha$  va  $\beta$  ning o`lchamlari qiymatlarini hisoblab, regressiyaning nazariy chizig`ini olamiz.  $\alpha$  va  $\beta$  ning qiymatlari  $\hat{\alpha}$  va  $\hat{\beta}$  hisoblangandek mos hisoblangan bo`lsa, mos xolda, bunda regressiyaning nazariy chizig`i quyidagi tenglama orqali berilgan :

$$\hat{Y}_i = \hat{\alpha} + \hat{\beta} X_i$$

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

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

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

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

### Nazorat uchun savollar

1. Avtokorrelyatsiya qachon vujudga keladi?
2. Avtokorrelyatsiyani necha xil usul yordamida bartaraf etish mumkin?
3. Ekonometrik modelni real o`rganilayotgan jarayonga mos kelishini qaysi mezon yordamida aniqlash mumkin?
4. Ekonometrik modeldagi parametrlardan birortasi ishonchsiz bo`lsa, uni nima qilish mumkin?
5. Darbin-Uotson mezoni qiymati qaysi oraliqda o`zgaradi?
6. Getroskedastiklik sharti qanday belgilanadi?
7. Getroskedastiklik qanday bartaraf etiladi?
8. Gomoskedastiklik nima?
9. Darbin Uotson mezoni nimani tekshirishga xizmat qiladi?
10. Darbi Uotson formulasi qanday hisoblanadi?

## VI BOB. ADAPTIV KO`P OMILLI MODELLASHTIRISH

### 6.1. Rekurrent eng kichik kvadratlar usulining amaliy ahamiyati va shakli

Regressiya adaptiv ko`p omilli tenglamasi sifatida ko`pincha chiziqli:

$$\hat{y} = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n$$

va darajali funksiyalardan foydalaniladi:

$$\hat{y} = a_0x_1^{a_1}x_2^{a_2}\dots x_n^{a_n}.$$

Ushbu tenglama parametrlari odatda eng kichik kvadratlar usuli bilan aniqlanadi. Umumiy holda normal tenglamalar tizimi quyidagicha ifodalanadi:

$$\begin{cases} na_0 + a_1 \sum x_1 + a_2 \sum x_2 + \dots + a_n \sum x_n = \sum y \\ a_0 \sum x_1 + a_1 \sum x_1^2 + a_2 \sum x_1x_2 + \dots + a_n \sum x_1x_n = \sum x_1y \\ \dots \\ a_0 \sum x_n + a_1 \sum x_1x_n + a_2 \sum x_2x_n + \dots + a_n \sum x_n^2 = \sum x_ny \end{cases}.$$

Model darajalari parametrlarini aniqlash uchun oldin modelni logarifmik-chiziqli ko`rinishga qayta o`zgartirish lozim:

$$\ln \hat{y} = \ln a_0 + a_1 \ln x_1 + a_2 \ln x_2 + \dots + a_n \ln x_n.$$

Shundan so`ng normal tenglamalar tizimini tuzishda logarifmlardan foydalanamiz.

$$\begin{cases} n \ln a_0 + a_1 \sum \ln x_1 + a_2 \sum \ln x_2 + \dots + a_n \sum \ln x_n = \sum \ln y \\ a_0 \sum \ln x_1 + a_1 \sum \ln x_1^2 + a_2 \sum \ln x_1 \ln x_2 + \dots + a_n \sum \ln x_1 \ln x_n = \sum \ln x_1 \ln y \\ \dots \\ a_0 \sum \ln x_n + a_1 \sum \ln x_1 \ln x_n + a_2 \sum \ln x_2 \ln x_n + \dots + a_n \sum \ln x_n^2 = \sum \ln x_n \ln y \end{cases}.$$

Bog`lanishning zichligi korrelyatsiyalar indeksiga o`xshash bo`lib, to`plamli korrelyatsiya koeffitsiyenti yordamida baholanadi:

$$R_{yx_j} = \sqrt{1 - \frac{\sum (y - \hat{y})^2}{\sum (y - \bar{y})^2}},$$

bu erda,  $\hat{y}$  - regressiya tenglamasi yordamida aniqlangan natijaviy ko'rsatkichning nazariy qiymati;

$\bar{y}$  - natijaviy ko'rsatkichning o'rtacha arifmetik qiymati.

Ko'p omilli adaptiv regressiyaning chiziqli tenglamasi umumiy ko'rinishda quyidagicha yoziladi:

$$\hat{y}_{1,2,\dots,k} = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n = a_0 + \sum_{j=1}^k a_jx_j,$$

bu erda:  $\hat{y}_{1,2,\dots,k}$  - natijaviy belgining o'zgaruvchan o'rtacha miqdori bo'lib, uning indeklari regressiya tenglamasiga kiritilgan omillarning tartib sonlarini ko'rsatadi;

$a_0$  - ozod had;

$a_j$  - xususiy regressiya koeffitsiyentlari.

Ko'p omilli regressiya tenglamasining parametrlarini hisoblash rekurrent "eng kichik kvadratlar" usuliga asoslanib hosil qilinadigan ushbu normal tenglamalar tizimini echishga tayanadi:

$$\begin{cases} a_0n + a_1\sum x_1 + a_2\sum x_2 + \dots + a_k\sum x_k = \sum y \\ a_0\sum x_1 + a_1\sum x_1^2 + a_2\sum x_1x_2 + \dots + a_k\sum x_1x_k = \sum yx_1 \\ \dots \\ \dots \\ a_0\sum x_k + a_1\sum x_kx_1 + a_2\sum x_kx_2 + \dots + a_k\sum x_k^2 = \sum yx_k \end{cases}$$

Xususiy regressiya koeffitsiyentlari  $a_j$  nomli miqdordir, ular turli o'lchov birliklarda ifodalanadi va sifat (ma'no) jihatidan har xil omillar ta'sirini o'lchaydi. Demak, ular bir biri bilan taqqoslama emas.

Shuning uchun standartlashtirilgan xususiy regressiya koeffitsiyentlari yoki  $\beta$  - koeffitsiyentlar hisoblanadi:

$$\beta_j = a_j \frac{\sigma_{x_j}}{\sigma_y}.$$

Natijada ko'p o'lchovli regressiya tenglamasi quyidagi shaklni oladi:

$$\hat{y}_x = a_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_kx_k = a_0 + \sum \beta_jx_j.$$

Agar natijaviy belgi va omillar qiymatlarini standartlashgan masshtabda olsak:



## 6.2. Ko`p omilli modellashtirishda rekurrent baholash va eksponensial tekislash

Bu tenglamalar turli chiziqsiz ko`p o`lchovli funksiyalar shaklida tuziladi, parametrlari esa kichik kvadratlar usuli yordamida aniqlanadi. Ko`p omilli regressiya tenglamasini baholash natijaviy belgi ( $y$ ) bilan omillar ( $x_1, x_2, \dots, x_k$ ) o`rtasidagi korrelyatsion bog`lanishning kuchini o`lchash va tenglamaga kiritilgan barcha omillarning mohiyatli yoki mohiyatsizligini aniqlashdan iborat. Korrelyatsion bog`lanishning kuchini o`lchashda natijaviy belgining umumiy ( $\sigma_0^2$ ) omillar ( $\sigma_{01\dots k}^2$ ) va qoldiq  $\delta_{0(12\dots k)}^2$  dispersiyalaridan foydalaniladi.

Dispersiya  $\sigma$  ishoralaridagi nol «0» indeksi natijaviy belgini anglatadi (ya'ni  $y$ ).

1,2,...,k = j- har bir o`rganilayotgan (tenglamaga kiritilgan) omilning tartib soni. Demak,  $\sigma_{012\dots k}$   $j = \overline{1,2,\dots,k}$  omillar dispersiyasi. Qoldiq dispersiya nishonidagi qavs “uning ichida sanab o`tilgan omillardan tashqari” degan ma'noni bildiradi va qoldiq dispersiyani omillar dispersiyasidan farq qilish uchun ishlatiladi.

Regressiya tenglamasi korrelyatsion bog`lanishni yaxshi ifoda etsa, natijaviy belgining haqiqiy va nazariy qiymatlari ( $V$  ba  $\hat{Y}_x$ ) o`rtasidagi tafovutlar kam, ya'ni qoldiq dispersiya kichik bo`lib, omillar dispersiyasi umumiy dispersiyaga yaqinlashadi. Shuning uchun bu dispersiyaning umumiy dispersiyadagi salmog`i

$$R_{012\dots k}^2 = \frac{\sigma_{012\dots k}^2}{\sigma_0^2}$$

korrelyatsion bog`lanish kuchini xarakterlaydi. Mazkur nisbat ko`p o`lchovli (omilli) determinatsiya koeffitsiyenti deb ataladi.

Ko`p o`lchovli determinatsiya koeffitsiyentini kvadrat ildiz ostidan chiqarish natijasida ko`p omilli korrelyatsiya koeffitsiyenti hosil bo`ladi, u o`rganilayotgan omillar bilan natijaviy belgi orasidagi bog`lanishning zichlik darajasini ifodalaydi:

$$R_{012\dots k} = \sqrt{\frac{\sigma_{012\dots k}^2}{\sigma_0^2}} .$$

$r_{yx_k}^2 (1,2,3,\dots, k-1)$   $x_k$  – omilning xususiy determinatsiya koeffitsiyenti deb ataladi va u:

$$r_{yx_k(123\dots k-1)}^2 = \frac{\sigma_{012\dots k-1k}^2 - \sigma_{012\dots k-1}^2}{\sigma_0^2 - \sigma_{012\dots k-1}^2}$$

### Nazorat savollari

1. O`zaro bog`lanishlar deganda nimani tushunasiz, ularni o`rganishdan maqsad nima?
2. Funktsional bog`lanish nima? Korrelyatsion bog`lanish-chi?
3. Korrelyatsion munosabat qanday xossalarga ega?
4. Bog`lanishlarning qanday turlarini bilasiz?
5. To`g`ri va egri chiziqli bog`lanishlar deganda nimani tushunasiz? Misollarda tushuntirib bering.
6. Korrelyatsion tahlil qanday maqsadni ko`zlaydi? Regression tahlil-chi?
7. Korrelyatsion bog`lanishni modellashtirish jarayoni qanday bosqichlardan tarkib topadi? Har bir bosqichda qanday masalalar va usullar yordamida echiladi?
8. Adekvat model deganda nimani tushunasiz?
9. Juft korrelyatsiya nima? Ko`p o`lchovli korrelyatsiya-chi?
10. To`g`ri chiziqli regressiya deganda nimani tushunasiz? Tenglamasi qanday ko`rinishga ega va hadlari (koeffitsiyentlari) nimani anglatadi?

## VII BOB. BARQAROR IQTISODIY O`SISHNI EKONOMETRIK TADQIQ ETISH

### 7.1. Barqarorlik to`g`risida tushuncha. Iqtisodiy o`sh

Iqtisodiy o`shning statistik tahlilining asosini, iqtisodiy o`sh va o`sh omillari o`rtasida qanday bog`liq shakllari mavjud, bu bog`liqlik shakllarining eng muhimlari qaysi birlari va ular boshqalaridan nimasi bilan farq qiladi kabilarni aniqlash tashkil qiladi.

Iqtisodiy o`sh va uning omillar o`rtasidagi o`zaro bog`liqlar quyidagi o`ziga xos xususiyatlarga ega: bog`liqliklar yo`nalishi, bog`liqlikning vaqtli xususiyati, ya'ni bir martali yoki ko`p martali bog`liqliklari; bog`liqlik ma'nosi sababli yoki birgalikda ishtirok etuvchi.

Iqtisodiy o`sh va uni aniqlovchi omillar o`rtasidagi bog`liqliklar to`g`risidagi juda keng tarqalgan nuqtai nazar, sarf-ishlab chiqish shakldagi bog`liqlikni ko`rib chiqaylik. Odatda bu shakldagi bog`liqlikka iqtisodiy o`sh bitta ko`rsatkichga va ko`p bo`lmagan omillarga bog`liqdir degan tushuncha xosdir.

Keyin iqtisodiy o`shning ko`p ko`rsatkichli va ko`pomilli bog`liqliklar shakldagilari tahlil qilinadi va bu bog`liqliklar shakllarini qiyosiy taqqoslaymiz.

Iqtisodiy o`shning bir ko`rsatkichli konsepsiyasiga asosan ishlab chiqarishning o`zgarishi iqtisodiy o`shni tavsiflaydi. Sarfning o`zgarishi iqtisodiy o`sh omillarining o`zgarishi hisoblanadi.

Sarfning o`zgarishini iqtisodiy o`sh omili sifatida talqin qilish iqtisodiy o`sh va uning omillari o`rtasida bir taraflama bog`liqlik mavjudligini bildiradi. Bunda bog`liq sarfdan ishlab chiqishga yo`nalgan bo`ladi. Bog`liqning bu yo`nalishi iqtisodiy o`sh omillari nafaqat ishlab chiqarish natijalaridan oldinda bo`lishini balki, ishlab chiqarish natijalarining sababchisi va yuzaga keltiruvchisi ekanligini bildiradi. Ko`p hollarda iqtisodiy o`sh omillari moddiy boyliklar ishlab chiqarilishining va xizmat ko`rsatishning yuzaga kelishining asosiy sababchisi bo`ladi.



Sarf ishlab chiqarish shakldagi bog`liqlikning yana bir o`ziga xos xususiyati iqtisodiy o`shish natijalari va omillarning bir-biridan sifatiiy farqi natijasida yuzaga keladi.

Sarfni ishlab chiqarish omili sifatida foydalanish va buning natijasida iqtisodiy o`shish va uning omillari o`rtasida yuzaga keladigan o`ziga xos bog`liqliklar iqtisodiy o`shish nazariyasi uchun ham, ishlab chiqarish modeli uchun ham bir xil bo`ladi. Ishlab chiqarish modelida sof iqtisodiy tushuncha asosida izohlanadigan ishlab chiqarish jarayoni, ishlab chiqarish omillari va ishlab chiqilgan mahsulot asosiy tushunchalar hisoblanadi. Mahsulot ishlab chiqarish va ishlab chiqarish omillari ya'ni ishlab chiqarish omillarini aniq mahsulotga aylantirish jarayonini tahlil qilishda, ishlab chiqarish modelining markazini, asosini moddiy-texnik ko`rsatkichlar tashkil qiladi.

Ishlab chiqarish modeli boshlanishida kichik korxonalarining (korxonalar, zavodlar, fabrikalar) ishlab chiqarish quvvatlarini va samaradorliklarini o`rgansa, keyinchalik makro iqtisodiy muammolar yuzaga kelganidan keyin katta-katta iqtisodiy obyektlar, komplekslarni (iqtisodiy tarmoqlar, hatto butun iqtisodiyot) tahlil qilish vositasiga aylandi. Makroiqtisodiy o`shishni aniqlashda ishlab chiqarish modeli qo`llansa undagi sarf ko`rsatkichlari makroiqtisodiyotdagi usullar bilan aniqlanadi. Chunki, butun iqtisodiyotdagi sarf yoki ishlab chiqarish natijalari alohidagi korxonalarining sarfi va ishlab chiqarishi natijalarining yig`indisidir.

Faqat bitta rasmiy farq mavjud: alohida korxonalar ishlab chiqarishi va omillari o`rtasidagi bog`liqlik modellari ishlab chiqarish nazariyasi modeli deyiladi, butun iqtisodiyot darajasidagi ishlab chiqarish va omillar o`rtasidagi bog`liqlik iqtisodiy rivojlanish (o`shish) nazariyasi doirasida amalga oshiriladi.

Shunday qilib, iqtisodiy o`shish nazariyasi ma'no jihatidan ishlab chiqarish nazariyasi bilan chambarchas bog`langandir. Bu bog`liq faqat iqtisodiy o`shish omillari va ishlab chiqarish omillarining bir xilligida ko`rinmasdan, balki ishlab chiqarish nazariyasi muljal qilgan iqtisodiy rivojlanishning barcha bog`liqliklarida namoyon bo`ladi. Masalan, ishlab chiqarish nazariyasidagi, ishlab chiqarishda

qatnashadigan omillarni baholash shartlari iqtisodiy o`shish nazariyasida ham o`z kuchini saqlab qoladi.

Ko`p ko`rsatkichli iqtisodiy o`shishda kuzatiladigan bog`liqliklar bir ko`rsatkichli iqtisodiy o`shishda sabab-oqibat natijasida yuzaga keladigan bog`liqliklardan farq qiladi. Kichik iqtisodiy obyektlar masalan, rivojlanishi tashqi omil ta'siriga bog`liq bo`lgan ishlab chiqarish korxonasidan farqli ularoq butun milliy iqtisodiyotning o`shishi ta'sir qiluvchi tashki omil, iqtisodiy o`shish tushunchasiga to`g`ri kelmaydigan tabiiy sharoit hisoblanadi.

Jamg`arilgan mehnat miqdori bir tarafdin iqtisodiy o`shishga sabab bo`lsa, ikkinchi tarafdin iqtisodiy o`shishning o`zi hisoblanadi. Shuning uchun butun jamg`arilgan mehnat, uning ayrim qismlari xo`jalik faoliyatining qaysi sohalarida va qanday shakllarda tashkil topgan bo`lmasin ularni faqat iqtisodiy o`shishni ta'minlovchi tashqi omillar sifatida qarash mumkin emas, chunki ular iqtisodiy o`shishning natijalaridir.

Iqtisodiy o`shishning ananaviy omillarini bir-biridan farqlash uchun jamg`arilgan mehnatni iqtisodiy o`shishning omili deb qaramaymiz. Balki, jamg`arilgan mehnatni iqtisodiy o`shishni ham sarf tarafdin ham ishlab chiqarish natijalari tarafdin ifodalovchi tushuncha sifatida kiritamiz.

Butun iqtisodiy o`shish va uning ayrim qismlaridagi bog`liqliklar quyidagi xossalarga ega bo`ladi. Birinchidan ular bir-birini taqozo qilish xususiyatiga ega; iqtisodiy o`shish umuman har taraflama o`shish natijasidir shuning uchun ham xo`jaliklar rivojlanishi butun iqtisodiy o`shishni belgilaydi. Ikkinchidan bular bir martalik bog`liqliklardir, chunki iqtisodiy o`shish tomonlari tashqi omillar hisoblanmaydi, demak o`zlari tarkibiy qism sifatida kiruvchi iqtisodiy o`shishni vaqt bo`yicha orqada qoldirisha olmaydi. Butun iqtisodiy o`shish va uning ayrim tomonlari o`rtasidagi bog`liqliklarning uchinchi o`ziga xos xususiyatlari bog`lanish qonuniyatlarining tariflashidir.

Sabab-oqibat asosiy o`rin tutadigan qonuniyatlar asosida iqtisodiy o`shish va uning alohida tomonlari bilan bog`liqliklarni tahlil qilish yaxshi natija bermaydi. Chunki bu qonuniyatlarda sabab-oqibatdan tashqari, vaqt bo`yicha voqealarning

ketma-ketligi ham muhim ahamiyatga ega bo`ladi. Iqtisodiy o`shish va uning yo`nalishlari o`rtasidagi bog`liqliklarni ko`rsatish uchun bir vaqtda birgalikda bo`lib utuvchi voqealar qonuniyatlaridan foydalanish ko`zlangan natijani beradi. O.Lange qayd qilganidek shunday birgalikda va bir vaqtda yuzaga keluvchi bog`liqliklar, tuzilmalarni o`zgartuvchi voqea va qonuniyatlarga taalluqli bo`ladi.

Tahlil qilinadigan bog`liqliklarning bir vaqtda va birga yuz berishiga asosiy e`tiborni qaratgan holda, tahlilning iqtisodiy o`shish yo`nalishlarini, sabab-oqibat asosida emas, balki tuzilmaviy o`zgartirishlar asosida amalga oshiradigan usulidan foydalanish maqsadga muvofiq bo`ladi.

Tuzilmaviy tahlilda, iqtisodiy o`shishning yo`nalishlari aro munosabatlari ham miqdoriy ham sifatiiy tarafdin tekshiriladi. Bunda iqtisodiy o`shishning yo`nalishlari aro munosabatlari rivojlanish darajalarida va bosqichlarida saqlanib qolish yoki qolmasligini aniqlashdan iboratdir. Bundan tashqari mavjud munosabatlarni barqarorlashtirish, o`zgarish ahvollarini aniqlash va yo`nalishlarini iqtisodiy o`shish tarafiga yo`naltirilishi lozim.

Iqtisodiy o`shish va uning omillari o`rtasidagi bog`liqliklarning qaysi shakli yaxshi ekanligini iqtisodiy o`shish va uning omillarning iqtisodiy ma`nolariga asoslanib o`tkazilgan bir va ko`p tomonlama bog`liqliklarning qiyosiy tahlili beradi. Iqtisodiy o`shish va uning omillari o`rtasidagi bog`liqliklar quyidagicha aniqlanadi. Bir ko`rsatkichli va kam sonli omilli iqtisodiy o`shish sarf-ishlab chiqarish shakldagi bir taraflama bog`likda bo`ladi.

Milliy daromad va asosiy fondlar hamda ishchi kuchlari o`rtasidagi bog`liqlar yuqoridagi bir taraflama bog`liqliklarning tipik ko`rinishi hisoblanadi. Bunda mehnat va asosiy fondlar ishlab chiqarishga sarfni bildirsa, milliy daromad qilingan sarflarning natijasi sifatida qaraladi. Ammo milliy daromad va mehnat hamda asosiy fondlar o`rtasida esa ko`p tomonlama bog`liqliklar mavjud bo`ladi.

O`tkazilgan tahlillar shuni ko`rsatadiki, ma`lum davrlarda milliy daromad mavjud asosiy fondlar miqdorlariga bog`liq bo`lsa, shu davrda asosiy fondlarning o`zlari ham milliy daromadning bir qismi hisoblanadi.

Iqtisodiy o`shish va uning omillari o`rtasida bir martalik bog`liqliklar ham mavjudligini taxmin qilinadi. Masalan, shu davrda milliy daromad miqdori mehnat sarfining miqdori va sifati bilan belgilanadi. Ikkinchi tomondan mehnat sarfi ham milliy daromaddan alohida amalga oshirilmaydi. Bunda birinchi holda bog`liqlikning ishlab chiqarish va ikkinchi holda esa taqsimot tomoni ta`kidlanadi.

### 7.1-jadval

#### Iqtisodiy o`shish va uning omillari o`rtasidagi oddiy va murakkab bog`liqlar shakllarining asosiy xususiyatlari

Eng asosiy xususiyatlar	Bog`liqliklar xususiyatlari	
	bir taraflama	ko`p taraflama
Bog`liqliklarning asosiy ma`nolari	Bir taraflama	Ko`p taraflama
Yo`naltirilgan bog`liqlik	Vaqtiga mos kelmaydi	Bir vaqtda
Bog`liqlikning vaqtlilik xususiyatlari	Texnik-iqtisodiy	Ijtimoiy-iqtisodiy
Bog`liqliklar ma`nosi	Sabab-oqibat	Birga faoliyat ko`rsatuvchi
Bog`liqlikni oddiy ko`rinishda bera oladimi	Ha	Yo`q

Ko`p ko`rsatkichli va ko`p omilli iqtisodiy o`shish konsepsiyalari ko`rilganda, iqtisodiy o`shish va uning omillari o`rtasidagi bog`liqlarni sarf-ishlab chiqarish shakldagi bir tomonlama bog`liqliklar sifatida qarolmaydi. Haqiqatan bunda omillar iqtisodiy o`shishni turli yo`nalishlarini ifodalaydi, iqtisodiy o`shish va uning yo`nalishlari bir vaqtda ko`p yo`nalishli bo`lib, birga faoliyat ko`rsatadi.

Faqat iqtisodiy o`shish, uning omillari va xususiyatlari o`rtasidagi bog`liqliklarni emas, balki ularning yuzaga kelish sabablarini ham tahlil qilish talab qiladi. Umuman bir ko`rsatkichli va kam omilli iqtisodiy o`shishning oddiy iqtisodiy o`shish konsepsiyasi va ko`p ko`rsatkichli va ko`p omilli iqtisodiy o`shishni murakkab iqtisodiy o`shish konsepsiyasi deyiladi.

Iqtisodiy o`shish va uning omilari o`rtasida qanday bog`liqlik mavjudligi bo`lishi nuqtai nazaridan oddiy va murakkab iqtisodiy o`shish konsepsiyalarining mavjud ikkita farqi alohida ahamiyatga egadir. Birinchi farq shundan iboratki oddiy

konsepsiyaga asosan iqtisodiy o`shish va uning omillari har xil substansiyalarda bo`ladi, murakkab konsepsiyada esa bunday emas. Ikkinchi farq shundan iboratki oddiy konsepsiya iqtisodiy o`shish va uning omillari tor texnik-iqtisodiy ko`rinishdagi tushunchalarni ifodalasa iqtisodiy o`shish murakkab konsepsiyasida iqtisodiy o`shish va uning omillari ijtimoiy-iqtisodiy hayotning barcha o`ziga xos tomonlarini qamrab olgan tushunchalarni ifodalaydi.

Iqtisodiy o`shish va uning omillari o`rtasida bo`ladigan farqlar sababli oddiy konsepsiya omillari iqtisodiy o`shishdan ilgari yuzaga keluvchi bir taraflama bog`liqlikni ifodalaydi. Bunda bog`liqlik tushunchasi faqat iqtisodiy ma`noga ega bo`lganligi sababli bu bog`liqliklar vaqt davomida bir taraflama va bir-biriga to`g`ri kelmaydigan va eng muhimi bog`liqlikning sarf-ishlab chiqarish ko`rinishidagi texnik shaklini ifodalaydi.

Iqtisodiy o`shishning murakkab konsepsiyasida omillarning o`zlari iqtisodiy o`shishni yo`nalishlari bo`lganligi sababli ular o`zaro bog`langan, bir vaqtda va birga faoliyat ko`rsatadi. Bu konsepsiyada omillar nafaqat texnik, balki ijtimoiy-iqtisodiy bog`liqliklarni ham ifodalaydi.

Oddiy konsepsiyaning afzalligi shundan iboratki, sarf-ishlab chiqarishning texnik-iqtisodiy bog`liqliklarining modellari uchun modellashtirishning ko`p tekshirilgan va amalda qo`llanilgan usuli ishlab chiqarish funksiyalari foydalaniladi.

Yuqoridagi ko`rsatilgan afzallikdan tashqari oddiy konsepsiya qator kamchiliklarga ham ega. Uning birinchi va eng asosiy kamchiligi u iqtisodiy o`shish va uning omillari o`rtasidagi bog`liqliklarni faqat ishlab chiqarish korxonalarida darajasida ko`rib, butun milliy iqtisodiyot darajasida ko`rolmaydi. Ular uchun mehnat va asosiy fond ishlab chiqarishni tashkil qilish va ma`lum natijalarga erishish shartli hisoblanadi. Bu bog`liqliklar butun iqtisodiyot uchun ayrim xususiy hol sifatida qaraladi. Bir xil sarfda ham, milliy iqtisodiyotning o`shish darajasi taqsimotdagi farqlar sababli har xil bo`ladi.

Umuman olganda oddiy konsepsiyaning afzalliklar murakkab konsepsiyaning kamchiliklari hisoblanadi. Iqtisodiy o`shishning murakkab konsepsiyasidagi iqtisodiy o`shish va uning omillari o`rtasidagi bog`liqlikni modellashtirish ancha murakkab

jarayondir. Hozirgi imkoniyatlar va tahlil vositalari faqat bog`liqlik mavjudligini va uning ayrim xususiyatlarini va xossalarini aniqlaydi.

Ammo, murakkab konsepsiya iqtisodiy o`shida muhim rol o`ynaydigan ijtimoiy-iqtisodiy bog`liqliklarning barchasini qamrab oladi va makrodarajadagi bog`liqliklarni ifodalaydi.

## **7.2. Barqarorlikni yuqori darajadagi modellar yordamida tahlil qilish. Iqtisodiy o`shning ekonometrik tahlillarida ishlab chiqarish funksiyalarini qo`llash**

Ishlab chiqarish funksiyalari xo`jalik faoliyatining ishlab chiqarilgan mahsulotlari hajmi, mehnat va kapital sarfi, fondlar qaytimi mehnat unumdorligi kabi ko`rsatkichlararo bog`liqliklarni modellashtirish hisoblanadi.

Umumiy holda mahsulot ishlab chiqarish hajmi quyidagi funksiya ko`rinishida berishimiz mumkin.

$$N = f ( F_1, F_2, F_3 \dots F_n )$$

bunda N – ishlab chiqarilgan mahsulotlar hajmi;

$F_1, F_2, F_3 \dots F_n$  - ishlab chiqarishga, ya'ni iqtisodiy o`shga ta'sir qiluvchi omillar (mehnat, asosiy fondlar, xomash` va h.k.)

Shunday qilib ishlab chiqarilgan mahsulotlar hajmi va unga ta'sir qiluvchi omillar o`rtasidagi bog`liqliklarni ifodalovchi funksiya ya'ni ishlab chiqarish funksiyasini to`plam korrelyatsiya tenglamasi bilan ifodalash mumkin.

Iqtisodiy matematik modellarni tuzishda iqtisodiy o`sh (ishlab chiqiladigan mahsulotlar hajmi) va unga ta'sir qiladigan omillararo chiziqli bog`liqlik mavjud deyiladi. Bua tahmin iqtisodiy o`sh va uning omillararo bog`liqlikning proporsional aniq koeffitsiyenti, ishlab chiqarishga to`g`ridan to`g`ri sarf koeffitsiyenti bilan belgilanadi. Iqtisodiy o`sh tahlilida qo`llaniladigan chiziqli dasturlash modellaridagi ishlab chiqarilgan mahsulotlar hajmi va omillar (resurslar) sarfi to`g`ri proporsional nisbatda bo`ladi.

Ishlab chiqarishning chiziqli funksiyalaridan foydalanish amalda qo'llaniladigan va tuzish oson bo'lgan matematik modellarni tuzish imkonini beradi.

Ammo iqtisodiy o'sish va uning omillararo faqat chiziqli bog'liqlik bo'ladi deyish noto'g'ri tushunchadir. Haqiqatan iqtisodiy o'sish, xomashyo va asosiy vositalar sarfiaro chiziqli bog'liqlik mavjud bo'lsa, mehnat va asosiy fondlar sarfiaro bog'liqliklar chiziqli ko'rinishdan murakkabdir. Iqtisodiy o'sish tahlilining iqtisodiy-matematik modellarini tuzish va yangi usullardan foydalanish o'sish va uning omillari o'rtasidagi bog'liqliklarni chuqurroq va aniqroq o'rganib chiqishni talab etadi.

Ko'p hollarda iqtisodiy o'sishning chiziqsiz ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:

$$N = a_0 \cdot F_1^{a_1} \cdot F_2^{a_2} \cdot F_3^{a_3} \dots F_n^{a_n}$$

Bu ishlab chiqarish funksiyasi yordamida har bir omilning iqtisodiy o'sishga ta'sirini aniqlashimiz mumkin. Iqtisodiy o'sish tezligi ikki xil, o'sishning absolyut tezligi va o'sishning nisbiy tezligi ko'rinishida bo'ladi. Har ikkala o'sish tezligini alohida-alohida ko'rib chiqamiz.

Iqtisodiy o'sishning har bir omili uchun iqtisodiy o'sishning absolyut o'sish tezligi o'sishning chiziqsiz ko'rinishidan biron bir omil bo'yicha xususiy hosila olish bilan aniqlanadi. Masalan birinchi omil uchun

$$\frac{\partial N}{\partial F_1} = a_0 a_1 F_1^{a_1-1} \cdot F_2^{a_2} \cdot F_3^{a_3} \dots F_n^{a_n}$$

Ma'lumki, iqtisodiy o'sish uning barcha omillariga bog'liq. Omil bo'yicha olingan xususiy hosilalar nisbati bu omillarning o'rin almashuvining o'ziga xos me'yoriy ko'rsatkichi bo'ladi.

Iqtisodiy o'sishning absolyut tezligidan tashqari o'sishning nisbiy tezligi ham katta iqtisodiy ahamiyatga ega. Iqtisodiy o'sishning nisbiy tezligi o'sishning biron bir omil sarfi 1% o'zgarganda ishlab chiqarilgan mahsulot qancha foizga o'zgarishini ko'rsatuvchi miqdordir.

O`shning nisbiy tezligi absolyut tezlikni biron omilning (ishlab chiqarish resursi) bilan ishlab chiqarilgan mahsulot nisbatiga ko`paytirish yo`li bilan aniqlanadi.

Uning matematik ko`rini quyidagicha bo`ladi.

$$\frac{\partial N}{\partial F_1} \cdot \frac{F_1}{N} = \frac{(a_0 a_1 F_1^{a_1-1} - F_2^{a_2} - \dots - F_n^{a_n}) F_n}{N} =$$

$$= \frac{a_0 a_1 F_1^{a_1} - F_2^{a_2} - F_3^{a_3} \dots - F_n^{a_n}}{a_0 F_1^{a_1} - F_2^{a_2} - F_3^{a_3} \dots - F_n^{a_n}} = a_1$$

Iqtisodiy o`shning nisbiy tezligi ishlab chiqarishning omillar sarflari bo`yicha elastikligi deyiladi va odatda  $E$  bilan belgilanadi. Demak har qanday iqtisodiy o`sh omili (resurs turi) uchun ishlab chiqarishning omillar sarflari bo`yicha elastikligi

$$E_i = \frac{\partial N}{\partial F_i} \cdot \frac{F_i}{N} = a_i$$

bo`ladi.

Shunday qilib iqtisodiy o`sh ko`rsatkichi sifatida ishlab chiqarilgan mahsulot funksiyasidan foydalanilsa, sarflar bo`yicha elastikligi barcha o`sh omillari uchun o`zgarmas qiymatga ega bo`lib tegishli regressiya koeffitsiyentlarga teng bo`ladi. Boshqacha aytsak, mahsulot hajmining qancha bo`lishidan qat`iy nazar  $u$  – turidagi o`sh omilining (ishlab chiqarish resursining) sarfini 1% ga ko`paytirish ishlab chiqiladigan mahsulot hajmining  $a_u$  % ga ko`paytiradi.

Iqtisodiy o`sh tahlilida qo`llaniladigan ishlab chiqarish funksiyalarining xususiyatlarini aniqlashda umumiy elastiklik  $A$  ning miqdori bilan belgilanuvchi regressiya koeffitsiyentlari yig`indisi muhim ahamiyatga ega bo`ladi.

$$A = a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n$$

Agar iqtisodiy o`shning barcha omillari  $K$  marta o`zgarsa ishlab chiqiladigan mahsulotning miqdori quyidagicha bo`ladi.



$$N' = a_0 (kF_1)^{a_1} \cdot (kF_2)^{a_2} \cdot (kF_3)^{a_3} \cdot \dots \cdot (kF_n)^{a_n} =$$

$$= k^{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n} \cdot F_1^{a_1} \cdot F_2^{a_2} \cdot F_3^{a_3} \cdot \dots \cdot F_n^{a_n} = k^A N$$

bunda  $A=1$ ,  $A>1$  va  $A<1$  qiymatlarini qabul qilish mumkin.

Agar  $A=1$  bo`lsa, ishlab chiqarish sarfini  $k$  marta ko`paytirish, ishlab chiqilgan mahsulotlar miqdorlarining ham  $k$  marta ko`payishiga sabab bo`ladi, demak, iqtisodiy o`shishning ham shuncha marta o`shishiga olib keladi.

Agar  $A>1$  bo`lsa, ishlab chiqarish sarfining  $k$  marta ko`payishi ishlab chiqilgan mahsulot miqdorining  $k$  martadan ko`proq ko`payishiga sabab bo`ladi, iqtisodiy o`shishning  $k$  martadan ortiqroq ko`payishiga olib keladi.

Agar  $A<1$  bo`lishi ishlab chiqarish sarfining  $k$  marta ko`paytirish ishlab chiqilgan mahsulotning  $k$  marta ko`payishini ta'minlaydi, demak iqtisodiy o`shishning  $k$  martadan kamroq miqdorga ko`payishiga sabab bo`ladi.

Iqtisodiy o`shish tahlilida ishlab chiqarishning sarflari bo`yicha elastikligidan tashqari biron-bir omilning sarfini bir-birlikka ko`paytirganimizda va boshqa omillar o`zgarishsiz qolganda ishlab chiqilgan mahsulot miqdorining o`zgarishini ko`rsatuvchi differensiallashgan o`shish ko`rsatkichi ham mavjuddir.

Tahlilning ishlab chiqarish omillarining umumiy usuli, barcha omillarning bir vaqtda 1% o`zgarishi mahsulot miqdorining qanchaga o`zgarishini ko`rsatuvchi usuldir.

O`zaro almashuvning elastikliligi omillarning differensiallashgan o`shishining 1% ga o`zgarishi bilan belgilanadi.

Texnik vositalari va ma'nolari bilan bir-biridan farq qiladigan yuqoridagi ishlab chiqarish funksiyalaridan uchtasini ko`rib chiqaylik.

1. Kobb-Duglas (KD) funksiyasi.

2. UEU (Errou-Cheneri, Minxasa va Solou) funksiyasi yoki boshqacha aytganda ishlab chiqarish omillarining o`zgarmas elastikligi o`zaro almashuvi funksiyasi.

3.UChK (Bruno) funksiyasi, ya'ni omillarning ishlab chiqarishga o'zgarmas miqdorda (darajada) qatnashuvchi funksiyasi.

Ishlab chiqarish funksiyalarini amalda birinchi marta AQSh engil sanoatiga tegishli bo'lgan statistik ma'lumotlar asosida Ch.Kobb va P.Duglas tadqiq qilishib quyidagi ishlab chiqarish funksiyasini taklif qiladilar.

$$N = a_0 L^{a_1} \cdot K^{a_2}$$

bunda  $N$  – ishlab chiqilgan mahsulot miqdori;

$L$  – ishchi kuchi miqdori;

$K$  – asosiy kapital.

Tenglama parametrlari boshlanishida  $a_1 + a_2 = 1$  deb qabul qilinadi. Bu shart bo'yicha mahsulot ishlab chiqarishning ko'payishi iqtisodiy o'sish ish kuchining va kapitalning miqdoriy o'sishi bilan amalga oshadi degan xulosaga olib keladi. Umuman bu qandaydir ma'noda iqtisodiy to'g'ri, agar ishlab chiqarish korxonalar soni ortsa albatta mahsulotlar miqdori ham ortadi.

Ammo chuqur tahlil ishlab chiqarish hajmiga nisbatan omillar sarfi neytral munosabatda bo'lmasligini ta'kidladi. Ayrim tarmoqlarda (energetika, metallurgiya) korxonalar o'lchamining kattalashuvi, mehnat va kapital sarfini ko'payish yaxshi samara bersa, boshqa ko'p ishlab chiqarish tarmoqlarida (qishloq xo'jaligi, savdo, engil sanoat) mehnat va kapital sarfining kengayishi ma'lum chegaralardan so'ng samaradorlikning pasayib ketishiga sabab bo'ladi. Agar ishlab chiqarish funksiyalari parametrlarini aniqlashda  $a_1 + a_2 = 1$  sharti qo'yilsa natijasida tarmoq va tarmoqlar guruhlari ishlab chiqarishlari kengayishining samaradorligini ko'rsatuvchi elastiklik koeffitsiyentiga ega bo'linadi, agar  $a_1 + a_2 > 1$  bo'lsa, samaradorlik bor, o'suvchi, agar  $a_1 + a_2 < 1$  bo'lsa, ishlab chiqarish korxonalari hajmining o'sishi samaradorlikning pasayishiga sabab bo'ladi.

Iqtisodiy o'sishda ishlab chiqarish resurslari hajmini ko'paytirish bilan bir qatorda texnika va texnologiyani takomillashtirish, ishchilar malakasini oshirish, ishlab chiqarishni to'g'ri tashkil qilish va boshqarish shu kabi omillarning ham ahamiyati katta bo'ladi.

Texnik taraqqiyotlar ishlab chiqarish funksiyalarida vaqt davomida ishlab chiqarishning o`shishi tendensiyalari shakllarida beriladi. Shularni hisobga olgan Kobb-Duglas ishlab chiqarish funksiyasi quyidagi ko`rinishni oladi:

$$N = a_0 L^{a_1} \cdot K^{a_1} \cdot e^{\lambda t}$$

$e^{\lambda t}$  texnik progress bilan bog`liq ishlab chiqarishning vaqt davomida o`shish tendensiyasi.

Tahlilning yanada chuqurroq amalga oshirilishi texnik taraqqiyotning moddiylikni, mehnat va fondlari sifati yaxshilanganligi va ularning  $L$ ,  $K$  larning miqdorlariga ta'sirini aniqlashga imkon beradi. Ishlab chiqarishning vaqt davomida o`shish tendensiyasi esa ishlab chiqarishni tashkil qilish va boshqarish samadorligi bilan belgilanadi.

Makrodarajadagi ishlab chiqarish funksiyalariga mehnat va kapital bilan bir qatorda tabiiy resurslardan foydalanish ham kiradi.

Ishlab chiqarish omillarining o`zgarmas elastikli o`zaro almashinish (UEU) funksiyasi

$$N = a_0 \left[ \delta L^{-p} + (1 - \delta) K^{-p} \right]^{-\frac{1}{p}}$$

bunda  $\delta$  - ishlab chiqarish hajmini ko`paytirishda mehnat va kapital omillarining qatnashish nisbatining parametri;

$P$  - o`rin almashish elastikligiga bog`liq bo`lgan o`zaro almashuvning parametri;

$a_0$  – proporsionallik koeffitsiyenti.

Boshqa funksiyalarga qaraganda UEU funksiyasida ilmiy-texnik taraqqiyotlari natijalari kengroq hisobga olinadi.

$$N = a_0 e^{\lambda t} \left[ \delta h^{-p} + (1 - \delta) K^{-p} \right]^{\frac{h}{p}}$$

bu erda  $h$  - ishlab chiqarish omillaridan olinadigan umumiy foyda.

UDQ ishlab chiqarish funksiyasida omillarning ma'lum doiralarida funksiyasida parametrlari ma'nolari Kobb-Duglas funksiyasidagi parametrlar ma'nolariga to`g`ri keladi.

$$N = a_0 l^{a_1} K^{a_2} - mh$$

KD funksiyasiga kirmaydigan  $m$  - nomuvozanatlik parametri bo`lib, uning qiymati mehnat va kapital “bozori”dagi muvozanatsizlik ko`lamini, ya’ni mehnat va kapitalga bo`lgan talab farqini ifodalaydi.

Bruno UDQni uch variantini ishlab chiqqan. Barcha variantlar mehnatning o`rtacha unumdorligi ish haqi bilan chiziqli bog`liqda bo`lishini ta’kidlaydi va matematik quyidagicha beradi:

$$\frac{N}{h} = cw + d$$

UDQning birinchi variantda mehnatning differensiallashgan unumdorligi va asosiy fondlarning unumdorligi ishlab chiqarishning bir omillarining bahosi bilan belgilanadi va funksiya quyidagi ko`rinishni oladi:

$$N = a_0 L^{a_1} K^{1-a_1} - mL$$

bunda  $a_1 = 1/c$ ;  $m = d/(c-1)$

UDQning ikkinchi variantda kapital bozorida muvozanat yo`q, asosiy fondlarning differensiallashgan “unumdorligi” unga quyilgan stavkalar foiziga to`g`ri kelmaydiga va funksiya quyidagi matematik ko`rinishda bo`ladi:

$$N = a_0 h^{a_1} K^{a_2} - mL$$

UDQning uchinchi varianti bo`yicha mehnat bozorida ham kapital bozorida ham muvozanat bo`lmaydi.

Bundan tashqari  $\frac{\partial N}{\partial L} = pw + q$  deyiladi va funksiya

$$N = q_0 L^{a_1} K^{a_2} - mL$$

ko`rinishni oladi.

Iqtisodiy o`rinishni baholash tahlil qilish uchun funksiyalarning quyidagi oltita obyektiv xususiyatlari tanlab olinadi.

1. Har bir KD, UEU va UDQ funksiyalari ikkita o`zgaruvchi; mehnat va asosiy fondlarga bog`liqdir.

2. Uchala funksiyalarning shunday variantlari borki omillarning ishlab chiqarishning ko`paytirishga qatnashishlarining umumiy ko`rsatkichlari va birga teng bo`ladi.

3. Uchala funksiyalarning shunday variantlari borki, omillarning ishlab chiqarishni ko`paytirishga qatnashishlarining umumiy ko`rsatkichlari birga teng bo`lmaydi.

4. Uchala funksiyalar uchun omillarning o`zaro almashuvi biron-bir omil nolga aylanguncha davom etishi mumkin.

5. Omillar sarfiga nisbatan ishlab chiqarishning elastikli KD funksiya uchun o`zgarmasdir, UEU va UDQ funksiyalari uchun o`zgaruvchidir.

6. O`zaro almashuvning elastikligi KD funksiya uchun o`zgarmas va birga teng bo`ladi, UEU funksiya uchun o`zgarmas va birga teng bo`lmaydi, UDQ funksiya uchun o`zgaruvchandir.

Ishlab chiqarish funksiyalari yuqoridagi oltita obyektiv xususiyatlaridan tashqari bitta subyektiv xususiyatiga ham e`tibor qilinishi lozim.

7. KD va UEU larni amalda qo`llash mehnat va kapital bozorida muvozanat mavjud degan farazga asoslanadi. UDQning ayrim variantlari mehnat bozorida ham kapital bozorida ham bunday muvozanat yo`q degan farazga asoslanadi.

### **Nazorat savollar**

1. Iqtisodiy o`shning statistik tahlili nima?
2. Iqtisodiy o`sh omillari qanday turlarga bo`linadi?
3. Bir omilli iqtisodiy o`shni qanday tushunasiz?
4. Ko`p omilli iqtisodiy o`shga ta`rif bering.
5. Bir va ko`p ko`rsatkichli bog`liqliklarni o`zaro farqi qanday?
6. Ko`p ko`rsatkichli va ko`p omilli bog`liqliklarni tushuntirib bering.
7. Sarf-ishlab chiqarish shakldagi bog`liqliklarni tavsiflab bering.

8. Iqtisodiyotning absolyut o`shishi tezligi deganda nimani tushunasiz?
9. Iqtisodiyotning nisbiy o`shish tezligiga tavsif bering.
10. Elastiklik koeffitsiyentini tushuntirib bering.



Rekursiv tenglamalar tizimi, bunda bog`liq o`zgaruvchilar  $y_i$  ( $i=1, \dots, n$ ), bog`liq bo`lmagan o`zgaruvchilar  $x_j$  ( $j=1, \dots, m$ ) larning va oldin aniqlangan bog`liq o`zgaruvchilar  $y_1, y_2, \dots, y_{i-1}$  larning funksiyasi sifatida ko`rsatiladi:

$$\begin{aligned} y_1 &= a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + \dots + a_{1m} x_m + \varepsilon_1 \\ y_2 &= b_{21} y_1 + a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + \dots + a_{2m} x_m + \varepsilon_2 \\ &\dots \dots \dots \\ y_n &= b_{n1} y_1 + b_{n2} y_2 + \dots + b_{nn-1} y_{n-1} + a_{n1} x_1 + a_{n2} x_2 + \dots + a_{nm} x_m + \varepsilon_n \end{aligned}$$

Tizimning xar bir tenglamasi parametrlari, eng kichik kvadratlar usuli yordamida, birinchi tenglamadan boshlab, ketma ket aniqlanadi.

O`zaro bog`liq tenglamalar tizimi, bunda xar bir bog`liq o`zgaruvchi  $y_i$  ( $i=2, \dots, n$ ) boshqa bog`liq o`zgaruvchilar  $y_k$  ( $k \neq i$ ) va bog`liq bo`lmagan o`zgaruvchilar  $x_j$  ( $j=1, \dots, m$ ) ning funksiyasi sifatida keltirilgan:

$$\begin{aligned} y_1 &= b_{12} y_2 + b_{13} y_3 + \dots + b_{1n} y_n + a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + \dots + a_{1m} x_m + \varepsilon_1 \\ y_2 &= b_{21} y_1 + b_{23} y_3 + \dots + b_{2n} y_n + a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + \dots + a_{2m} x_m + \varepsilon_2 \\ &\dots \dots \dots \\ y_n &= b_{n1} y_1 + b_{n2} y_2 + \dots + b_{nn-1} y_{n-1} + a_{n1} x_1 + a_{n2} x_2 + \dots + a_{nm} x_m + \varepsilon_n \end{aligned}$$

Bu tizim eng ko`p tarqalgan bo`lib, birlashgan, bir vaqtli tenglamalar tizimi nomi bilan ataladi. Uni tarkibiy model shakli (TMSh) deb ham atashadi.

TMSh o`zgaruvchilarning ba`zi koeffitsiyentlari nolga teng bo`lishi mumkin, bu holat mazkur o`zgaruvchilarning tenglamada mavjud bo`lmasligini bildiradi. Masalan, narx va ish haqi dinamikasi modeli TMSh ko`rinishida yoritilishi mumkin:

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

bunda  $y_1$  – ish haqi o`zgarishi tempi;

$y_2$  – narxlar o`zgarishi tempi;

$x_1$  – ishsizlar foizi;

$x_2$  – doimiy kapital o`zgarishi tempi;

$x_3$  – xom ashyo importi narxlarining o`zgarish tempi.

Ikkita tenglamadan tashkil topgan mazkur tizim ikkita bog`liq, endogen ( $y_1, y_2$ ) va uchta bog`liq bo`lmagan, ekzogen ( $x_1, x_2, x_3$ ) o`zgaruvchilardan iborat. Birinchi



tenglamada  $x_2$  va  $x_3$  o'zgaruvchilari mavjud emas. Bu koeffitsiyentlar  $a_{12} = 0$  va  $a_{13} = 0$  ekanligini bildiradi.

## **8.2. Ekonometrik tenglamalar tizimi parametrlarini hisoblash uslubiyoti**

Ekonometrik tenglamalar tizimi parametrlarini yuqorida keltirilgan “eng kichik kvadratlar” usuli yordamida hisoblash mumkin.

Ekonometrik tizimlar bo'yicha prognozlash uchun ketma-ket bir nechta bosqichlardan o'tish lozim:

1. Berilgan ma'lumotlar asosida korrelyatsion tahlil o'tkaziladi:
    - a) xususiy korrelyatsiya koeffitsiyentlar matritsasi hisoblanadi;
    - b) juft korrelyatsiya koeffitsiyentlari matritsasi hisoblanadi.
  2. Korrelyatsion tahlil natijasida tanlangan omillar asosida regressiya tenglamasi quriladi;
  3. Qurilgan tenglamalar tizimi quyidagi mezonlar bo'yicha baholanadi:
    - a) Fisher mezoni;
    - b) Styudent mezoni;
    - v) Darbin-Uotson mezoni;
    - g) ko'plik korrelyatsiya koeffitsiyenti;
    - d) determinatsiya koeffitsiyenti;
    - e) approksimatsiya xatoligi.
  4. Qurilgan tenglamalar tizimi mezonlarga mos kelsa, keyin asosiy ko'rsatkich tenglama asosida prognoz davri hisoblanadi.
  5. Ishlab chiqarish funksiyasini asosiy xususiyatlari quyidagilar hisoblanadi:
    - a) o'rtacha unumdorlik omillari;
    - b) chegaraviy unumdorlik omillari;
    - v) resurslar bo'yicha elastiklik koeffitsiyentlari;
    - g) resurslarga talab;
    - d) resurslarni almashtirish chegaralari.
- Tarkibiy modelni koeffitsiyentlarini baholashda bir qator usullar qo'llaniladi.

Aniq identifikatsiyalanadigan tarkibiy modelda qo'llanadigan bilvosita eng kichik kvadratlar usulini (BEKK) ko'rib chiqamiz. Mazkur usulni ikkita endogen va ikkita ekzogen ko'rsatkichlardan iborat bo'lgan quyidagi identifikatsiyalanadigan model misolida ko'rib chiqamiz:

$$y_1 = b_{12} y_2 + a_{11} x_1 + \varepsilon_1$$

$$y_2 = b_{21} y_1 + a_{22} x_2 + \varepsilon_2$$

Modelni tuzish uchun 8.1-jadvalda keltirilgan ma'lumotlar bilan foydalanamiz.

### 8.1 -jadval

#### Haqiqiy ma'lumotlar asosida tenglamalar tizimining parametrlarini hisoblash

N	y <sub>1</sub>	y <sub>2</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>
1	33,0	37,1	3	11
2	45,9	49,3	7	16
3	42,2	41,6	7	9
4	51,4	45,9	10	9
5	49,0	37,4	10	1
6	49,3	52,3	8	16
Summa	270,8	263,6	45	62
O'rtacha qiymat	45,133	43,930	7,500	10,333

Tarkibiy modelni keltirilgan shakliga tubdan o'zgartiramiz:

$$y_1 = d_{11} x_1 + d_{12} x_2 + u_1$$

$$y_2 = d_{21} x_1 + d_{22} x_2 + u_2$$

$u_1$  va  $u_2$  – tasodifiy xatolar.

Har bir keltirilgan shakldagi tenglamasi uchun  $d$  koeffitsiyentlarini hisoblashda EKK usuli qo'llanilishi mumkin.

Hisoblashlarni osonlashtirish uchun o'rtacha darajadan  $y = y - y_{o'rt.}$  va  $x = x - x_{o'rt.}$  ( $y_{o'rt.}$  va  $x_{o'rt.}$  – o'rtachalar) chetlanishlar bilan foydalansa bo'ladi. Tubdan o'zgartirilgan 8.1-jadvaldagi ma'lumotlar 8.2-jadvalga tortilgan. Shu erda  $d_{ik}$

koeffitsiyentlarni aniqlash uchun kerakli oraliq hisobotlar keltirilgan. Birinchi keltirilgan tenglamaning  $d_{ik}$  koeffitsiyentlarini aniqlash uchun quyidagi normal tenglamalar tizimini ishlatish mumkin:

$$\sum y_1 x_1 = d_{11} \sum x_1^2 + d_{12} \sum x_1 x_2$$

$$\sum y_1 x_2 = d_{11} \sum x_1 x_2 + d_{12} \sum x_2^2$$

8.1-jadvalda hisoblangan summa qiymatlarini o`rniga qo`yib chiqib, quyidagini olamiz:

$$83,102 = 33,5 d_{11} - 29,001 d_{12}$$

$$-20,667 = -29,001 d_{11} + 155,334 d_{12}$$

Yuqoridagi tenglamalarning echilishi quyidagi qiymatlarni beradi  $d_{11} = 2,822$  va  $d_{12} = 0,394$ .

## 8.2 -jadval

### Keltirilgan model shaklini tuzish uchun o`zgartirilgan ma'lumotlar

$n$	$u_1$	$u_2$	$x_1$	$x_2$	$u_1 * x_1$	$x_1^2$	$x_1 * x_2$	$u_1 * x_2$	$u_2 * x_1$	$u_2 * x_2$	$x_2^2$
1	-12,13	-6,784	-4,500	0,667	54,599	20,250	-3,002	-8,093	30,528	-4,525	0,445
2	0,767	5,329	-0,500	5,667	-0,383	0,250	-2,834	4,347	-2,664	30,198	32,115
3	-2,933	-2,308	-0,500	-1,333	1,467	0,250	0,667	3,910	1,154	3,077	1,777
4	6,267	1,969	2,500	-1,333	15,668	6,250	-3,333	-8,354	4,922	-2,625	1,777
5	3,867	-6,541	2,500	-9,333	9,667	6,250	-23,333	-36,091	-16,353	61,048	87,105
6	4,167	8,337	0,500	5,667	2,084	0,250	2,834	23,614	4,168	47,244	32,115
Summa	0,002	0,001	0,000	0,002	83,102	33,500	-29,001	-20,667	21,755	134,417	155,334

Keltirilgan shaklning birinchi tenglamasi quyidagi ko`rinishga ega bo`ladi:

$$y_1 = 2,822 x_1 + 0,394 x_2 + u_1$$

Ikkinchi keltirilgan tenglamaning  $d_{2k}$  koeffitsiyentlarini aniqlash uchun quyidagi normal tenglamalar tizimini ishlatish mumkin:

$$\sum y_2 x_1 = d_{21} \sum x_1^2 + d_{22} \sum x_1 x_2$$

$$\sum y_2 x_2 = d_{21} \sum x_1 x_2 + d_{22} \sum x_2^2$$

8.2–jadvalda hisoblangan summa qiymatlarini o`rniga qo`yib chiqib, quyidagini olamiz:

$$21,755 = 33,5 d_{21} - 29,001d_{22}$$

$$134,417 = -29,001d_{21} + 155,334d_{22}$$

Yuqoridagi tenglamalarning echilishi quyidagi qiymatlarni beradi  $d_{21}=1,668$  va  $d_{22}=1,177$ .

Keltirilgan shaklning ikkinchi tenglamasi quyidagi ko`rinishga ega bo`ladi:

$$y_2 = 1,668 x_1 + 1,177 x_2 + u_2.$$

Keltirilgan shakldan tarkibli shaklga o`tish uchun keltirilgan model shaklning ikkinchi tenglamasidan  $x_2$  ni topamiz:

$$x_2 = (y_2 - 1,668 x_1) / 1,177.$$

Bu ifodani keltirilgan modelning birinchi tenglamasiga qo`yib chiqib, tarkibli tenglamani topamiz:

$$\begin{aligned} y_1 &= 2,822 x_1 + 0,394 (y_2 - 1,668 x_1) / 1,177 = \\ &= 2,822 x_1 + 0,335 y_2 - 0,558 x_1 = 0,335 y_2 + 2,264 x_1 \end{aligned}$$

Shunday qilib  $b_{12} = 0,335$ ;  $a_{11} = 2,264$ .

Keltirilgan model shaklning birinchi tenglamasidan  $x_1$  ni topamiz:

$$x_1 = (y_1 - 0,394 x_2) / 2,822.$$

Bu ifodani keltirilgan modelning ikkinchi tenglamasiga qo`yib chiqib, tarkibli tenglamani topamiz:

$$\begin{aligned} y_2 &= 1,177 x_2 + 1,668 (y_1 - 0,394 x_2) / 2,822 = \\ &= 1,177 x_2 + 0,591 y_1 - 0,233 x_2 = 0,591 y_1 + 0,944 x_2 \end{aligned}$$

Shunday qilib  $b_{21} = 0,591$ ;  $a_{22} = 0,944$ .

Tarkibli shaklning ozod hadlarini quyidagi tenglamalardan topamiz:

$$A_{01} = y_{1, \text{o`rt.}} - b_{12} y_{2, \text{o`rt.}} - a_{11} x_{1, \text{o`rt.}} = 45,133 - 0,335 * 43,93 - 2,264 * 7,5 = 13,436$$

$$A_{02} = y_{2, \text{o`rt.}} - b_{21} y_{1, \text{o`rt.}} - a_{22} x_{2, \text{o`rt.}} = 43,93 - 0,591 * 45,133 - 0,944 * 10,333 = 7,502$$

So`nggi tarkibli modelning ko`rinishi:

$$y_1 = a_{01} + b_{12} y_2 + a_{11} x_1 + \varepsilon_1 = 13,436 + 0,335 y_2 + 2,264 x_1 + \varepsilon_1$$

$$y_2 = a_{02} + b_{21} y_1 + a_{22} x_2 + \varepsilon_2 = 7,502 + 0,591 y_1 + 0,944 x_2 + \varepsilon_2$$



ham tenglama o`ta identifikatsiyalanadigan, boshqalari esa identifikatsiyalanadigandir.

Agar, TMSHning  $i$ -tenglamasida endogen o`zgaruvchilar sonini  $N$  orqali va tizimda mavjud bo`lgan, lekin ushbu tenglamaga kirmaydigan oldindan belgilangan o`zgaruvchilarni  $D$  orqali belgilasak, modelning identifikatsiya sharti quyidagi hisob qoidasi ko`rinishida yozilishi mumkin:

agar  $D+1 < H$  tenglama identifikatsiyalanmaydi;

agar  $D+1 = H$  tenglama identifikatsiyalanadi;

agar  $D+1 > H$  tenglama o`ta identifikatsiyalanadi.

Identifikatsiya uchun mazkur qoida kerakli, ammo etarli shart emas. Keltirilgan qoidadan tashqari, tenglama identifikatsiyasini aniqlash uchun ko`shimcha shart bajarilishi lozim.

Ko`rib chiqilayotgan tenglamada mavjud bo`lmagan, lekin tizimga kirgan endogen va ekzogen o`zgaruvchilarni tizimda ta`kidlab chiqamiz. Boshqa tenglamalarda o`zgaruvchilar koeffitsiyentlaridan matritsasini tuzamiz. Agar o`zgaruvchi tenglamaning chap tomonida joylashgan bo`lsa, bunda koeffitsiyentni teskari belgi bilan olish kerak. Agar olingan matritsasini determinanti nolga teng bo`lmasa va darajasi bir kam tizimda endogen o`zgaruvchilar sonidan kam bo`lmasa, bunda mazkur tenglama uchun identifikatsiyaning etarli sharti bajarilgan.

Buni quyidagi tarkibli model misolida tushuntirib beramiz:

$$y_1 = b_{12} y_2 + b_{13} y_3 + a_{11} x_1 + a_{12} x_2$$

$$y_2 = b_{21} y_1 + a_{22} x_2 + a_{23} x_3 + a_{24} x_4$$

$$y_3 = b_{31} y_1 + b_{32} y_2 + a_{31} x_1 + a_{32} x_2$$

Har bir tizimning tenglamasini kerakli va etarli identifikatsiya sharti bajarilishiga tekshirib chiqamiz. Birinchi tenglamada uchta endogen o`zgaruvchilar:  $y_1$ ,  $y_2$  va  $y_3$  ( $H=3$ ) mavjud. Unda ekzogen o`zgaruvchilar  $x_3$  va  $x_4$  ( $D=2$ ) qatnashmayapti. Kerakli identifikatsiya sharti bajarilgan  $D+1=H$ .

Kerakli shartga tekshirish uchun  $x_3$  va  $x_4$  o`zgaruvchilar koeffitsiyentlaridan iborat bo`lgan matritsasini tuzamiz (3-jadval). Jadvalning birinchi ustunida ekzogen o`zgaruvchilar  $x_3$  va  $x_4$  koeffitsiyentlari tizimining 2 va 3 tenglamaliridan olingan deb

ko`rsatilgan. Ikkinchi tenglamada mazkur o`zgaruvchilar mavjud bo`lib, ularning koeffitsiyentlari  $a_{23}$  va  $a_{24}$  larga mos ravishda teng. Uchinchi tenglamada yuqoridagi o`zgaruvchilar qatnashmaydi, ya'ni ularning koeffitsiyentlari nolga teng. Matritsasining ikkinchi satri noldan iborat bo`lgani uchun, matritsaning determinanti xam nolga teng. Demak, etarli sharti bajarilmagan va birinchi tenglamani identifikatsiyalanadigan deb hisoblasa bo`lmaydi.

### **Nazorat savollari**

1. Qaysi hollarda bir vaqtli ekonometrik modellar tuziladi va buning sababi nimada?
2. Bir vaqtli tenglamalar tizimini echishda qanday usullardan foydalaniladi?
3. Nima uchun ekonometrik modellar tenglamalar tizimi ko`rinishida ifodalanadi?
4. Tenglamalar tizimini identifikatsiyalashda qanday muammolar mavjud?
5. Tenglamalar tizimida endogen o`zgaruvchilar qanday tanlanadi?
6. Ekzogen o`zgaruvchilar nima va ular ekonometrik modelda qanday ahamiyatga ega?
7. Tenglamalar tizimida lagli o`zgaruvchilar qanday hisobga olinadi?
8. Bir vaqtli tenglamalar tizimining iqtisodiy ahamiyati nimadan iborat?

## IX BOB. ADAPTIV-IMITATSION EKONOMETRIK MODELLAR

### 9.1. Adaptiv-imitatsion modellashtirish

Adaptiv-imitatsion modellashtirishni quyidagi ekonometrik modellar modellar namunasida ko`rib chiqamiz.

Talab va taklifning ekonometrik modellari. Bozor muvozanati xolatida resurslarning taqsimlanishi samaralimi yoki yo`qmi, bunda umumiy yutuq maksimal qiymatga erishadimi degan savolga javob axtarish uchun uni tahlil qilamiz. Bozor muvozanat xolatida bo`lganida muvozanat narx bozorda ishtirok etishi mumkin bo`lgan sotuvchi va xaridorlarni aniqlab beradi. Bozorda mahsulotni shunday xaridorlar xarid qiladilar, agarda ular mahsulotni uning bozor narxidan yuqori baholaydilar (talab egri chizig`ida  $CA$  kesma bilan ifodalangan bo`lak); mahsulotni uning narxidan past baholagan individlar ( $AE$  kesma bilan ifodalangan bo`lak), uni xarid qilishdan bosh tortadilar. Xuddi shuningdek, xarajatlari mahsulot narxidan past bo`lgan ishlab chiqaruvchilar ( $DA$  kesma bilan ifodalangan) mahsulotni ishlab chiqaradilar va sotadilar; xarajatlari bozor narxidan yuqori bo`lgan firmalar ( $AG$  kesma bilan ifodalangan), uni ishlab chiqarish bilan shug`ullanishni to`xtatadilar (9.1-rasm).

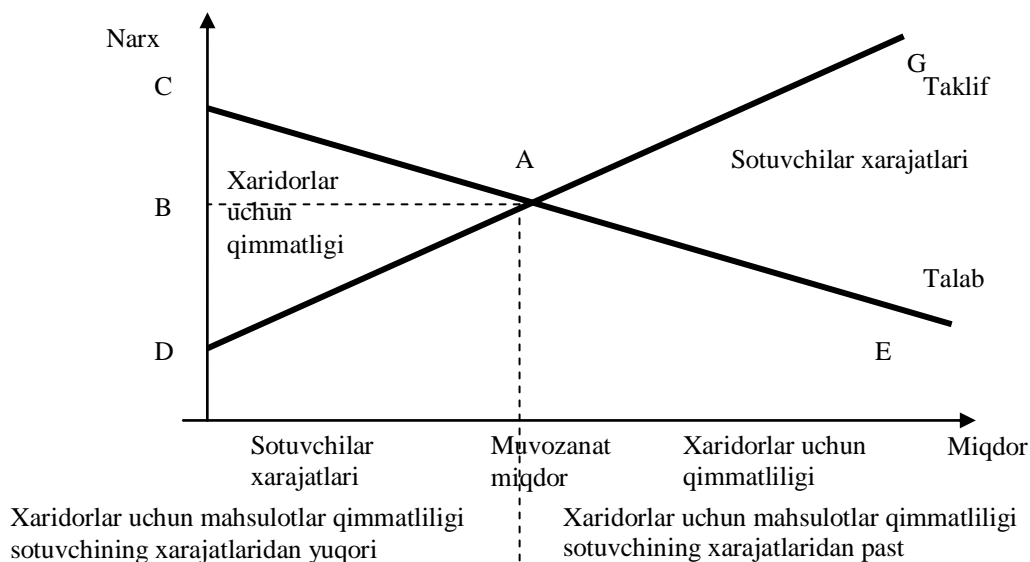
Sof raqobatga asoslangan bozorni kuzatishlarga asoslanib quyidagi xulosalarni qilish mumkin:

1. Erkin raqobat bozorlari taklif qilinayotgan mahsulotlarni ularni narxidan qimmatroq baholaydigan xaridorlar o`rtasida taqsimlaydi (ularni pulini to`lashga tayyorliklari bilan aniqlanadi), qolgan potentsiall xaridorlarga nisbatan.

2. Erkin bozorlar ishlab chiqarish xarajatlari past bo`lgan etkazib beruvchilarning mahsulotlariga talabni shakillantiradi.

3. Erkin bozorlar shunday miqdorda mahsulot ishlab chiqaradiki, ular iste'molchilar va ishlab chiqaruvchilarning umumiy yutuqlarini maksimalaydi.



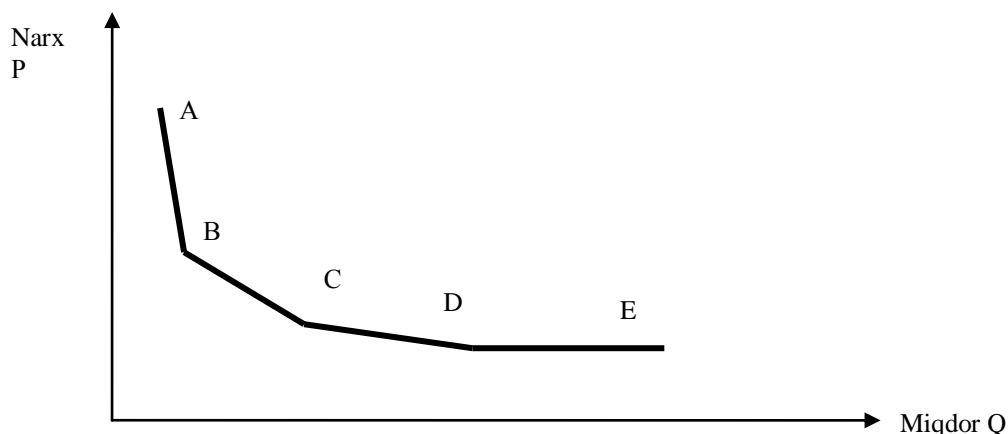


### 9.1-rasm. Muvozanat miqdorning samaraligi

Ushbu xulosalarning to'g'riligiga ishonch xosil qilish uchun yuqoridagi grafikka yana bir nazar tashlaymiz. Talab chizig'i xaridorlar uchun mahsulotning qimmatligini ifodalaydi, taklif chizig'i esa – ishlab chiqaruvchilarning xarajatlarini. Muvozanat darajasidan past bo'lgan ishlab chiqarish xajmda xaridor uchun mahsulotning qimmatligi ishlab chiqarish xarajatlaridan ortiq bo'ladi. Bu sohada ishlab chiqarishning o'sishi umumiy yutuqni ortishiga olib keladi va bu ortish ishlab chiqarilayotgan mahsulotning miqdori muvozanat darajasiga erishmagunicha davom etadi. Ishlab chiqarishning muvozanatdan yuqori bo'lgan hajmda mahsulotning qimmatligi xaridor uchun ishlab chiqaruvchining xarajatlaridan pastdir. Shunday qilib, muvozanat hajmdan ortiq mahsulotni ishlab chiqarish umumiy yutuqni qisqarishiga olib keladi.

Erkin bozor faoliyati natijalari haqida yuqorida qilingan hulosalar shuni ko'rsatadiki, talab va taklifning muvozanati iste'molchilar va ishlab chiqaruvchilarning yutuqlarini yig'indisini maksimalaydi. Boshqacha qilib aytganida, resurslarning samarali allokatseyasi bozor muvozanatining natijasidir. Erkin bozor sharoitida shakllanadigan bozor narxining o'zi xaridor va sotuvchilarning harakatlarini iqtisodiy resurslarni shunday taqsimlanishiga yo'naltiradiki, buning natijasida umumiy yutuq maksimalashadi.

Bozor talabi egri chizig`i. Alohida bir mahsulotga bo`lgan bozor talabi, bu shu bozorda ishtirok etuvchi barcha xaridorlarning individual talablarining yig`indisidir. Bozor talabining asosida individual talab yotadi va uni shakillanishiga har bir alohida iste`molchining talablari ta`sir o`tkazadi. Bozorda talab hajmi faqat mahsulotning narxiga bog`liq bo`lmaydi, shu bilan xaridorlarning daromadlaridan, ularning did va afzallik bildirishlari, kutishlari va boshqa o`zaro bog`liq mahsulotlar narxlari hamda xaridorlar sonidan ham bog`liq bo`ladi. Bozor talabi egri chizig`ini hosil qilish uchun individual talablar egri chiziqlarini gorizontol qo`shib chiqish kerak bo`ladi. Ya`ni bozorda bo`lishi mumkin bo`lgan xar bir narx bo`yicha mahsulotning talab qilinayotgan umumiy miqdori aniqlanadi. Buning uchun gorizontol o`qi bo`yicha individual talab miqdorlarni qo`shib chiqiladi. Hosil bo`lgan bozor talabi egri chizig`ini bozor mexanizmini faoliyatini o`rganishda, korxonalarni joylashtirish va rivojlantirishda foydalanish mumkin. Bozor talabi egri chizig`ining ko`rinishi 9.2-rasmda keltirilgan.



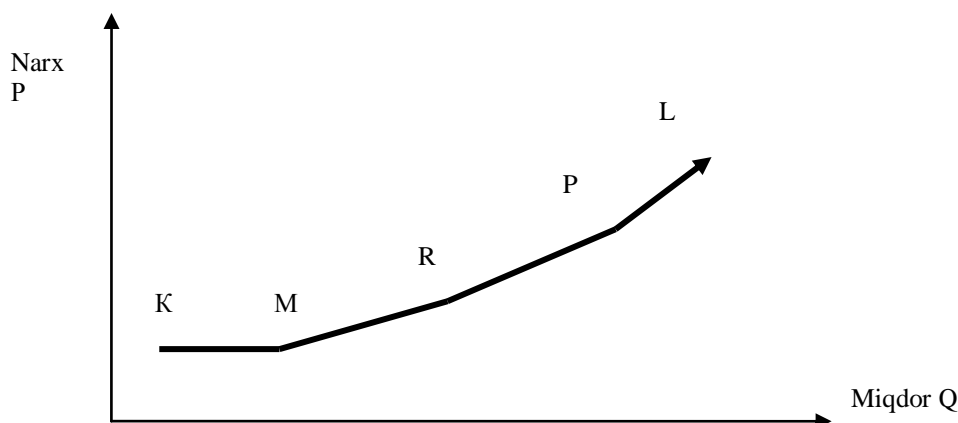
**9.2-rasm. Bozor talabi egri chizig`i**

Bozor talabi egri chizig`i siniq chiziqlardan tashkil topgan bo`lib, bu siniq chiziqlar xar bir individual xaridorning talab chizig`idan iboratdir. Bozorda xaridorlar ko`p bo`lsa siniq chiziq tekis egri chiziq ko`rinishiga keladi.

Bozor faoliyatining ikkinchi ishtirokchilari – ishlab chiqaruvchilarning individual takliflarining umumiy yig`indisi - bozor taklifi egri chizig`ini hosil qiladi (9.3-rasm).

Bozor taklifi hajmi alohida sotuvchilarning taklifini aniqlovchi omillardan bog`liq bo`ladi: mahsulot narxi, ishlab chiqarish resurslarining narxi, texnika darajasi

va kutishlardan hamda etkazib beruvchilarning sonidan. Bozor taklifi egri chizig`i ham siniq chiziq ko`rinishida bo`lib quyida keltiriladi.



**9.3-rasm. Bozor taklifi egri chizig`i**

Bozor taklifi egri chizig`i siniq chiziqlardan tashkil topgan bo`lib har bir siniq chiziq bir ishlab chiqaruvchining taklif egri chizig`idir. Bozor taklifi egri chizig`ini hosil qilish uchun individual taklif egri chiziq lari gorizonta l bo`yicha qo`shiladi. Ya`ni, har bir narxda umumiy taklif hajmini aniqlash uchun individual taklifni gorizonta l o`qi bo`yicha qo`shiladi.

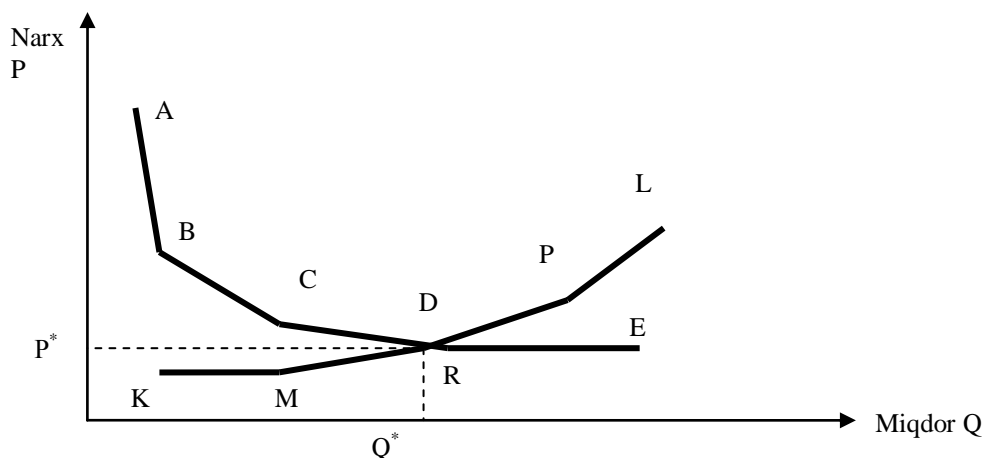
Bozorda umumiy talab va umumiy taklif birgalikda namoyon bo`lgani uchun ularning grafiklarini bir koordinata o`qida ifodalaymiz. Quyida keltirilayotgan 9.4-rasmda bozor talabi va bozor taklifi bir nuqtada kesishadi.

Ushbu rasmdagi bozor talabi egri chizig`idagi AB, BC, CD, DE kesmalarning har biri alohida iste`molchining individual talab funksiyalaridir. Xuddi shuningdek, bozor taklifi egri chizig`idagi KM, MP, RP va PL kesmalar alohida ishlab chiqaruvchilarning individual taklif funksiyalaridir.

Shunday qilib aytish mumkinki, har bir iste`molchi va ishlab chiqaruvchi bozorga o`zlarining barcha xususiyatlarini aks ettiruvchi talab va taklif funksiyalari bilan chiqadilar. Keltirilgan modelda bu xususiyatlar faqat mahsulot narxida o`z aksini topgan.

Bozorda umumiy talab va umumiy taklif muvozanatga kelishgan nuqtada muvozanat narx -  $P^*$  va muvozanat ishlab chiqarish miqdori -  $Q^*$  aniqlanadi. Bozor ishtirokchilarining har biri o`z talab va taklif funksiyasiga ega bo`lganliklari uchun bu

narxda kim qancha mahsulot ishlab chiqaradi va kim undan qancha miqdorda xarid qilishi mumkinligini tezda aniqlab oladilar.



**9.4-rasm. Bozor talabi va bozor taklifi muvozanati**

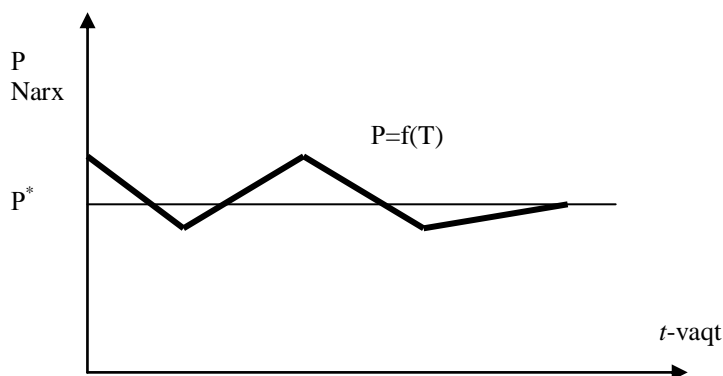
Yuqoridagi grafikda keltirilgan bozor talabi va bozor taklifi funksiyalari yordamida korxonani joylashtirish va rivojlantirish modelini tuzish uchun quyidagi shartlar berilgan deb faraz qilamiz: bozorda ishtirok etuvchi  $n$  –iste’ molchining har birining talab funksiyasi  $q^1_D(P), q^2_D(P), \dots, q^n_D(P)$ , berilgan bo’lsin. Xuddi shuningdek, bozorda ishtirok etuvchi  $m$ -ta ishlab chiqaruvchilarning ham taklif funksiyalari ma’lum bo’lsin:  $q^1_S(P), q^2_S(P), \dots, q^m_S(P)$ . Ular yordamida bozor talabi va bozor taklifi funksiyalarini aniqlaymiz.

$$Q_D = q^1_D(P) + q^2_D(P) + \dots + q^n_D(P)$$

$$Q_S = q^1_S(P) + q^2_S(P) + \dots + q^m_S(P)$$

Bozor talabi va bozor taklifi funksiyalarining egri chiziqlari kesishgan nuqtada bozorni muvozanatga olib keluvchi talab va taklif miqdori aniqlanadi. Bozorda mahsulotning bozor narxi aniqlanganidan so`ng uning har bir ishtirokchisi o`zlarining iste’mol qilish va ishlab chiqarish imkoniyatlarini o`zlarining talab va taklif funksiyalari yordamida aniqlaydilar. Natijada xar bir ishlab chiqaruvchi mahsulot ishlab chiqarishni rejalashtirgan korxonasida qancha miqdorda mahsulot ishlab chiqarsa qanday miqdorda yutuq - foyda olishini aniqlaydi. Bu ma’lumotlar asosida u qilgan xarajatlari va olinadigan natijalarni solishtirib bu sohada biznes bilan shug`ullanish mumkinmi, yoki bu sohani tark etish kerakligi haqida muammoni hal qiladi.

Bu model korxonalarni joriy davrda joylashtirish masalasini modellashtiradi. Agar kelgusi davr uchun korxonalarni rivojlantirish masalasi ko`tarilsa, ushbu bozorda mahsulot narxini o`zgarish dinamikasini kuzatish kerak bo`ladi. Bunday masalani echish uchun korxonani rivojlanishini bashorat qilinishda ko`zda tutilayotgan davrlar uchun bozorda mahsulot narxining o`zgarishini aniqlash kerak bo`ladi. Quyidagi 9.5-rasmda mahsulot narxini vaqt o`zgarishi bilan tebranish dinamikasi grafigi keltirilgan.



### **9.5-rasm. Bozorda mahsulot narxini vaqt bo`yicha o`zgarish dinamikasi**

Shunday qilib, iqtisodiy farovonlik instrumentlari – iste`molchilar va ishlab chiqaruvchilarning yutuqlari erkin bozorlarni samaradorligini baholash bilan birga korxonalarining joylashishi va rivojlanishini modellashtirishda maqsad mezoni ko`rsatkichlari sifatida ham foydalanish mumkin. Bunda bozorning har bir ishtirokchisi faqat o`zi manfaatlarini, farovonligini ko`zlab ish yuritsa ham, bozor narxi sharoitni muvozanat holatiga olib kelishga harakat qilib, bozor ishtirokchilarining barchasini manfaatlarini maksimallashtiradi.

Bozor samaradorligi muammosini hal qilishda va iste`molchilar va ishlab chiqaruvchilarning yutuqlari ko`rsatkichlaridan korxonalarni joylashtirish va rivojlantirish modellarida maqsad mezoni sifatida foydalanishda bozorning faoliyati bilan bog`liq bir nechta taxminlar qilingan edi. Agar bu taxminlar o`z kuchini yo`qotsa, yuqorida qilingan xulosalar shubha o`yg`otishi mumkin. Bularga quyidagilar kiradi:

1. Yuqoridagi xulosalar takomillashgan raqobat sharoitida faoliyat olib boruvchi bozorlarga taalluqlidir. Haqiqatda esa bozorlardagi raqobat sharoiti sof

raqobatdan juda ham uzoq. Ba'zi bir bozorlar bir yoki bir necha sotuvchilar yoki xaridorlar iborat bo'lib, ular bozor narxini nazorat, yoki bozor ustidan hukumronlik qilish imkoniyatiga ega bo'ladilar. Bozor ustidan hukumronlik qilish imkoniyatlari samaradorlikni pasayishiga olib kelishi mumkin, negaki hukumronlik qilish etkazib beruvchilarga mahsulot narxi va hajmini talab va taklif muvozanati holatidan uzoqroqda bo'lgan darajada ushlab turish imkonini beradi.

2. Bozor faoliyati natijalari faqat xaridor va sotuvchilarning xatti-harakatlariga bog'liq deb taxmin qilingan edi. Ammo haqiqatda ularning qarorlari faqat bu bozorga emas, shu bilan boshqa bozorga taalluqli subyektlarga ta'sir qilishi ham mumkin. Xaridor va sotuvchilar iste'mol qilish va ishlab chiqarish haqida qaror qabul qilib, boshqa bozorlardagi holatlarni hisobga olmaydilar. Shuning uchun ushbu bozordagi muvozanat holati boshqa bozorlardagi muvozanat holatiga to'g'ri kelmasligi mumkin va shu bilan ularning qarorlari butun jamiyat uchun samarali bo'lmasligi mumkin.

## **9.2. Tavakkalchilikni bashoratlash baholarini adaptiv-imitatsion modellashtirish**

Makroiqtisodiy jarayonlar butun milliy iqtisodiyotning barcha tarmoqlarini qamrab oladi. Makroiqtisodiy jarayonlar asosan uchta katta jarayonlarni o'rganadi va tushuntirib beradi. Bular:

1. Ishsizlik.
2. Inflyatsiya.
3. Iqtisodiy o'sish.

Ishsizlik - bu mamlakat miqyosida faol, mehnatga yaroqli aholining ish bilan band bo'lmasligi tushuniladi.

Inflyatsiya - mamlakat miqyosida umumiy baholarning o'sishini ko'rsatadi.

Iqtisodiy o'sish - mamlakat aholisiga yalpi ichki mahsulotning yildan-yilga ko'proq ishlab chiqarilishi tushuniladi.

Ushbu uchta ko'rsatkich makroiqtisodiy muammolar hisoblanadi. Iqtisodiyotning beqaror rivojlanishi tufayli yuqoridagi muammolar vujudga keladi. Ushbu muammolarni hal qilishning bir necha usullari mavjud.

Ushbu muammolar turli xil sharoitlar, davlat olib borayotgan iqtisodiy siyosati, fiskal va monetar siyosat orqali vujudga kelishi mumkin.

Milliy iqtisod darajasida shakllantiriladigan kengaytirilgan takror ishlab chiqarish modeli o'sish sur'ati va proporsiyalarni aniqlash uchun xizmat qiladi. Iqtisodiy o'sishning bir sektorli va ikki sektorli modellarini ko'rib chiqish mumkin. Bunday modellarni yaratish uchun quyidagi belgilar qabul qilinadi.

$X(t)$  - bir yilda ishlab chiqarilgan milliy daromad;

$Y(t)$  - noishlab chiqarish sohasidagi asosiy fondlarning o'sishiga ketgan xarajatlar hamda qo'shiladigan milliy daromadning iste'mol qilinadigan qismi;

$J(t)$  - asosiy ishlab chiqarish fondlarining o'sishiga kapital qo'yilmalar;

$S(t)$  - sof ishlab chiqarishga kapital qo'yilmalar me'yori (hissasi).

Bunday iqtisodiy mazmunga binoan quyidagi ifodani yozish mumkin:

$$X(t) = Y(t) + J(t).$$

Jamg'arma me'yori esa

$$S(t) = \frac{J(t)}{X(t)}.$$

formula bo'yicha aniqlanadi.

Jamg'arma me'yorini miqdori bilan iqtisodiy o'sish sur'ati o'rtasida uzviy aloqa mavjud. Bu bog'liqlikni ifodalash uchun  $V(t)$  parametri belgilanadi. U milliy daromadning joriy o'sishi bilan asosiy ishlab chiqarish fondlariga (ya'ni, sarflangan kapital samarasining darajasi) sof kapital qo'yilmalar yig'indisi o'rtasidagi nisbati xarakterlaydi:

$$U(t) = \frac{X(t+1) - X(t)}{Y(t)} = \frac{\Delta X(t)}{Y(t)},$$

$$Y(t) = S(t) \cdot X(t)$$

bo'lganligi uchun

$$U(t) = \frac{\Delta X(t)}{S(t) \cdot X(t)}; \quad \frac{\Delta X(t)}{X(t)} = S(t) \cdot U(t)$$

ega bo'lamiz.

Binobarin, milliy daromadning o'sish sur'ati sarflangan kapital samarasining jamg'arma iqtisodiy o'sish shaklini ifodalaydi. Agar jamg'arma me'yori va kapital

qo`yilma bilan ta'minlanganlik iqtisodiy o`shish va oshish (kamayish) ning mustaqil parametrlari bo`lsa, jamg`arish me'yori boshqa teng sharoitlarda milliy daromad o`shish sur'atlarining proporsional ortishi (kamayishi) bilan birga kechadi. Sarflangan kapital samaradorligini doimiylik darajasini qabul qilib, Xarrod-Domarning iqtisodiy o`shish modeliga ega bo`lamiz.

$$X(t) = Y(t) + J(t)$$

$$\Delta K(t) = J(t)$$

$$J(t) = S \cdot X(t)$$

$$X(t) = q \cdot K(t)$$

Bunda  $K(t)$  iqtisodiyotdagi asosiy ishlab chiqarish fondlarining hajmini belgilaydi.  $q$  fondlarning samaradorlik koeffitsiyentidir  $q=X/K$ . Bu modelda “kechikish” yo`q bo`lganda, iqtisodiy o`shishning uzoq muddatli sur'ati tenglamasini chiqarish mumkin:

$$\lambda = \frac{\Delta X(t)}{X(t)} = q \cdot S.$$

Iqtisodiy o`shishning nazariy modelida yangi ishlab chiqarish quvvatlarini ko`rish va o`zlashtirish ma'lum vaqtni (lagni), ya'ni  $L$  va  $K$  o`rtasidagi vaqt lagi mavjud) olishi fakti abstraktlashtiradi.

Pirovard xilma-xil nisbatdan differensial tenglama orqali uzluksiz yozish shakliga o`tamiz.

Bunda mehnat unumdorligining o`shish sur'ati

$$q(t) = \frac{X(t)}{L(t)}$$

va uning fond bilan ta'minlanganligini

$$q(t) = \frac{K(t)}{L(t)}$$

bog`lovchi o`zaro nisbatga asoslanamiz; bu erda  $L(t)$  ijtimoiy ishlab chiqarishda band bo`lgan ishchilar sonini ifodalaydi. Demak,

$$\frac{q(t)}{q(t)} = F\left(\frac{U(t)}{U(t)}\right).$$



Rejali iqtisodiyot sharoitida ish bilan band bo`lganlar o`shish sur`atining  $L/L=n$  qandaydir barqaror ekzogen shakllantiruvchi mavjud deb taxmin qilish mumkin.

Iqtisodiy o`shishning bir sektorli makroiqtisodiy modeli ("Solou modeli") quyidagicha yoziladi:

$$X(t) = Y(t) + U(t) \cdot K(t) = I(t)$$

$$\frac{q'(t)}{q(t)} = F\left(\frac{U'(t)}{U(t)}\right) \quad \frac{L'(t)}{L(t)} = \text{const} = n.$$

Rasman yuqorida keltirilgan model iqtisodiy rivojlanishning statsionar traektoriyasini beradi. Bunda daromadning o`shishi jamg`arish me'yoriga bog`liq bo`lmaydi. Jumladan, ( $F$  chiziqli funksiyasi uchun) biz quyidagini olamiz:

$$\frac{X}{Y} = n \cdot \frac{\nu}{1 - \alpha}.$$

Shunga ko`ra statsionar traektoriyadagi o`shish sur`ati jamg`arish me'yoring darajasidan qat`iy nazar ish bilan bandlikni o`shishi hamda  $\alpha$  va  $\nu$  parametrlari (texnik taraqqiyot sur`ati) bilan aniqlanadi.

### Nazorat savollari

1. Adaptiv -imitatsion ekonometrik modellar qachon qo`llaniladi?
2. Korrelyatsiya tahlilining mohiyati nimadan iborat?
3. Regressiya tahlilining mazmunini tushuntirib bering.
4. Dispersiya tahlili nimaga asoslanadi?
5. Omilli tahlil qachon qo`llaniladi?
6. Statistik modellashtirish usulining mohiyatini tushuntirib bering.
7. Bog`lanish zichligi deganda nimani tushunasiz?
8. Bog`liq va bog`liq bo`lmagan o`zgaruvchi deb nimaga aytiladi?
9. Ko`plik korrelyatsiyasi nimani bildiradi?
10. Analitik forma nimani bildiradi?

## GLOSSARIY

- Alternativ xarajatlar** – resurslardan eng samarali foydalanishdan voz kechish natijasida yo`qotilgan imkoniyatlar bilan bog`liq xarajatlar. Yoki iqtisodiy tanlov natijasida eng yaxshi alternativ variantdan olinadigan foydadan voz kechishni aks ettiruvchi xarajatlar.
- Alternativ xarajatlar tamoyili** – noyob resurslardan foydalanish yo`nalishlarining barchasidan olinadigan foyda va xarajatlar solishtiriladi va eng yuqori alternativ xarajatga ega bo`lgan variant tanlanadi.
- Asosiy fondlar** – o`zining buyum shaklini o`zgartirmagan holda xo`jalik faoliyatida ko`p martalab foydalaniladigan mehnat vositalari.
- Axborot texnologiyalari** – biznes jarayonlarini amalga oshirishda ma`lumotlarni yig`ish, qayta ishlash, saqlash va uzatishning kompleks vositalari.
- Befarqlik egri chizig`i** – bu iste`molchi uchun bir xil naf beruvchi ne`matlar kombinatsiyalarini ifodalovchi chiziqdir.
- Biznes-tizim** pirovard maqsadi mahsulot ishlab chiqarish hisoblangan biznes-jarayonlarining o`zaro bog`liq to`plamidir.
- Bozor infratuzilmasi** – mahsulot (xizmatlar) ishlab chiqaruvchini iste`molchi bilan yagona bozor makonida birlashtirib, ishlab chiqarish va iste`mol ko`lamlari o`rtasidagi ziddiyatli bartaraf etuvchi va uning barcha ishtirokchilari oldilariga qo`ygan maqsadlariga erishishlarini ta`minlovchi muassasalar va vositachilik tarkiblari tizimi.
- Bozor muvozanati** – bozordagi talab va takliflarning miqdoran va tarkiban bir-biriga muvofiq kelishidir.
- Daromad** – tadbirkorlik yoki boshqa faoliyat natijasida pul yoki natura shaklida olinadigan mablag`lar.
- Funksiya** – qisqartirilgan biznes-jarayoni bo`lib, u o`zining etkazib beruvchi va iste`molchilariga, kirish va chiqishiga ega hamda o`z navbatida keyingi darajadagi funksiyalar bilan tushuntirib berilishi va ifodalanishi mumkin.
- Izokvanta** – bir xil hajmdagi mahsulotni ishlab chiqarishni ta`minlaydigan ishlab chiqarish omillari sarflari kombinatsiyalarini ifodalovchi egri chiziqdir.

- Izokosta** – umumiy qiymati bir xil boʻlgan ikkita ishlab chiqarish omili sarflarining barcha kombinatsiyalarini ifodalovchi nuqtalarni oʻz ichiga oluvchi ishlab chiqarish xarajatlarini ifodalovchi chiziq.
- Investitsiya** – foyda olish maqsadida sarmoyani biror korxonaga uzoq muddatli sarflash.
- Ishlab chiqarish** – biznes korxonalarining asosiy faoliyat turi boʻlib, bu jarayon cheklangan resurslardan foydalangan holda amalga oshiriladi.
- Ishlab chiqarish funksiyasi** – sarflanadigan ishlab chiqarish omillari miqdori bilan, ushbu omillardan foydalangan holda maksimal ishlab chiqariladigan mahsulot oʻrtasidagi bogʻliqlikni ifodalovchi matematik bogʻlanish.
- Iqtisodiy-matematik usullar** – bu kompleks iqtisodiy va matematik ilmiy fanlarning umumiy nomi boʻlib, ular yordamida iqtisodiy jarayonlarni oʻrganish vositalari ishlab chiqiladi.
- Iqtisodiy model** – Iqtisodiy obyektlarning soddalashtirilgan nusxasi
- Iqtisodiy resurslar** – bu iqtisodiy neʼmatlarni ishlab chiqarishda qatnashadigan elementlar (er, mehnat, kapital, tadbirkorlik qobiliyati va axborot)
- Iqtisodiy oʻsish** – mamlakat miqyosida yalpi ichki mahsulotning aholi jon boshiga yildan-yilga barqaror oʻsib borish jarayonidir
- Kon'yunktura** – bozor mexanizmi sharoitlarida rivojlanishning qonuniyatli shakllari davlat tomonidan tartibga solinishi va raqobatning, isteʼmolchilar, korporatsiyalar hamda davlat muassasalari va korxonalar tomonidan qaror qabul qilishdagi mutaqillikning muvozanati bilan belgilanuvchi jarayonlar: muayyan iqtisodiy faoliyat omillari va shart-sharoitlari yigʻindisi.
- Korrelyatsion tahlil** – omillar orasidagi bogʻlanish zichligini oʻrganish usulidir.
- Korrelyatsiya** – ikki va undan ortiq oʻzaruvchilar orasidagi bogʻlanish zichligini aniqlovchi koʻrsatkich.
- Matematik modellashtirish** – oʻrganilayotgan jarayonlarni matematik tenglamalar va tengsizliklar koʻrinishida ifodalash usulidir.

<b>Materiallar</b>	– ishlab chiqarish jarayonida tayyor mahsulotga aylanadigan har qanday moddiy buyumlar.
<b>Mehnat unumdorligi</b>	– korxonada ma'lum vaqtda (1 soatda, 1 kunda, 1 oyda, 1 yilda) bitta ishchiga to'g'ri keladigan mahsulot hajmi.
<b>Model</b>	– o'rganilayotgan jarayonni kichiklashtirilgan holda, grafik, rasm, maketlar ko'rinishida o'rganishga aytiladi.
<b>Muvozanat</b>	– bu tizimning shunday bir holatiki, agar unga biror bir tashqi kuch ta'sir etmasa, u o'zining ushbu holatini saqlab qoladi.
<b>Muvozanat narx</b>	– bu shunday narxki, bu narxda bozorda taklif qilinadigan ne'mat miqdori, unga bo'lgan bozordagi talab miqdoriga teng.
<b>Omilar mahsuldorligining kamayish qonuni</b>	– biror bir ishlab chiqarish omilidan foydalanish oshib borganda (boshqa omillardan foydalanish o'zgarmaganda), shunday bir nuqtaga erishiladiki, ushbu nuqtadan boshlab qo'shimcha ishlatilgan omil ishlab chiqarish hajmini kamaytiradi.
<b>Optimallashtirish tamoyili</b>	– har bir faoliyatdan va resurslardan foydalanishda maksimal foyda olish
<b>Optimallik</b>	– bu mavjud taqchil resurslardan foydalanish bo'yicha eng samarali (qulay) variantdir.
<b>Raqobat</b>	– bir xil mahsulot ishlab chiqaruvchi firma va korxonalarining iqtisodiy musobaqasi.
<b>Regression tahlil</b>	– bu ikki va undan ortiq omillar o'rtasida matematik bog'lanishlarni aniqlash usulidir.
<b>Regressiya</b>	– bir necha nuqtalar bo'yicha egri chiziqni aniqlashdir.
<b>Reja</b>	– Biror natijaga erishish uchun oldinda belgilab olingan sxemaga asosan bosqichma-bosqich harakat qilish jarayonidir.
<b>Resurslar</b>	– bu iqtisodiyotdagi ijtimoiy ishlab chiqarishda foydalaniladigan barcha zahiralari va texnologik omillarning real oqimlaridir.
<b>Resurslar noyobligi</b>	– bu biror tovar yoki xizmatni ma'lum vaqt oralig'ida chegaralanganligidir.

<b>Samaradorlik</b>	korxonada biznes-jarayonlarini to`g`ri tashkil etish natijasida daromadlarning xarajatlardan yuqori bo`lish ko`rsatkichidir.
<b>Sistema (tizim)</b>	– bu o`zaro bog`liq elementlar to`plami.
<b>Sintez</b>	– tizimda faoliyat qilayotgan elementlarni bir butunga birlashtirib o`rganuvchi usuldir.
<b>Tahlil</b>	– o`rganiladigan obyektlarni tashkil etuvchi elementlarga bo`luvchi, ularning tizimdagi o`rni va rolini tushuntirib beruvchi, shu bilan birga tizim tarkibini aniqlovchi usuldir.
<b>Ta`minlovchi jarayonlar</b>	– biznes-jarayonlariga xizmat qilish bo`yicha, tashkilot ichki masalalarini yechishni pirovard maqsad qilib qo`ygan jarayondir.
<b>Tez o`suvchi korxonalar</b>	– tezroq kichik biznes chegarasidan chiqib, mustaqil rivojlanishni xohlovchi korxonalar. Tez o`suvchi korxonalar kichik biznes korxonasi bo`lib, ular tezkor o`shish tendensiyasiga va qo`yilgan sarmoyaning yuqori qaytimligiga hisoblanadi.
<b>Texnologiya</b>	– bu tovarlar ishlab chiqarish va xizmatlar ko`rsatish to`g`risidagi amaliy bilimlardir.
<b>Tizim tarkibi</b>	– bu elementlar tarkibi va ularni birlashtirish usullaridir.
<b>Transaksion xarajatlar</b>	– bu tovar almashish sohasidagi xarajatlardir. Bu tushuncha 1937 yilda birinchi bo`lib R.Kouz tomonidan kiritilgan. Transaksion xarajatlar o`z ichiga quyidagi xarajatlarni oladi: axborot olish, o`zaro kelishuv va uchrashuvlar bilan bog`liq xarajatlar, tovarlar xususiyatini aniqlash bilan bog`liq xarajatlar, mulk huquqini himoya qilish va boshqalar.
<b>Uzoq muddatli oraliq</b>	– firmalarning barcha ishlab chiqarish resurslarini hajmini o`zgartira oladigan vaqt oralig`idir.
<b>Umumiy xarajat</b>	– qisqa muddatli oraliqda ma`lum miqdorda mahsulot ishlab chiqarish uchun sarflangan o`zgarmas va o`zgaruvchan xarajatlar yig`indisi.
<b>Fan-texnika taraqqiyoti</b>	– bu ishlab chiqarishda fan va texnika erishilgan so`nggi yutuqlarni qo`llash jarayonidir.
<b>Firma</b>	– ishlab chiqarish resurslari egalarining qarorlarini va manfaatlarini muvofiqlashtiruvchi institutsional tuzilma.

- Foyda** – umumiy daromaddan umumiy xarajatlarni chegirib tashlangan qismi.
- Chekli daromad** – qo`shimcha bir birlik mahsulotni sotish natijasida umumiy daromadning o`sgan qismi.
- Chekli mahsulot** – o`zgaruvchan resurslar kombinatsiyasini kichik miqdorda qo`shimcha sarfi hisobidan umumiy mahsulotning o`sgan qismidir.
- Chekli naflik** – bu naflik funksiyasidan biror bir ne`mat o`zgaruvchisi bo`yicha olingan xususiy hosiladir.
- Chekli naflik-ning kamayish qonuni** – bu biror bir ne`matdan har bir birlik qo`shimcha iste`mol (boshqa ne`matlar iste`moli hajmi o`zgarmaganda) oldingisiga nisbatan kamroq naf berishidir.
- Chekli xarajat** – ishlab chiqarish hajmini kichik miqdorga (odatda bir birlikka) oshirish bilan bog`liq bo`lgan qo`shimcha umumiy xarajat.
- Chetlanish** – bu haqiqiy natija bilan kutiladigan natija o`rtasidagi farq.
- Elastiklik** – biror o`zgaruvchining bir foizga o`zgarishi natijasida boshqa bir o`zgaruvchining ma`lum foiz miqdorga o`zgarishini ko`rsatuvchi sonidir.
- Ekzogen o`zgaruvchilar** – tashqi o`zgaruvchilar bo`lib, ular oldindan beriladi va modelga kiritiladi.
- Endogen o`zgaruvchilar** – model ichida, hisob-kitoblar asosida shakllanuvchi o`zgaruvchilar.
- O`zgarimas xarajat** – bu qisqa muddatli oraliqda mahsulot ishlab chiqarish hajmiga bog`liq bo`lmagan xarajattir.
- O`zgaruvchan xarajat** – mahsulot ishlab chiqarish hajmiga bog`liq bo`lgan xarajat, ya`ni mahsulot hajmi oshganda yoki kamayganda o`zgaradigan xarajat.
- O`rtacha daromad** – sotilgan bir birlik mahsulotga to`g`ri keluvchi daromad yoki pul tushumi.
- O`rtacha mahsulot** – umumiy mahsulotni ushbu mahsulotni ishlab chiqarish uchun sarflangan o`zgaruvchan ishlab chiqarish omillari sarfiga nisbatiga aytiladi.
- O`rtacha o`zgarimas xarajat** – bir birlik mahsulotga to`g`ri keladigan o`zgarimas xarajat.

**O`rtacha o`zgaruvchan xarajat** – bir birlik ishlab chiqarilgan mahsulotga to`g`ri keladigan o`zgaruvchan xarajat.

**Qisqa muddatli oraliq** – shunday vaqt oralig`iki, firma bu oraliqda faoliyat ko`rsatsa, u ishlab chiqarish omillaridan kamida bittasi hajmini o`zgartira olmaydi.

## **Foydalanilgan adabiyotlar ro`yxati**

1. Кремер Н.Ш. Эконометрика: Учебник. /Под. ред. Н.Ш. Кремера. –М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2008. -250 с.
2. Шодиев Т.Ш. ва бошқалар. Эконометрика. –Т.: ТДИУ, 2007. -98 б.
3. Абдуллаев О.М., Ходиев Б.Ю., Ишназаров А.И. Эконометрика. Учебник. –Т.: Fan va texnologiya. 2007. – 560 с.
4. Эконометрика: Учебник. /Елисеева И.И., Курышева С.В. и др. - М.: Финансы и статистика, 2007. – 360 с.
5. Магнус Я.Р., Катышева П.К., Пересцкий А.А. Эконометрика. Начальный курс: Учебник. – 7-е изд. испр. - М.: Дело, 2005. -280 с.
6. Доугерти К. Введение в эконометрику. Учебник. – М.: ЮНИТИ, 2005. – 430 с.
7. Айвазян С.А. Прикладная статистика и основы эконометрики: Учебник. – М.: ЮНИТИ, 2007. – 620 с.
8. Валентинов В.А. Эконометрика: Учебник. –М.: ИТК «Дашков и К°», 2006. – 289 с.
9. Колемаев В.А. Эконометрика: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2006. -250 с.
10. Эддоус М., Стэнсфилд Р. Методы принятия решения. Учебник. – М.: ЮНИТИ, 2005. – 710 с.
11. Бабешко Л.О. Основы эконометрического моделирования: Учеб. пособ. –М.: КомКнига, 2010. – 320 с.
12. Носко В.Н. Эконометрика для начинающих - М.: ИЭПП, 2005. – 320 с.
13. Фандеева Л.Н., Лебедев А.В. Теория вероятностей. Учеб. пособ. –М.: Эксмо, 2010. – 358 с.
14. Гладилин А.В. Эконометрика: Учебное пособие. /А.В.Гладилин, А.Н.Герасимов, Е.И.Громов. – М.: КНОРУС, 2006. -210 с.
15. Новиков А.И. Эконометрика: Учебное пособие. - М.: ИНФРА-М, 2006. – 158 с.



R.X. ALIMOV, A.A. ALMURADOV,  
S.O. XOMIDOV

## Ekonometrik modellashtirish

O`quv qo`llanma

*“IQTISODIYOT” – 2019*

*Muharrir*

*D.M. Mirhidoyatova*

*Musahhah*

*O.O. Matxo`jayev*

Litsenziya raqami AI № 240 04.07.2013. Bosishga 03.09.2019 da ruxsat etildi.  
Bichimi 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Ofset qog`ozi. Tayms garniturası. Shartli bosma tabog`i 7,7.  
Nashr tabog`i 7,4. Adadi 10 nusxa. Buvurtma № 000. Bahosi kelishilgan narxda.

«IQTISODIYOT» nashriyoti DUKning Matbaa bo`limida chop etildi, 100003.  
Toshkent sh.. Islom Karimov ko`chasi, 49-uy.

0000 Ekonometrik modellashtirish.  
O`quv qo`llanma. /Alimov R.X.,  
Almuradov A.A., Xomidov S.O.  
-T.: «IQTISODIYOT», 2019. - 122  
bet.

1. Alimov R.X.,
2. Almuradov A.A.,
3. Xomidov S.O.

ISBN 0000000

UO`K0000000  
KBK 0000000