

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ  
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**ТЕРМИЗ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**ФИЗИКА - МАТЕМАТИКА ФАКУЛЬТЕТИ  
«АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ»  
КАФЕДРАСИ**

**Жўраев Шерали Албаевич**

**ИҚТИСОДИЙ ЖАРАЁНЛАРНИ ЭКОНОМЕТРИК ТАҲЛИЛ  
ЭТИШДА EXCEL ЭЛЕКТРОН ПРОЦЕССОРИ  
ИМКОНИАТЛАРИДАН ФОЙДАЛАНИШ**

5110700- “Информатикаўқитиш методикаси” таълим йўналиши бўйича  
бакалавр даражасини олиш учун ёзилган

**БИТИРУВ МАЛАКАВИЙ ИШИ**

**Илмий раҳбар: и.ф.д. О.Қ. Хатамов**

**Термиз – 2017й.**

## **М У Н Д А Р И Ж А**

<b>КИРИШ.....</b>	.....
<b>I.БОБ. ИҚТИСОДИЙ ЖАРАЁНЛАРНИ ЭКОНОМЕТРИК ТАҲЛИЛ ЭТИШДА ИҚТИСОДИЙ-СТАТИСТИК МОДЕЛЛАР.....</b>	.....
<b>1.1.Ишлаб чиқариш жараёни-математик моделлаштириш объекти сифатида.....</b>	.....
<b>1.2. Иқтисодий –статистик моделлар ва уларнинг таснифи.....</b>	.....
<b>1.3. Динамик қаторлар ва Excel электрон процессори ёрдамида тренд чизиқларини танлаш.....</b>	.....
<b>II.БОБ. ИҚТИСОДИЙ ЖАРАЁНЛАРНИНГ ОМИЛЛИ РЕГРЕССИОН-КОРРЕЛЯЦИОН ТАҲЛИЛИ ВА УНИ EXCEL ДА АМАЛГА ОШИРИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ.....</b>	.....
<b>2.1. Бир омилли моделлар ва уларни Excel ёрдамида тузиш.....</b>	.....
<b>2.2.Кўп омилли регрессион-корреляцион таҳлилда Excel электрон жадвалидан фойдаланиш.....</b>	.....
<b>Хулоса.....</b>	.....
<b>Фойдаланилган адабиётлар.....</b>	.....

## КИРИШ

**Мавзунинг долзарблиги.** Иқтисодий-математик услублар ичида иқтисодий жараёнларни белгиловчи кўрсаткичлар ва уларга таъсир этувчи омиллар орасидаги миқдорий боғланишларни ифодаловчи моделлар муҳим ўринга эга.

Иқтисодий жараёнларни ана шундай миқдорий томонларини ҳамда иқтисоднинг назарий таҳлилларини математик-статистика усуллари орқали талқин қилувчи фанни эконометрия деб юритилади. Эконометриянинг асосида параметрлари математик-статистика усуллари орқали баҳоланадиган омиллар таҳлилининг иқтисодий-математик модели ётади. Бу модел статистика асосида у ёки бу иқтисодий жараёнларни башоратлар, таҳлил этиш каби тадқиқотлар юритиш учун хизмат қилади. Бундай моделларни эконометрик моделлар деб юритилади. Ушбу моделларни тузиш эса кўп қиррали мураккаб муаммо бўлиб, мазкур битирув малакавий ишнинг мавзуси йўналишини белгилайди ва долзарблигидан далолат беради

**Мавзунинг ўрганилганлик даражаси.** Иқтисодий жараёнларни эконометрик таҳлил этиш ва моделлаштириш масалалари ҳамда мазкур жараёнда компьютер технологияларидан фойдаланиш услубияти И.Л. Акулич[1], А.Н.Васильев[2], В.Я.Гельман[3], К.Доугерти[4], Т.А.Дуброва[5], А.Г.Дубина[6], А.И.Захарченко[7], А.В.Каплан[8], К.Карлберг[9], В.И.Колеснёв[10], Ф.Паршин[13], Дж.Саймон[14], С.И.Скирба[15], А.Ф.Трусов[17], Ю.Н.Тюрин, А.А.Макарова[18], Л.Уэйн[20], А.С.Шапкин[21], С.Ф.Миксюк, В.Н.Комков[22], Б.Я.Курицкий[23], Дж.У.Мур[11], Г.Насритдинов[12], Ш.Шарахметов, А.Наимжонов[16], Н.И.Холод, А.В.Кузнецов, Я.Н.Жихар[19]лар илмий асарларида атрофлича баён этилган.

**Битирув малакавий ишнинг мақсади** –иқтисодий жараёнларни эконометрик таҳлил этишда Excel имкониятларидан фойдаланиш услубияти билан танишиш.

Мазкур мақсадга эришишдаги битирув малакавий ишнинг **вазифалари** этиб қуйидагилар белгиланди:

- ишлаб чиқариш жараёнини математик моделлаштириш объекти сифатида ўрганиш;
- иқтисодий –статистик моделлар ва уларнинг таснифи ёритиш;
- динамик қаторлар тавсифларини таҳлил этиш ва Excel электрон процессори ёрдамида тренд чизиқларини танлаш услубияти билан ўрганиш;
- бир омилли моделларини Excel ёрдамида тузиш технологиясини танишиш;
- кўп омилли регрессион-корреляцион таҳлилда Excel электрон жадвалидан фойдаланиш механизмларини ёритиш.

**Битирув малакавий иш объекти ва предмети.**Хўжалик юритувчи иқтисодий субъектларни фаолиятини эконометрик таҳлил этиш ва шу асосида моделлаштириш жараёнлари битирув малакавий ишнинг объекти ҳисобланади ва моделлаштириш жараёнида эконометрик баҳолашнинг мезонлар ва услубларни танлаш, асослаш орқали хўжалик юритувчи иқтисодий субъектлар иқтисодий муносабатлари истиқболини ҳаққоний акс эттиришга эришиш билан боғлиқ жараёнлар иш предметини ташкил этади.

Бажарилган **битирув малакавий ишнинг назарий ва методологик асосларини** Ўзбекистон Республикаси Президентининг асарлари, Ўзбекистон Республикасининг қонунлари, Ўзбекистон Республикаси ҳукуматининг иқтисодиётни модернизациялаш жараёнларини такомиллаштириш масалаларига оид меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатлари ва мамлакатимиз ҳамда чет эл олимларининг битирув малакавий иш мавзусига доир илмий ишлари ташкил этади.

Битирув малакавий ишининг **илмий янгилиги** муаллиф ўтказган тадқиқот натижаларида яққол намоён бўлади, жумладан:

- ишлаб чиқариш жараёни-математик моделлаштириш объекти сифатида ўрганилган;
- иқтисодий –статистик моделлар ва уларнинг таснифи ёритилган;
- динамик қаторлар тавсифлари таҳлил этилган ва Excel электрон процессори ёрдамида тренд чизиқларини танлаш услубияти келтирилган;
- бир омили моделларини Excel ёрдамида тузиш технологияси ўрганилган;
- кўп омили регрессион-корреляцион таҳлилда Excel электрон жадвалидан фойдаланиш механизмлари ёритилган.

Тақдим этилган битирув малакавий ишнинг **амалий аҳамияти** олинган натижалар ва ишлаб чиқилган муайян таклифлар хўжалик юритувчи иқтисодий субъектлар фаолиятини эконометрик таҳлил этиш жараёнида фойдаланиш имкониятидан иборат.

Ушбу **битирув малакавий иш тузилиши** мантиқан боғланган кириш, икки боб, беш параграф, хулоса ва фойдаланилган адабиётлар рўйхатидан иборат.

# **I.БОБ. ИҚТИСОДИЙ ЖАРАЁНЛАРНИ ЭКОНОМЕТРИК ТАҲЛИЛ ЭТИШДА ИҚТИСОДИЙ-СТАТИСТИК МОДЕЛЛАР**

## **1.1.Ишлаб чиқариш жараёни-математик моделлаштириш объекти сифатида.**

Ҳар қанлай иқтисодий тизимнинг асосий фаолиятларидан бири моддий бойликларни ишлаб чиқариш бўлиб, унинг асосий тизимчаларидан бири ишлаб чиқариши тизими ҳисобланади.

Ишлаб чиқариш тизими хўжаликнинг ишлаб чиқариш – технологик тузилишига мос равишда иерархик кўринишда бўлади. Шунинг учун ҳам ишлаб чиқариш тизими бошқарувини ташкил қилишда бу тизим тузилишининг барча вертикал ва горизонтал жиҳатларини эътиборга олиш зарур. Бунда иерархиянинг энг қуйи даражаси элементлари технологик операция ҳисобланади. Цехлар, корхоналар, ишлаб чиқариш комплекслари ва ҳ.к ўз миқёсларига қараб иерархик даражаларни эгалайди

Иерархик ишлаб чиқариш тизимларининг қуйи тизимлари биринчи навбатда ўзаро материаллар оқими (хомашё, ярим фабрикатлар, эҳтиёт қисмлари, тайёр маҳсулотлар ва ҳ.к) орқали боғланган бўлади Бунда ҳар бир материал оқимга маълум ахборот оқими йўлдош бўлади. Масалан, иерархиянинг энгқуйи даражаси, ишлаб чиқаришнинг бошланғич ячейкадан тегишли ахборотлар босқичма-босқичлибўғинлар орқали юқорига жўнатилади. Бу ахборотлар тегишли бўғинларда таққосланиб ва таҳлил қилиниб, маъмурий- директив кўрсатмалар сифатида ишлаб чиқариш жойига қайтарилади. Бу иерархик ишлаб чиқариш тизимлари бошқарувининг умумий тузилиши ҳисобланади.

Ишлаб чиқариш- иқтисодий тизимларининг тузилишларини яратишдан ташқари уларнинг инфратузилмаларини яратиш ҳам катта аҳамиятга эгадир. Инфратузилма ишлаб чиқариш циклидан ташқаридаги тармоқ бўлиб, иқтисодиётда ишлаб чиқариш ва ноишлаб чиқариш соҳаларига хизмат кўрсатиш орқали моддий ишлаб чиқариш соҳасининг

мўтадил(нормал) ишлашнинг таъминлайди. Инфратузилмага транспорт ва алоқа, илмий-тадқиқот ташкилотлари ва ўқув юртлари, коммунал хўжаликлар, маданий муассасалари ва ҳ.к кирилади. Иқтисодий тизимларни бошқаришга юқоридаги барча омилларни ҳисобга олган ҳолда комплекс ёндашув зарур.

Маълумки, ҳар қандай иқтисодий тизимга ресурсларни жамият истеъмол қилувчи моддий неъматларга айлантирувчи сифатида қараш мумкин. Бундай жараён иқтисодий тизимнинг ишлаб чиқариш –техник мажмуаси (блоки) томонидан амалга оширилади ва ишлаб чиқаришни белгилайди.

Ҳар қандай ишлаб чиқариш жараёни ўз асосида инсонларнинг мақсадга йўналтирилган фаолиятини тасвирлаб, унда меҳнат восита ва предметлари ёрдамида қатор усул ва услублардан фойдаланган ҳолда бирламчи ресурсларни истеъмолга тайёр маҳсулотга айлантиради. Жамиятнинг ўсиб боровчи ва ривожланаётган эҳтиёжи турли технологиялар ва ишлаб чиқариш жараёнлари ёрдамида таъминланувчи товар ва хизматларнинг кенг миқёсдаги номенклатураларини ишлаб чиқариш заруриятига олиб келади. Шу билан бирга ишлаб чиқарилаётган маҳсулотлар ранг-баранглиги мос классификаторлар билан аниқланувчи товарларнинг етарлича турғун гуруҳини ажратиш имконини беради. Бундай гуруҳлар етарлича кўп бўлиб, товарлар ўз функционал вазифасига кўра мазкур гуруҳларга бирлаштирилган. Юқори даражадаги агрегатлаштирилганликни ишлаб чиқариш тармоғи ва кейинчалик бевосита ишлаб чиқарувчи корхонаси таъминлайди.

Технологик агрегатланганлик ишлатиладиган ресурслар гуруҳи, типик ишлаб чиқариш иншоотлари, ходимлар малакаси даражаси ҳамда бошқа иқтисодий агрегатланганлигига мос келади ва бутун бир иқтисодий технологиялари агрегатланганлигини тавсифлайди. Ушбу технологияга нисбатан тадқиқ этилаётган иқтисодий тизимни қаралаётган чегараланган

вақт оралиғида бир текис турғун, технологияни эса – ўзгармас деб ҳисоблаш мумкин. Агрегатланганлик даражасини етарлича тўлиқ дейиш мумкин, агарда юқорида зикр этилган маҳсулотни бутун ҳажми бирлашган ягона бирлик билан ўлчанса, масалан ишлаб чиқарилган товарлар баҳоси қиймати билан.

Агар ишлаб чиқариш ресурслари икки кўрсаткич билан тавсифланса, ишлатиладиган ресурсларнинг энг юқори даражадаги агрегатланганлигига эришилади. Натижада, умумлашган, агрегатланган, иқтисодий технология ҳақиқий ишлаб чиқариш жараёнини тасвирлаб, ўзининг кириш координаталари сифатида ишлаб чиқариш фондлари қиймати ва ходимлар сонини қабул қилади, чиқиш координаталари бўлиб, ишлаб чиқарилган маҳсулот баҳоси ҳисобланади. Ушбу ишлаб чиқариш комплекси, айрим олинган корхона, тармоқ ёки бутун бир миллий иқтисодиётнинг кириш ва чиқишлари ўртасидаги миқдорий алоқа тадқиқ этилаётган ишлаб чиқариш жараёнининг иқтисодий-математик моделини аниқлаб, уни ишлаб чиқариш функциялари деб ҳам аташади[4,7,12].

Агар  $x_1$  деб асосий ишлаб чиқариш фондлари баҳосини  $x_2$  -саноат ишлаб чиқариш персонали сонини,  $Y$ -товар маҳсулот баҳосини белгиласак, ишлаб чиқариш функциясини қуйидаги кўринишида ёзиш мумкин:

$$Y = f(x_1, x_2) \quad (1.1)$$

Шундай қилиб айтиш мумкинки, ишлаб чиқариш функцияси тадқиқ этилаётган ишлаб чиқариш комплекси кириш ва чиқишлари ўртасидаги қонуний, нисбатан турғун миқдорий алоқани ўрнатади. Янада бошқача айтсак, ишлаб чиқариш функцияси - бу шундай функцияки, боғлиқсиз ўзгарувчиси сарфланадиган ёки ишлатиладиган ресурслар (ишлаб чиқариш омили) ҳажми қийматини ва боғлиқли ўзгарувчиси – ишлаб чиқариладиган маҳсулоти ҳажми қийматини қабул қилади.



Умуман, айтганда ҳар қандай ишлаб чиқариш функциялари кўрсаткичлар тизими билан характерланади. Кўрсаткичлар иқтисодий категория, жараён ёки ҳолатининг миқдорий ифодаси ҳисобланади. Кўрсаткичлар тизимига меъёрий ва лимитлар кўрсаткичлар ҳам киради. Меъёрий кўрсаткичлар - нисбий ифодадир. Лимит кўрсаткичлар - якуний натижага эришиш учун сарфланадиган ресурсларнинг мумкин бўлган чегаравий миқдоридир[2,9,13].

Кўрсаткичлар тизими кенгайтирилган қайта ишлаб чиқаришнинг турли жиҳатларига мос равишда блокларга бўлинади.

Иқтисодий ва ижтимоий жараёнларни математик моделлаштиришда кўрсаткичларнинг асосий блокини ишлаб чиқариш ҳажми, меҳнат ресурслари, асосий ва айланма фондлари, капитал қўйилма, табиий ресурслар, илмий-техник тараққиёт, молиявий ва пул айланмаси, ижтимоий тараққиёт ва аҳоли яшаш даражаси, ташқи иқтисодий алоқалар кўрсаткичлари ташкил этади. Иқтисодиётни бошқариш даражасига қараб кўрсаткичлар макроиқтисодий кўрсаткичлар, тармоқ кўрсаткичлари ва минтақавий кўрсаткичларга бўлинади. Айрим кўрсаткичлардан бошқаришнинг барча бўғинларида фойдаланилади. Масалан, материал сиғимлилик, меҳнат унумдорлиги ва ҳакоза. Бошқа кўрсаткичлар тармоқ, минтақа хусусиятларини ифодалайди. Умуман айтганда, барча кўрсаткичлар қуйидаги гуруҳларга ажратилади.

1. Натурал ва қиймат кўринишда ифодаланувчи кўрсаткичлар.
2. Абсолют ва нисбий кўрсаткичлар.
3. Миқдорий ва сифат кўрсаткичлари.
4. Тасдиқланадиган кўрсаткичлар.
5. Индикатив кўрсаткичлар.
6. Ҳисоблаш кўрсаткичлар.

Индикатив кўрсаткичлар ахборот кўринишда бўлиб, улар асосида давлат хўжалик юритувчи субъектларга устунликка эга иқтисодий сиёсат

тўғрисида ахборот беради. Улар бизнес-режалар тузишга асос бўлиб хизмат қилади.

Тасдиқланадиган кўрсаткичларга бугунги кунда давлат буютмалари, табиий ресурсларини қазиш ва фойдаланиш лимитлари, давлатнинг марказлашган инвестициялари, иқтисодий меъёрлар (монопол- корхоналар учун рентабеллик меъёрлари, минимал иш ҳақи миқдорлари ва ҳакоза) киради.

Ишлаб чиқариш жараёнининг асосий кўрсаткичлари бўлиб, маҳсулот ишлаб чиқариш, ишлатиладиган ресурслар, технология тавсифи ва ишлаб чиқаришни ташкил этиш ҳамда самарадорлик кўрсаткичлари ҳисобланади. Самарадорлик кўрсаткичи ишлаб чиқарилган маҳсулот ҳажми тузилиши ва сифатини бошқа шунга ўхшаш ресурсдан фойдаланилгандагиси билан таққослаш орқали аниқлаш мумкин. Ушбулар ишлаб чиқариш жараёнининг бирламчи тавсифларидир, яъни ишлаб чиқарилган маҳсулот ва сарфланган ресурсларнинг натурал кўрсаткичлари меъёр ва меъёрий кўрсаткичлардан фойдаланган ҳолда бирламчи маълумотлар устида содда арифметик амаллар ёрдамида ҳисобланувчи тузилмавий, ҳажмий ва сифатий кўрсаткичлардир. Мазкур кўрсаткичлар ишлаб чиқаришни бир даврда – йил чорак, ойда тавсифлайди.

Ишлаб чиқариш жараёни кузатилаётганда кўриш мумкинки, маҳсулот ишлаб чиқаришда хом-ашё, иш кучи, техника воситалари, электр энергияси, асосий фондлар ва бошқа ресурслар бевосита қатнашади ва маҳсулот ҳажмига таъсир этади. Ишлаб чиқарилган маҳсулот билан унга сарфланган ресурслар орасидаги боғланишни ишлаб чиқариш функцияси орқали кўрсатиш мумкин. Умумий ҳолда ишлаб чиқариш функцияси қуйидаги кўринишда ифодаланади [20,21,22].

$$Y = f(x_1, x_2, \dots, x_m), \quad (1.2)$$

бу ерда  $Y$  - ишлаб чиқарилган маҳсулот миқдори;  $x_i$  – ресурслар сарфи.

Иқтисодий жараёнларни моделлаштиришда асосий босқич – бу функция ва омиллар ўртасидаги алоқа шакллари танлашдир. Бунга ё текширмай-нетмай мантиқий фикрларга асосланиб ёки амалий тажрибалар асосида эришилади.

Боғлиқликлар тўпламидан иқтисодий жараён характерига мувофиқроқ келадиган ишлаб чиқариш функциясини танлашга моделланаётган объектнинг технологик, физик-биологик ва агротехник таснифларини ўрганиш асосида эришилади.

Функция ва далиллар ўртасидаги боғлиқларни топиш аввал мазкур иқтисодий жараёнга мувофиқ келадиган эмпирик формулани топишдан иборат бўлади. Эмпирик формула алоқа характерининг яқинлаштирилган маъносини (қимматини) гина англатади, демак, танлаб олинган ишлаб чиқариш функцияси далиллар билан ўрганилаётган алоқа қонунини нисбатангина ифодалайди, бу эса назарий жиҳатдан ишлаб чиқариш функциясига ўтиш лозимлигини кўрсатади.

Эмпирик боғлиқликдан назарий функцияга ўтиш энг кичик квадратлар усули ёрдамида амалга оширилади. Унинг моҳияти шундай параметрларни топишдан иборатдирки, унда функциянинг ҳисобланган қийматлари билан унинг ҳақиқий қийматлари ўртасидаги фарк квадратлари йиғиндиси энг минимал бўлиб, қуйидагича ифодаланади:

$$F(x) = \sum (y_{\text{тм}} - f(x))^2 \rightarrow \min \quad (1.3)$$

Регрессия тенграмаси тўғри танланган бўлса, боғлиқликнинг назарий формаси ўрганилаётган алоқа қонуниятларини жуда аниқ акс эттиради.

## **1.2. Иқтисодий –статистик моделлар ва уларнинг таснифи.**

Иқтисодий-математик услублар ёрдамида иқтисодий жараёнларни белгиловчи кўрсаткичлар ва уларга таъсир этувчи омиллар орасидаги миқдорий боғланишларни (кўрсатувчи) ифодаловчи моделлар муҳим ўринга эга.

Иқтисодий жараёнларни ана шундай миқдорий томонларини ҳамда иқтисоднинг назарий таҳлилларини математик статистиканинг усуллари орқали талқин қилувчи фанни эконометрия деб юритилади. Эконометриянинг асосида параметрлари математик-статистиканинг усуллари орқали баҳоланадиган омиллар таҳлилининг иқтисодий-математик модели ётади. Бу модел статистик асосида у ёки бу иқтисодий жараёнларни башоратлар, таҳлил этиш каби тадқиқотлар юритиш учун хизмат қилади. Бундай моделларни эконометрик моделлар деб юритилади[4.12,15,16].

Иқтисодий жараёнларни вақт давомида ўзгаришини ўрганиш муҳим аҳамиятга эга. Чунки барча иқтисодий жараёнлар ва ҳодисалар вақт давомида ўзгарувчан бўлади. Иқтисодиётда барча иқтисодий жараёнларни иқтисодий-статистик моделлар орқали ўрганиш натижасида у ёки бу иқтисодий кўрсаткичнинг ҳозирги ҳолати ва келажакдаги ўзгаришини илмий асосда таҳлил қилиш ва башоратлаш мумкин бўлади.

Иқтисодий-статистик моделлаштириш усули – бозор иқтисодий субъектларининг иқтисодий фаолияти таҳлили ва режалаштиришни такомиллаштиришга қаратилган тадбирлардан биридир.

Иқтисодий-статистик моделлаштириш иқтисодий кўрсаткичлар ва ишлаб чиқариш омиллари ўртасидаги алоқалар ўз моҳиятига кўра стохастик бўлган асосга таянади. Иқтисодий субъектлар фаолиятини статистик моделлаштириш замон ва маконда уларнинг ривожланиш жараёнини ўрганишда асосий ўрин эгаллайди. Бу моделлар ишлаб чиқариш тенденциялари ва қонуниятларини аниқлаш учун мослашгандир.

Ҳатто энг такомиллашган статистик модел ҳам иқтисодий ҳодиса ва жараёнларнинг бутун алоқадорлигини қамраб олишга қодир эмас. Шунга кўра, иқтисодий таҳлил ва иқтисодий-статистик моделлаштиришни қўллашда ҳар доим ноаниқлик элементлари мавжуд бўлади. Одатда иқтисодий-статистик моделлаштиришни қўллаш самарадорлигининг асосий шартларидан бири унинг реал кўриниш ва жараёнга айнан мос келиши ҳисобланади.

Иқтисодий – статистик моделлаштиришни ноаниқ бўлишлигининг сабаблари қуйидаги ҳолларда содир бўлиши мумкин:

- ахборотли-ахборотнинг хатолиги, унинг кўрсаткичлари, омиллар ва объектлар мажмуининг ноаниқлиги;
- таркибий-аниқланмаган хилма-хилликларнинг мавжудлиги;
- модели- кўрсаткичлар ва далиллар ўртасида боғланиш шаклларида нотўғри фойдаланиш.

Иқтисодий-статистик кузатувлар олиб борилганда, техник-иқтисодий кўрсаткичлар кўринишидаги, материаллар оқимидаги ахборотларга дуч келамиз. Шу нуқтаи назардан, ишлаб чиқаришга - кириш ахборотни, чиқиш ахборотига ўзгартиргич сифатида қаралади[1,5,8,16,18].

Корхона фаолиятини ўзида мужассамлаштирган барча кўрсаткичларни қуйидаги 3 та гуруҳга бўлиш мумкин.

- киритиладиган маълумот- моддий ресурслар харажатининг кўлами ва таркиби (хомашё, асосий фондлар, ишчи кучи ва бошқалар);
- ишлаб чиқариш жараёнида ресурслардан фойдаланиш шароити (ишлаб чиқаришнинг технологик шароити, табиий шароити ва бошқалар);
- чиқиш маълумотлари - ишлаб чиқариш натижалари ( тайёр маҳсулоти ҳажми, унинг таркиби, сифати ва бошқалар).

Бир томондан чиқиш кўрсаткичлари билан иккинчи томондан барча қолганлари ўртасида киритиладиган кўрсаткичлар таъсири ҳамда чиқиш маълумотларида ишлаб чиқариш эҳтиёжлари шароитини ўзида

мужассамлаштирган қандайдир қонуний алоқа мавжуд. Бундай алоқа моделига эга бўлгач, иқтисодий ҳарактердаги ҳисоб-китобларни олиб бориш ҳамда чиқиш маълумотларини бошқариш мумкин.

Моделлар вазифасидан амалда режали иқтисодий фойдаланиш тушунчаси комплекс тушунчага эга. У ўзида модел тузишнинг функционал мақсадини, модел мўлжалланган корхонанинг маъмурий – хўжалик савиясини,ундан фойдаланишдаги вақт оралиғини ўзида мужассамлаштирган бўлиши лозим. Юқоридаги тушунча асосида модел вазифасидан фойдаланиш моделдан аниқ талаблар тавсифини талаб этади. Бундай тавсифлар сифатида қуйидагиларни кўрсатиш мумкин:

- моделлаштириш учун мўлжалланган кўрсаткичлар тўплами;
- моделлаштириш учун тадқиқотлар кўлами ва объект ривожланиш даражаси;
- иқтисодий жараёнлар динамикасининг ҳисобот даражаси;
- ўзгарувчан моделларнинг характери ва тўплами;
- моделнинг умумийлик даражаси.

Моделлаштирилаётган иқтисодий кўрсаткичлар тури бўйича ресурсларни маҳсулотга ( ишлаб чиқариш ҳажми) айлантирувчи интенсив оқимлар кўрсаткичи модел билан турли умумийлик даражаси (материаллар харажатининг салмоғи, таннарх, рентабеллик, меҳнат харажатлари ва бошқалар) ўзгартирувчи самарадорлик даражаси кўрсаткичларини модели ўртасидаги фарқни ажрата билиш керак.

Биринчи хилдаги кўрсаткичларни хоҳлаган даражадаги саноат объектлари учун моделлаштириш мумкин. Ишлаб чиқариш самарадорлиги кўрсаткичидан эса одатда, қуйи даражадаги саноат ишлаб чиқариш тизими учун шахсий кўрсаткичлар моделлаштирилади. Мана шу тасниф қилинган аломатларга кўра, бир кўрсаткич моделдан кўрсаткичлар вектори шаклланиш жараёнини тавсифланаётган моделни фарқ қилиш лозим.

Тадқиқотлар кўламига кўра, икки хилдаги моделларни кўрсатиб ўтиш мумкин.

-корхона ичидаги;

-корхоналараро таҳлил ва ражалаштириш моделлари.

Биринчи турдаги моделлар айрим корхоналар доирасида фойдаланиш учун мўлжалланган. Иккинчи турдаги моделлар эса, бир гуруҳдаги саноат объектлари бўйича таҳлил ва қарорлар қабул қилиш учун мўлжалланган. Бундай тақсимланиш қисман объект даражасини моделлаштириш билан мос келади.

Иқтисодий жараёнлар динамикасини акс эттириш моҳиятига кўра, статистик ва динамик моделлар мавжуд.

Статистик моделлар ўзида вақтнинг айрим, қайд қилинган оралиғини қамраб олади. Динамик модел вақтнинг изчил оралиқ тизими ҳолатини акс эттиради. Ўзгарувчан характерга кўра, бошланғич иқтисодий ишлаб чиқариш омиллар ёки аралаш омилларини ўз ичига олган моделларни кўрсатиш мумкин.

Ишлаб чиқаришнинг бошланғич омиллари деганда, кейинчалик тақсимлаб бўлмайдиган оддий омиллар, масалан, ресурслар харажати-жонли меҳнат, восита, меҳнат қуроллари тушунилади. Моделнинг тузилишига қараб, уларни моделга турли ўлчов бирлиги (натурал, қиймат) ва турли аниқлик даражаси билан киритиш мумкин. Бундай ҳолда уларнинг бошланғич характери сақланади.

Қуйидаги моделлар тури бошланғич ишлаб чиқариш омилларининг турли комбинацияларини беради:

- ишлаб чиқариш натижаларининг бошланғич ресурслар харажати даражаси ва таркибига ҳамда ишлаб чиқариш эҳтиёжлари шароитига боғлиқлигини характерлайдиган тўлиқ моделлар;

- ишлаб чиқариш эҳтиёжлари шароити объектлари гуруҳи ёки вақт бўйича барқарор ҳисобланган пайтларда қўлланиладиган. “вазифалар-маҳсулот ишлаб чиқариш” модели;

- ишлаб чиқариш техник-иқтисодий кўрсаткичлар ўртасидаги ўзаро ва бошланғич ишлаб чиқариш омиллари билан алоқаларни характерловчи турли хил моделлар.

Моделлар ўзгарувчанлигига кўра, умумий ва хусусий моделларга бўлинади. Умумий модел ўлчанадиган аломатларнинг барчасини ҳамда ўрганилаётган ишлаб чиқариш жараёнининг бир томонини, масалан, табиий шароит белгиларини қисман ўз ичига олади. Аломатларнинг барчасини ўз ичига олган модел билан хусусий (масалан, фақат табиий шароит омиллари) моделини таққослаб, ишлаб чиқариш табиий иқлим омилларининг таъсири қайси вақтда кўпроқ, қайси вақтда камроқ бўлишини аниқлаш мумкин.

Умумийлик даражаси бўйича иқтисодий кўрсаткичлар автоном тизимидаги фарқларни ажрата билиш лозим. Биринчи хил моделлар мустақил фойдаланиш, иккинчи хил моделлар эса қандайдир тизимдаги моделларнинг органик таркибий қисми ҳисобланади ва уларни қўллаш характерини аниқлайди.

Таснифлашнинг мана шу турига моделларнинг бир сатҳли, поғонали ва кўп сатҳли бўлиниши ҳам киради. Айрим ҳолларда ишлаб чиқариш бошланғич омилларининг катта сонларини ҳисобга олиш ва хусусий техник-иқтисодий кўрсаткичлар орқали уларни самарадорликнинг умумий синтетик кўрсаткичларига таъсирини текшириш хусусияти билан иккинчи схема устун туради.

Поғонали, кўп сатҳли моделлар фақат турли даражадаги иқтисодий алоқаларни акс эттириш учун тузилмавий, балки турли даврларга мансуб бўлган иқтисодий кўрсаткичларни моделлаштириш йўли билан аниқлаш учун ҳам тузилади.



Моделларни тузилиши бўйича таснифлаш жараёнини моделлар ёрдамида ифодалаш ва бошланғич ахборотдан фойдаланиш характери аломати бўйича таснифлашдан иборат. Биринчи хил аломат (белги) бўйича икки хил статистик моделларни кўрсатиш мумкин. Улар башоратларни тавсифлаш ва тушунтириш моделларидир.

Тавсифлаш моделлари- ўзгарувчан ўзаро алоқаларни энг яхши тарзда тавсифлайдиган регрессияларни тенглаштириш модели ҳисобланади. Бундай ҳолларда моделлар параметри мазмундор маънога эга бўлмайди. Мазкур параметрлар қийматини белгилашда аппроксимация, яъни тавсифланаётган чиқиш ўртасидаги статистик мувофиқлик барқарорлик вазифалари ҳал этилади.

Тавсифлаш моделларини тузиш пайтида кўпинча белгиланган муддатдаги иқтисодий кўрсаткичларнинг аралашма далилларидан фойдаланилади. Бундай ҳолларда кўрсаткичлар ҳаракатидаги кетма-кетлик ва алоқалар мавжудлиги тўғрисидаги статистик маълумотлар тадқиқотчиларни қизиқтиради.

Кўпинча тавсифлаш моделларини тузиш вақтида иқтисодий кўрсаткичларнинг аралаш далилларидан фойдаланилади. Бундай ҳолларда тадқиқотчиларни далил сифатида танлаб олинган кўрсаткичлар функцияларнинг ўзгаришига сабаб бўлган ёки бўлмаганлиги ҳақидаги статистик далил қизиқтиради. Тушунтириш – башоратлаш моделининг номи, унинг миллий иқтисодиётда қандай рол тутишини аниқ тушунтиради. Улар белгиланган фактлар мажмуи, гипотезалар ўртасидаги мувофиқликни аниқлайди. Бундай омиллар–далилларни таққослаш асосида башоратлаштирилаётган кўрсаткич шаклланиш механизмини ўрганиш, яъни саноат объекти ривожланишининг ҳаракатлантирувчи кучларни аниқлаш масаласи туради.

Тушунтириш –башоратлаш модели параметрларини баҳолашда айнан тенглаштириш масаласи ҳал қилинади. Масаланинг моҳияти

қандайдир тўғри келадиган статистик усуллар ёрдамида чуқур маъноли фаразлар асосида тузилган тенгламаларнинг номаълум параметрларини қидириб топишдан иборат. Бинобарин, идентификация масалаларининг аппроксимация масалаларидан фарқи шундаки, унда олдинда ўзгарувчан боғланиш таркиби берилган бўлади.

### **1.3. Динамик қаторлар ва Excel электрон процессори ёрдамида тренд чизиқларини танлаш.**

Математик статистиканинг асосий масалаларидан бири-ўрганилаётган иқтисодий жараёнларнинг маконда ўзгариш ва ривожланиш жараёнини тадқиқ қилишда вақтли қаторларни тузиш ва таҳлил қилиш йўли билан ҳал этилади.

Иқтисодий ҳодисаларнинг маконда ўзгаришини ифодалаётган сонлар кетма-кетлигини кузатиш вақтли қатор деб аталади[4,5,11,12,18].

Вақтли қаторлар кўрсаткичининг барқарор ўзгаришларига ва хусусий тасодифлар ўзгаришга эга бўлади. Вақтли қаторлардаги хусусий тасодифларни бартариф этиш ва барқарор ўзгаришларни аниқлаш учун улар у ёки бу усуллар билан таққосланади. Таққосланган қаторларни ҳақиқий қаторлар билан таққослаш, айрим корхоналарни, тармоқ ва миллий иқтисодиётни ривожлантиришнинг баъзи муҳим хусусиятларини аниқлаш имконини беради. Таққосланган қаторлар жойлашган ва келажак ривожланиш кўрсаткичлари қаторлари жойлашиши мумкин бўлган чегараларни аниқлаш имконини беради.

Кўпгина иқтисодий тадқиқотларда, айниқса вақтли қаторларни таҳлил қилиш жараёнида ниҳоятда чегараланиб танлаш бўйича аниқликларни қайта ишлашга тўғри келади. Шундай шароитда тажрибалар гуруҳини таърифлаш учун қилинган ҳар қандай уриниш, мутлоқ расмий ва субъектив бўлади. Шунинг учун кўпчилик ҳолларда ҳодисанинг

қандайдир бир томонини эҳтимол таърифлаш имкониятини аниқлаш қийин. Иқтисодий вақтли қатор фарқ қилувчи хусусиятларни қуйидагича кўрсатиш мумкин:

- берилган шароитда кузатилаётган жараённи қайта кузатиш мумкин эмас;

- одатда кузатилаётган қаторлар, кузатилаётган танланма ҳажмига кўра жуда чегараланган бўлади.

Шунинг натижаси ўлароқ ўрганилаётган ҳодисаларга эҳтимоллар назарияси билан ёндашишда ҳодисалар моделини статистик экспериментларда ҳаёлан тасаввур этиш, шунингдек, баъзи бир эҳтимолликни чеклаб қўйиш лозим. Ҳақиқатан ҳам статистик хулосалар баҳолашни танлашга ёки кўриб чиқиладиган умумий модел доирасида олдиндан ўрганилган назарий мезон хусусиятига асосланган бўлади.

Келажакнинг вақтли қаторлари ишончлилик даражасига кўра ҳисобли (яқин 20-30 йил учун ишончли), умумий тасаввурларга кўра тахминий (100 йилгача) ва ҳаёлийга (100 йилдан кўп) бўлинади.

Сирғалувчи ўртача усул ўртача қийматни аниқлаш вақтида тасодифий четланишларнинг ўсиш ҳолатига асосланади.

Ўртача далилий қийматлар қаторлари динамикаси текисланаётган вақтда сирғанишнинг ўртача нукта даврини кўрсатадиган ўртача қийматлар билан алмашинади. Одатда ўртача сирғанувчи усулнинг икки модификациясидан, яъни оддий текислаш ва вазнли текислашдан фойдаланилади[15,17,18,23].

Оддий тенглаштириш ўрталикдаги  $p$  узунликдаги вақт учун оддий арифметик ҳисоблашдан тузилган янги қатор тузишга асосланади.

$$y_k = \frac{\sum_{t=k}^{p+k} y}{p} \quad (k = 1, 2, \dots, N - p + 1) \quad (1.4)$$

бу ерда:  $p$ -тенглаштириш даври узунлиги вақтли қаторлар характериға боғлиқ бўлади;  $k$ -ўртача қийматнинг тартиб номери.

Ваззли тенглаштириш турли нуктадаги қаторлар динамикаси учун ваззли ўртача қийматларни ўртачалаштиришдан иборат.

Биринчи  $2p+1$  қаторлар динамикасини олиб кўрайлик ( $p$  одатда 1 ёки 2 га тенг). Тенденциялар функцияси сифатида қандайдир:

$$y_k = \sum_{i=0}^k a_i t^i \quad (1.5)$$

$$a_0 \sum_{-p+1}^{p+1} t^i + a_1 \sum_{-p+1}^{p+1} t^{i+1} + \dots + a_k \sum_{-p+1}^{p+1} t^{i+k} = \sum_{-p+1}^{p+1} y_i t^i \quad (1.6)$$

Тенгламаси ёрдамида энг кичик квадратлар усули билан аниқланади.

Кўпхад (полином) ўртача даражаси  $p+1$  нуктасига жойлашган.  $a_0$  га нисбатан тенгламани ечсак:

$$a_0 = b_1 y_1 + b_2 y_2 + \dots + b_{2p+1} y_{2p+1} \quad (1.7)$$

ҳосил қиламиз. Бу ердаги  $b_1$  қиймати  $p$  ва  $k$  моҳиятига боғлиқ бўлади. Ҳосил бўлган тенглама (1.7) биринчилардан  $2p+1$  қаторлар динамикаси қийматининг ваззли ўртача қиймат арифметикаси ҳисобланади. Сирғалувчан ўртача қиймат усули бошқа усулларга нисбатан қатор афзалликларга эга. Жумладан, сирғалувчан ўртача қиймат шундай тенденция функциясини берадики, у моҳиятига кўра ўрганилаётган қаторлар моҳиятига яқин туради. Чунки, қаторнинг айрим қисмлари –энг яхши тендеция танлаб одлинади. Ўрганилаётган қаторларга янги даража кўшилиши мумкин. Тенденцияларни аниқлаш кўп меҳнат талаб этиши сингари хусусиятлар сирғалувчан ўртача қиймат усулининг афзалликлари ҳисобланади. лекин сирғалувчан ўртача усул сирғаниш даври оширилиши билан қаторнинг энг четки даврлари ҳақидаги ахборот йўқолиши сингари камчиликларга ҳам эга. Буншга вақтли қаторлар таҳлилининг баъзи усулларида йўл қўйиб бўлмайди.





Умумий вариация куйидаги формула буйича аниқланади.

$$V = \sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y})^2 \quad (1.14)$$

бу ерда,  $\bar{y}$  - қаторлар динамикасининг ўртача даражаси.

Тасодифий вариациялар куйидаги формула орқали аниқланади

$$V_2 = \sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y}_t)^2 \quad (1.15)$$

Умумий ва тасодифий вариацияларнинг фарқи тенденциялар вариацияси ҳисобланади

$$V = V_1 + V_2 \quad (1.16)$$

Тенгишли дисперсиялар аниқлашда даража эркинлиги куйидагича бўлади:

- тенденциялар туфайли дисперсиялар учун даража эркинлиги сони текислаш тенгламаси параметрлари сонидан битта кам бўлади;
- қаторлар динамикаси даражаси сони билан текислаш тенгламаси параметрлари сони ўртасидаги фарқ тасодифий тенденциялар учун даража эркинлиги сонига тенг бўлади;
- умумий дисперсиялар учун даража эркинлиги сони қаторлар динамикаси даражаси сонидан битта кам бўлади. Чизиқли функция учун дисперсиялар куйидагича ҳисобланади:

$$\sigma^2 = \frac{V}{n-1} \quad (1.17)$$

$$\sigma_1^2 = V_1 \quad (1.18)$$

$$\sigma_2^2 = \frac{V_2}{n-2} \quad (1.19)$$

Дисперсиялар аниқлангандан сўнг сўнг  $F$  - мезоннинг эмперик қиймати ҳисобланади

$$F = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} \quad (1.20)$$

Олинган қийматни эркинлик ва эҳтимоллик мувофиқ аниқланган жадвал қиймати билан тақосланади.

Агар  $F > F_a$  кўринишидаги тенгсизлик бажарилса, у ҳолда таҳлил қилинаётган тенглама билан ифодаланаётган тенденция учун тўғри келади. Бундай ҳолларда таҳлил қилишни мантиқий тушунчаларга мос келадиган оддий тенгламалардан бошлаб, аста-секин керакли даража аниқлангунча қадар мураккаброқ даражаларга ўтиб бориш лозим.

Тренд аниқлангандан кейин бошланғич қаторлари динамикасига тегишли даражада тренднинг қиймати олинади. Таҳлил бундан кейин тренддан чиқиши мумкин.

$$z(t) = y(t) - \hat{y}(t) \quad (1.21)$$

$z(t)$  - четга чиқиши  $\sigma^2$  арифметик дисперсияли ўртача нолга тенг бўлади.

Тенглама параметрларини аниқлаш зарур:

$$\hat{y}(t) = a_0 + a_1 t \quad (1.22)$$

$$\hat{y}'(t) = a_0' + a_1' t \quad (1.23)$$

Нормал тенгламалар системаси тўғри чизикли тенгламалар учун қуйидаги кўринишга эга бўлади.

$$\begin{cases} na_0 + a_1 \sum t = \sum y \\ a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 = \sum ty \end{cases} \quad (1.24)$$

Қуйида Excel электрон процессори ёрдамида тренд чизикларини танлаш технологияси билан танишиб чиқамиз. Бунинг учун қуйидаги мисолни қараб чиқамиз. Чизикли тренд параметрларини энг кичик квадратлар усули билан аниқлаш учун **ЛИНЕЙН**, экспоненциал трендни аниқлаш учун **ЛГРФПРИБЛ** статистик функцияларидан фойдаланилади[1,6,7,11,14,15,17-20].



]. Боғлиқли ўзгарувчи сифатида ушбу мисолда вақт иштирок этмоқда( $t=1,2,\dots,n$ ). Трендни танлашда мамлакатимизда 2009-2014 йилларда инфляция даражаси ўзгариш тўғрисидаги маълумотдан фойдаланамиз(1.1-расм).

	A	B
1	Йиллар	Инфляция даражаси
2	2009 й	7,4
3	2010 й	7,3
4	2011 й	7,6
5	2012 й	7
6	2013 й	6,8
7	2014 й	6,1
8		

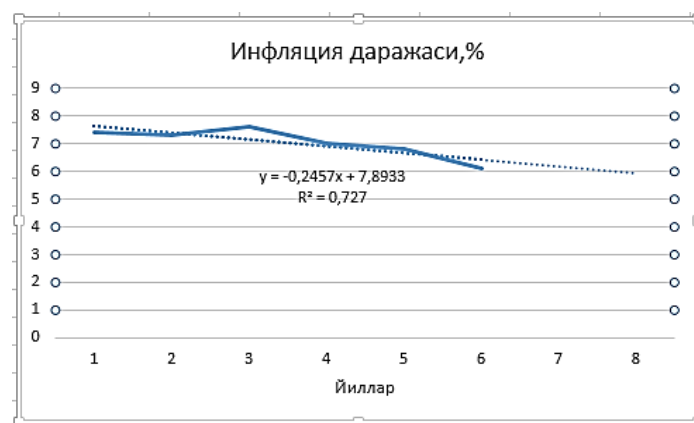
1.1-расм

Ушбу маълумотлар асосида тузилган чизиқли тренд кўриниши қуйидагича:

$$\hat{y}_t = -0,2457t + 7,8933$$

Тренд графикларини қуриш тартиби қуйидагича:

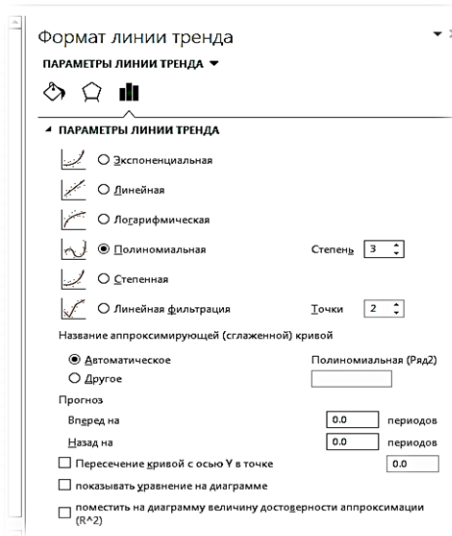
1. Маълумотлар киритилади ёки маълумотлар сақланган файл очилади.
2. Бош менюдан **Вставка/Диаграммы/График** танланиб, график типи аниқланади(1.2-расм).



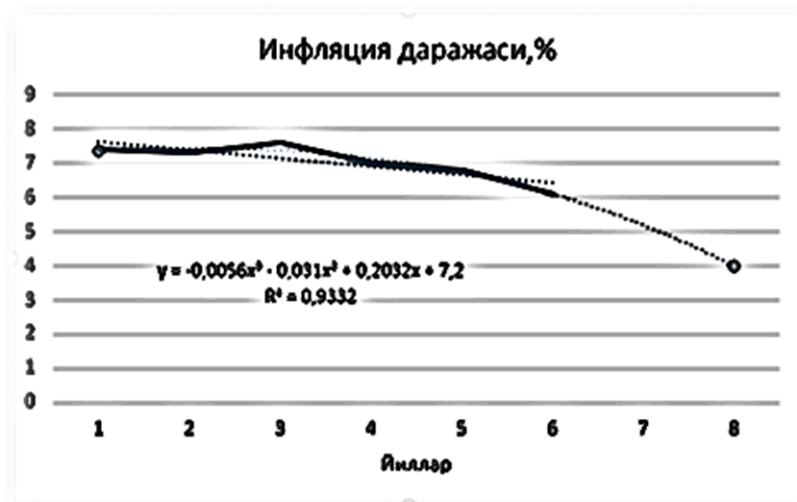
1.2-расм

3. **Формат линии тренда** мулоқот дарчасидан чизиқларнинг тури танланади(1.3.-расм).

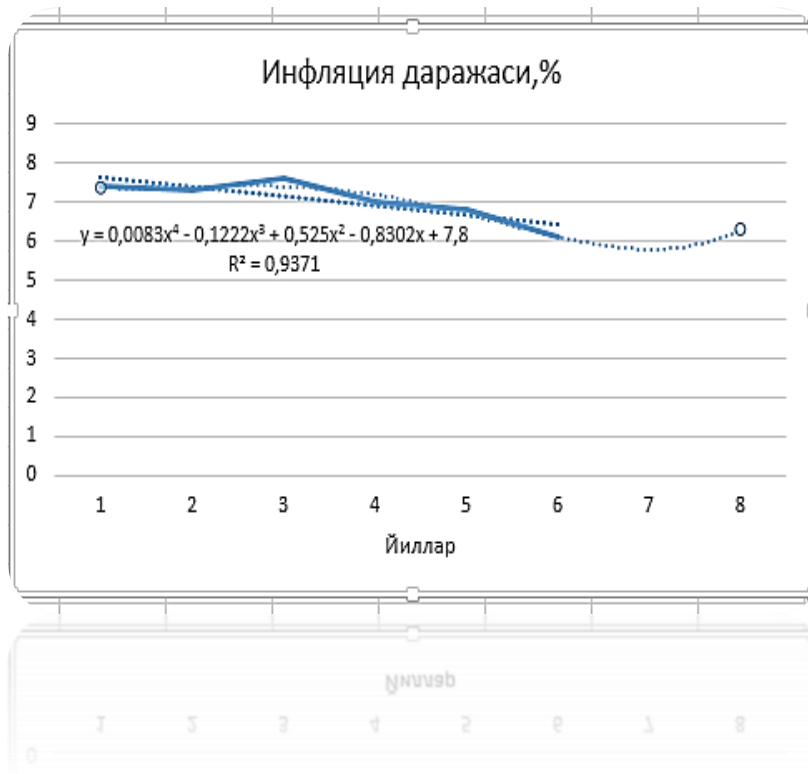
Ушбу дарчадан **Показывать уравнение на диаграмме** ва **Поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации** бандларига белги қўйсак, тенгламанинг кўриниши ва корреляция коэффициенти қийматлари тренд графигининг кўринадиган қисмида жойлашади(1.4-1.8-расмлар).



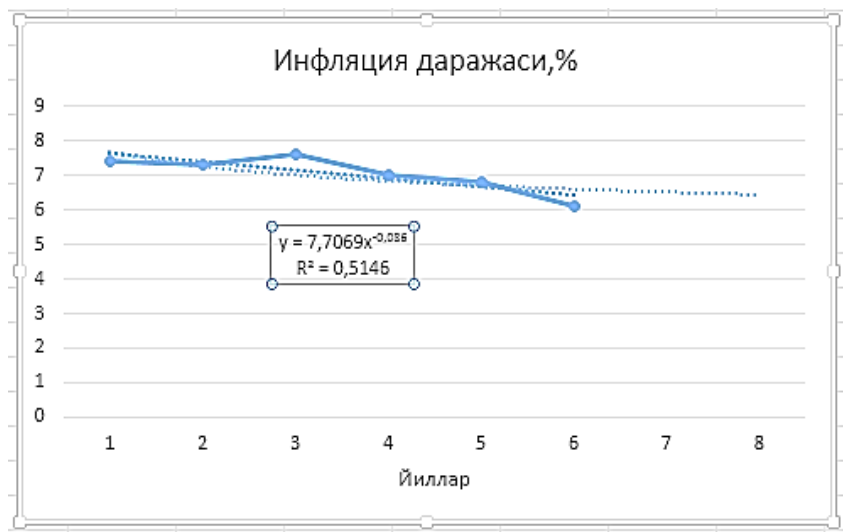
1.3.-расм



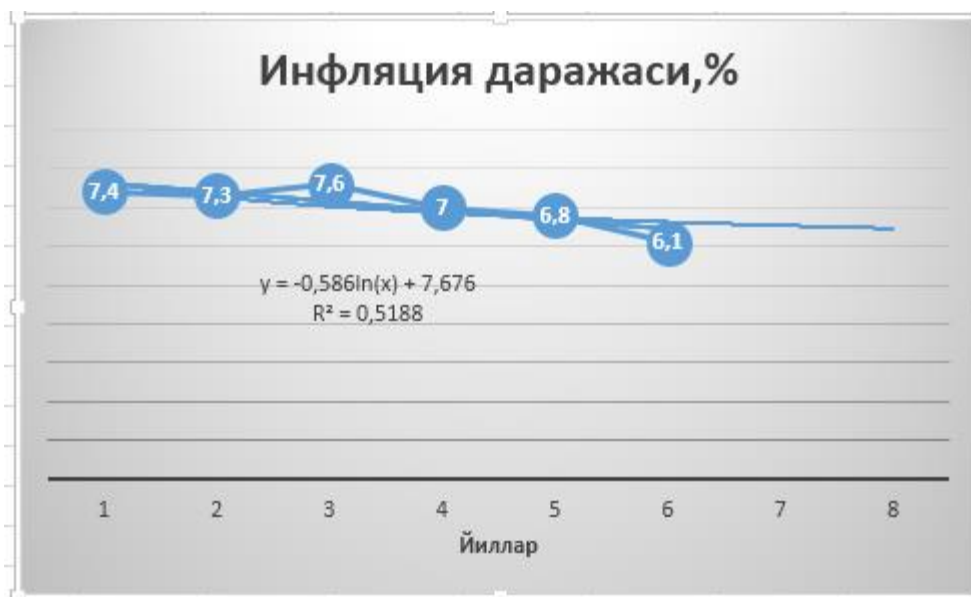
1.4.-расм



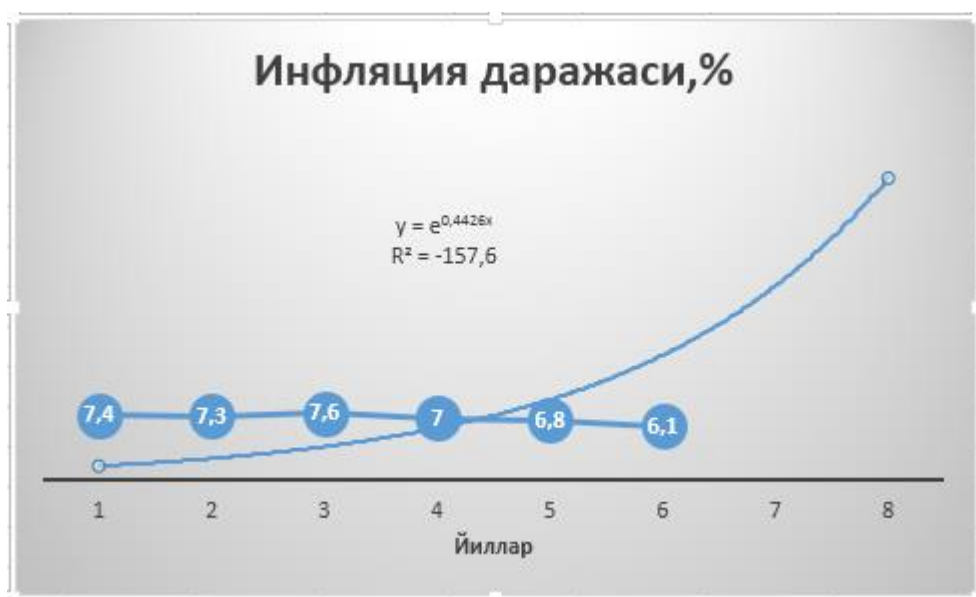
1.5.-расм



1.6.-расм



1.7.-расм



1.8.-расм

3.  $R^2$  қийматларини таққослаш ёрдамида тренд кўриниши танланади. Ушбу қиймат чизикли трендда 0.8841, экспоненциалда 0.9647, логарифмикда 0.5886, иккинчи даражали полиномда 0.9622, даражалида 0.847, учинчи даражали полиномда 0.9632, олтинчи даражали полиномда 0.9728 га тенг.

Демак, юқорида киритилган динамик қаторни олтинчи даражали полином яхши тасвирлар экан. Прогнозлаштиришда ушбу тренддан фойдаланиш мақсадга мувофиқ.

## И.Б.ОБ. ИҚТИСОДИЙ ЖАРАЁНЛАРНИНГ ОМИЛЛИ РЕГРЕССИОН-КОРРЕЛЯЦИОН ТАҲЛИЛИ ВА УНИ EXCEL ДА АМАЛГА ОШИРИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ

### 2.1. Бир омилли моделлар ва уларни Excel ёрдамида тузиш .

Иқтисодий-математик моделларни куриш ва уларнинг татбиқларини чизикли регрессион моделлар, кўп омилли моделлар асосида кўриб чиқамиз.

Кўриладиган масалаларнинг асосий математик аппаратини математик статистика, корреляцион ва регрессион таҳлиллар ташкил этади. *Корреляцион-регрессион таҳлил усуллари* асосан қуйидагича 3 та масалани ечишни тақозо этади: натижавий ва омил белгилар орасидаги боғланиш кўринишини аниқлаш; улар ўртасидаги боғланиш даражасини аниқлаш; ҳар бир омил белгилар таъсирини аниқлаш. Бу масалаларни ечишни конкрет иқтисодий масалаларни таҳлил қилиш орқали баён этамиз.

Бир омилли чизикли боғликни кўриб чиқамиз. Аналитик боғлиқлик ёки регрессия тенгламаси

$$Y_x = a_0 + a_1 X \quad (2.1)$$

кўринишда бўлади, бунда  $a_0$ ,  $a_1$ - статистик параметрлар, доимий катталиқлар (const);  $Y$  - фақат омил белгисидан ҳисоблаб топилган натижавий белгининг қиймати.

$Y$  ва  $X$  омиллар ўртасидаги боғликнинг зичлиги боғлиқликнинг зичлиги боғликнинг чизикли шакли учун корреляция коэффиценти ( $r$ ) ёрдамида ҳисоблаб топилади:

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

бунда,  $\overline{X \cdot Y} - X \cdot Y$  кўпайтманинг ўртачаси;  $\overline{X}$  -  $X$  омилнинг ўртачаси;  $\overline{Y}$  -  $Y$  омилнинг ўртачаси;  $\sigma_x$  -  $X$  квадратик оғишнинг ўртачаси;  $\sigma_y$  -  $Y$  квадратик оғишнинг ўртачаси;

$X$  омил таъсирида пайдо бўладиган дисперсия ҳиссасини ҳисоблаш учун дитерминация коэффициентидан ( $D$ ) фойдаланилади:

$$D = r^2$$

$(1 - r^2)$  катталиқ қолдиқ дисперсиянинг коэффициенти деб аталади ва эътиборга олинмаган омиллар ҳисобига вариация ҳиссасини тавсифлайди. Алоқа зичлиги кўрсаткичи мустаҳкамлигини баҳолаш қуйидаги формула асосида амалга оширилади:

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

бунда,  $r$  - корреляция коэффициенти;  $n$  - кузатишлар сони агар  $n > 50$  бўлганда  $r > 3\sigma$  бўлса, боғлиқлик ҳақиқатан ҳам мавжуд бўлади деб ҳисобланади.

Ночизиқли боғлиқлик ҳолатида зичлик корреляция индекси ёрдамида баҳоланади.

Чизиқли боғлиқ ҳолатида корреляция индекси корреляция коэффициентига тенг. Корреляция индекси қуйидаги формула асосида ҳисоблаб топилади.

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

бунда,  $\sigma_y^2 = \frac{\sum (Y - \overline{Y})^2}{n}$  - барча омиллар ҳисобига умумий вариация;

$\sigma_{y/x}^2 = \frac{\sum (Y - \overline{y_x})^2}{n}$  - қолдиқ дисперсия.

Чизиқли бир омилли моделни қуришда қуйидаги айрим камчиликларга эътиборни қаратмоқ лозим.

Моделни жараённинг битта омил ёрдамида, у хатто ҳал қилувчи омил бўлган тақдирда ҳам ҳаққоний ёритиб бериш мумкин эмас. Масалан пахта хомашёсини ялпи йиғиб олишни ўрганишда асосий омил сифатида ҳосилдорликни олиш мумкин, лекин синчиклаб ўрганиш натижасида ер миқдори ва сифати, ўғитлар(уларни миқдори, сифати, қуритиш муддати), суғориш ҳаракат тартиби ва бошқа омилларни ҳам эътиборга олиш зарур.

Шундай қилиб, “асосий” омиллар миқдори чексиз ўзгариши мумкин. Бундай масалаларни ҳал этиш бир омилли моделдан кўп омиллигача ўтишни тақозо этади. Аммо бу ҳам функцияга асосий омиллардан ташқари яна кўп сонли иккинчи иккинчи даражали омиллар таъсир қилиши ҳисобига ҳисоблашда хатолик бўлишини рад этмайди. Кўпинча уларнинг таъсири сезиларсиз қарама-қарши ҳарактерга эга. Ушбу омилларнинг барча самараси, ҳам мусбат ҳам манфий қийматларни қабул қилувчи “ $U$ ” тасодифий ўзгарувчи билан баҳоланади. Чизиқли боғлиқлик:

$$Y = f(X, U) \text{ ёки } Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n, U) \text{ кўринишда бўлади.}$$

“ $U$ ” ўзгарувчи қуйидаги стохастик хусусиятларга эга бўлган ҳато сифатида намоён бўлади:

- эҳтимолий меъёрий тақсимотга эга бўлади;
- нолли ўртачага эга;
- чекли дисперсияга эга;
- ўлчаш хатоси ҳисобланади.

Статистик маълумот йиғишда кўп ҳолларда параметрнинг ҳақиқий қийматлари ўрнига яширин хатога эга ўлчамлар киритилади (улар объектив, субъектив ҳарактерга эга бўлишлари, ўлчам ҳисобларининг ноаниқлиги, ноаниқ ҳужжат айланиши, алоҳида ўлчамларини субъектив баҳоси ва бошқалар). Барча юқорида санаб ўтилган камчиликлар ўлчаш хатоларини тенглама хатоларига ўтишига олиб келади, яъни:

$$Y = a_0 + a_1X + W$$

$$W = U + V$$



бунда,  $W$  - жами хато;  $U$  - стохастик эътироз билдириш;  $V$  - ўлчаш хатоси.

Нисбатан оддий боғлиқлик деб чизиқли бир омили боғлиқлик ёки чизиқли кўп омилли модел, у тасодифий хатога нисбатан бир неча тахминларни қабул қилганда ҳисобланади: ўртача нолга тенг; дисперсия const ва асосий омилларга боғлиқ эмас ва тасодифий хато бир-бирига боғлиқ эмас.

Кўп омилли ҳолатда  $Y = a_0 + a_1 X_i + U_i$ ,  $a_0$  ва  $a_1$  коэффициентларни куйидаги шартлардан келиб чиққан ҳолда аниқлаш мумкин:

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

Содда иқтисодий моделларни кўриб чиқишда бу масалани стандарт усули ёрдамида ечиш мумкин. Энг кичик квадрат усули классик ҳисобланади, лекин нисбатан мураккаброқ вазиятларда мураккаб эконометрик моделни кўриб чиқишда мураккаб техника йўлларидан фойдаланган ҳолда янги усулларни ишлаб чиқиш зарур.

Оддий чизиқли регрессион моделнинг тўлиқ спецификацияси (2.1) регрессион тенгламадан ва 5 та бирламчи йўл қўйишлардан ташкил топган.

Шу йўл қўйишларни кўриб чиқамиз. Биринчи икки тахмин шундан иборатки,  $X$  нинг ҳар бир қиймати учун  $\varepsilon$  хато нол қиймат атрофида меъёрий тақсимланган. Тахмин қилинадики, ҳар бир қиймати  $\varepsilon_i$  узлуксиз катталиқ ҳисобланиб, ўртача атрофида симметрик тақсимланган  $-\infty$  дан  $+\infty$  гача ўзгаради ва унинг тақсимланиги 2 ўлчам ўртача ва вариация ёрдамида аниқланади.

Демак:

Биринчи тахмин:  $\varepsilon_i$  - меъёрий тақсимланган.

Иккинчи тахмин:  $E(\varepsilon) = 0$  - ўртача хато нолга тенг.

Ҳақиқатда биз стохастик хатони ҳар бир қийматини, кўпгина сабаблар натижаси сифатида кўришимиз мумкинки, бунда ҳар бир сабаб боғлиқ ўзгарувчини, у детерминистик ҳисобланиши мумкин бўлган қийматдан сезиларсиз тарзда оғдиради.

Бундай кўздан кечиришда ўлчаш хатоси ўхшаш билан тақсимот хатоси тўғри ва шунинг учун ўртача хатони меъёрийлигини ва нолга тенглиги ҳақида тахминлар ўхшаш.

Учинчи тахмин гомоскедикликка тегишли бўлиб, у ҳар бир хато  $\sigma_2$  нинг қиймати номаълум бўлган бир хил вариацияга эга эканлигини англатади. Бу тахмин масалан,  $X$  нинг катта қийматлари учун хато дисперсиясини имкони, худди кичик қийматлардаги каби деган тасдиқ билан келишади. Юқорида кўриб ўтилган ишлаб чиқариш функциясида, бу тахминга асосан ишлаб чиқаришдаги вариация ҳам, иш кучи қийматига боғлиқ эмас.

Учинчи тахмин: Гомоскедиклик:

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

Тўртинчи тахмин: қолдиқдаги автокорреляция билан боғлиқ. Тахмин қилинадикки, хатолар орасида автокорреляция йўқ, яъни автокорреляция мавжуд эмас:

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

Бу тахмин шуни англатадики, агар бугун натижадаги ишлаб чиқариш кутилгандан кўп бўлса, бундан эртага ишлаб чиқариш кўп (ёки кам) бўлади деган хулосага келиш керак эмас.

Биринчи ва тўртинчи тахмин биргаликда эҳтимоллик нуқтаи назаридан, тақсимот хатолари боғлиқ эмас дейиш имконини беради. Шунинг учун  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n$  ўзгарувчини ўхшаш ва эркин тақсимланиши сифатида қаралиши мумкин.  $E(\varepsilon_i) = 0$  бўлгани учун

$$\text{Var}(\varepsilon_i) = E(\varepsilon_i)^2$$

Бундан

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

Бешинчи тахмин:  $X$  эркин ўзгарувчи стохастик эмаслигини тасдиқлайди. Бошқача қилиб айтганда,  $X$ нинг қийматларини назорат қилинади ёки бутунлай башорат қилинади. Бу тахминни муҳим қўлланлиши шундан иборатки,  $i$  ва  $j$  нинг барча қийматлари учун

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

Бешинчи тахмин:  $X$  қийматлари стохастик эмас, улар танлашда танлов миқёсидан қатъий назар ўхшаш

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

Нолдан фарқ қилади ва унинг  $n \rightarrow \infty$  лимити чекли сон.

Тўғри, амалиётда кўрсатилган тахминларни мутлоқ мавжудлигига аниқ эришиш қийин, лекин биз агар бу тахминларга тахминан амал қилинса қониқиш ҳосил қиламиз. Юқорида келтириб ўтилган тахминлар классик чизиқли регрессион модел тузиш, регрессия параметрларини ҳисоблаш учун зарур. Таксимот хатолари меъёрий ва нолга тенг деб тахмин қилингани учун,  $\delta^2$ нинг оғиш дисперсияси номаълум ҳисобланди. (2.1) регрессион моделда номаълум деб  $\alpha$  ва  $\beta$  ўлчам қийматлари, шунингдек  $\delta^2$  хато вариациядари ҳисобланади.

Бизга маълумки, чизиқли ва чизиқсиз регрессиялар фарқ қилади.

Чизиқсиз регрессиялар икки синфга бўлинади: таҳлилга киритилган тушунтирувчи ўзгарувчига нисбатан чизиқсиз, аммо баҳоланадиган параметрлар бўйича чизиқли регрессия ва баҳоланадиган параметрлари бўйича чизиқсиз регрессия .

Тушунтирувчи ўзгарувчи бўйича чизиксиз регрессия:

- турли даражадаги полиномлар

$$y = a + b_1 \cdot x + b_2 \cdot x^2 + b_3 \cdot x^3 + \varepsilon$$

- тенг томонли гиперболо

$$y = a + \frac{b}{x} + \varepsilon$$

Баҳоланувчи параметрлар бўйича чизиксиз регрессия:

- даражали  $y = a \cdot x^b + \varepsilon$
- кўрсаткичли  $y = a \cdot b^x + \varepsilon$
- экспоненциал  $y = e^{a+bx} + \varepsilon$

Регрессия тенгламаларини тузиш унинг параметрларини баҳолашга келтирилади. Параметр бўйича чизикли регрессия параметрлари баҳолаш учун энг кичик квадратлар усули (ЭККУ)дан фойдаланилади. ЭККУ натижавий белгининг амалдаги қийматларининг ( $y$ ) назарий қийматлари ( $\hat{y}$ ) дан четланиш квадратларини энг кичик қийматга эриштирувчи параметрларни топади.

$$\sum (y - \hat{y}_x)^2 \rightarrow \min,$$

$$a = \bar{y} - b \cdot \bar{x}, \quad b = \frac{\text{cov}(x, y)}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{\overline{yx} - \bar{y} \cdot \bar{x}}{x^2 - \bar{x}^2}.$$

$b$ -параметрни регрессия коэффициенти дейилади.

Ушбу параметр омили бир бирликка ўзгартирганда натижанинг ўртача қандай қийматга ўзгаришини кўрсатади.

Регрессия коэффициенти олдидаги ишора алоқанинг йўналишини кўрсатади.  $b > 0$  – алоқа тўғри,  $b < 0$  алоқа тесқари

$a$  параметр норасмий равиш  $x=0$  дау нинг қийматини кўрсатади. Агар омили белги  $x$  ноль қиймат қабул қилмаса, озод ҳад  $a$  маънога эга эмас.  $a$  параметр иқтисодий мазмунга эга бўлмайди.

Тузилган моделнинг сифатини аниқлашда қатор коэффициентлар ишлатилади. Айримлари билан юқорида танишиб чиқдик.

Корреляция –бу икки тасодифий қийматлар X ва Y ўртасидаги боғлиқлик даражаси. Шунга ўхшаш боғлиқликларни тадқиқ этиш учун жуфт қийматларнинг чекли тўпламидан фойдаланилади.

$$r_{x_j x_i} = \frac{\sum_{i=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)(x_{jt} - \bar{x}_j) / (T-1)}{\sigma_{x_i} \sigma_{x_j}}.$$

Амалиётда омиллар ўртасидаги ўзаро боғлиқлик муҳим ҳисобланади,  $|r_{yxi}| > 0,8-0,9$ . Бундай ҳолларда омиллардан бирини моделдан чиқариб ташлаш зарур, яъни бир хил сабаб икки карра ҳисобга олинмаслик учун. Бундай мустасно ҳолат, омиллар бир хил ходисани тасвирлаганда бўлиш мумкин.

Чизиксиз регрессияда корреляция индекси ( $0 < r_{xy} < 1$ ) ишлатилади.

$$\rho_{xy} = \sqrt{1 - \frac{\sum (y_t - \bar{y}_{xi})^2}{\sum (y_t - \bar{y})^2}}$$

Модель сифатини баҳолаш учун детерминация коэффиценти ишлатилади. У регрессия билан асосланган дисперсиянинг у кўрсаткич умумий дисперсиясидаги улушини кўрсатади.

$$R^2 = \frac{\sum (\hat{y}_{xi} - \bar{y})^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2}.$$

Детерминация коэффиценти ҳам худди корреляция коэффиценти каби -1дан +1гача қийматни қабул қилади. Модель бўйича ушбу коэффицент қиймати қанчалик 1 га яқин бўлса, натижавий белги Y билан тадқиқ этилаётган омил X ўртасида алоқа шунчалик зич деб тушунилади.

Аппроксимациянинг ўртача хатолиги – ҳисоблаш қийматининг амалдаги қийматдан ўртача четланиши.

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{y - \hat{y}}{y} \right| \cdot 100\%$$

$A$  нинг мумкин бўлган қиймати 8-10% дан ошмаслиги керак.

Ўртача эластиклик коэффициенти  $\Theta$ ,  $x$  омил ўртача қийматдан 1 фоизи ўзгартирганда натижавий белги  $y$  ўзининг ўртача қийматидан хаммаси бўйича ўртача неча фоизга ўзгартиришни кўрсатади.

$$\bar{\Theta} = f'(x) \frac{\bar{x}}{y}$$

Дисперсион таҳлил масаласи боғлиқли ўзгарувчилар дисперсиясини таҳлил этишдан иборат:

$$\sum (y - \bar{y})^2 = \sum (\hat{y}_x - \bar{y})^2 + \sum (y - \hat{y}_x)^2;$$

$\sum (y - \bar{y})^2$  - квадратик четланишлар умумий йиғиндиси;

$\sum (\hat{y}_x - \bar{y})^2$  - квадратик четланишларнинг қолдиқ йиғиндиси;

$\sum (y - \hat{y}_x)^2$  - регрессия билан асосланган квадратик четланишлар йиғиндиси (“тушунтирилган” ёки “омилли”).

$F_{\text{тест}}$  –регрессия тенгламаси сифатини баҳолаш- $H_0$ гипотезани текшириш, яъни регрессия тенгламаси ва боғлиқлик зичлиги кўрсаткичининг статистик аҳамиятлиги ёки аҳамиятсизлигини аниқлашдан иборат. Бунинг учун Фишер мезони қиймати  $F$  нинг амалдаги  $F_{\text{амал}}$  қиймати ва критик (жадвалдаги қиймати)  $F_{\text{жад}}$  солиштирилади.  $F_{\text{амал}}$  эркинликнинг бир даражаси учун ҳисобланган омилни ва қолдиқ дисперсия қийматлари нисбатидан аниқланади.

$$F_{\text{амал}} = \frac{\sum (\hat{y} - \bar{y})^2}{m} \cdot \frac{(n - m - 1)}{\sum (y - \hat{y})^2} = \frac{r_{xy}^2}{1 - r_{xy}^2} (n - 2),$$

бу ерда,  $n$ - тўплам элементлар сони;  $m$  -  $x$  ўзгарувчилардаги параметрлар сони;

$F_{жад}$  – берилган эркинлик ва  $\alpha$  қийматлилик даражасида тасодифий омиллар таъсирида мезоннинг мумкин бўлган энг катта қиймати. Одатда  $\alpha$  0,05 ёки 0,01 қиймат қабул қилади.

Агар  $F_{жад} < F_{амал}$  бўлса, баҳоланадиган характеристикаларининг тасодифий табиати тўғрисидаги  $H_0$  гипотеза рад этилади ва уларнинг статистик қийматлиги ва ишончлиги тан олинади.

Агар  $F_{жад} > F_{амал}$  бўлса,  $H_0$  гипотеза рад этилмайди ва регрессия тенгламанинг статистик қийматлиги, ишончлиги тан олинмайди.

Регрессия ва корреляция коэффициентларининг статистик қийматлигини баҳолаш учун Стюдентнинг  $t$  – мезони ва ҳар бир кўрсаткичнинг ишончилилик оралиғи ҳисобланади. Кўрсаткичларнинг тасодифий табиати тўғрисидаги  $H_0$  гипотеза олдинга сурилади, яъни уларнинг нолдан унчалик фарқ қилмаслиги тўғрисида. Регрессия ва корреляция коэффициентларининг қийматлиги Стюдентнинг  $t$  – мезони бўйича баҳолаш уларнинг қийматини тасодифий хатоликлар қиймати билан таққослаш йўли билан амалга оширилади.

$$t_a = \frac{a}{m_a}; \quad t_b = \frac{b}{m_b}; \quad t_r = \frac{r}{m_r};$$

Чизиқли регрессия параметрлари ва корреляция коэффициентларининг тасодифий хатоликлари қуйидаги формулалар орқали топилади.

$$m_b = \sqrt{\frac{\sum (y - \hat{y}_x)^2 / (n-2)}{\sum (x - \bar{x})^2}} = \sqrt{\frac{S_{ocm}^2}{\sum (x - \bar{x})^2}} = \frac{S_{ocm}}{\sigma_x \sqrt{n}};$$

$$m_a = \sqrt{\frac{\sum (y - \hat{y}_x)^2}{(n-2)} \cdot \frac{\sum x^2}{n \sum (x - \bar{x})^2}} = \sqrt{S_{ocm}^2 \frac{\sum x^2}{n^2 \sigma_x^2}} = S_{ocm} \frac{\sqrt{\sum x^2}}{n \sigma_x};$$

$$m_r = \sqrt{\frac{1 - r_{xy}^2}{n-2}}.$$

t-статистиканинг амалдаги ва критик (жадвал) қийматларини  $t_{жад}$  ва  $t_{амал}$  таққослаб  $H_0$  гипотезани қабул қиламиз ёки рад этамиз.

Агар  $t_{жад} < t_{амал}$  бўлса,  $H_0$  гипотезадан четланилади, яъни  $a$ ,  $b$ , ва  $r_{xy}$  нолда фарқли бўлиши тасодифий эмас ва тизимли ҳаракатдаги  $x$  омил таъсирида ҳосил бўлгандир.

Агар  $t_{жад} > t_{амал}$  бўлса,  $H_0$  гипотеза қабул қилинади ва  $a$ ,  $b$ , ва  $r_{xy}$  ларнинг шаклланиши тасодифий табиатга эгадир.

Ишончлилик оралиғини ҳисоблаш учун ҳар бир кўрсаткич учун чегаравий хатолик  $\Delta$  ҳисобланади.

$$\Delta_a = t_{жад} m_a, \Delta_b = t_{жад} m_b$$

Ишончлилик оралиғини ҳисоблаш учун формулалар қуйидаги кўринишга эга.

$$a - \Delta_a \leq a \leq a + \Delta_a, b - \Delta_b \leq b \leq b + \Delta_b,$$

Агар ишончлилик оралиғига ноль тушиб қолса, яъни қуйи чегара манфий, юқори чегара мусбат бўлса, баҳоланувчи параметр ноль қиймат қабул қилади, чунки  $y$  бир вақтнинг ўзида ҳам мусбат ва ҳам манфий қиймат қабул қила олмайди.

$y_p$  нинг прогноз қиймати  $y_x = a + bx$  регрессия тенгламасига мос  $x_p$  (прогноз) қийматни қўшиш орқали топилади.

Прогнознинг ўртача стандарт хатолиги қуйидаги формула билан топилади.

$$m_{\hat{y}_p} = \sigma_{ост} \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_p - \bar{x})^2}{\sum (x - \bar{x})^2}},$$

Прогнознинг ишонч интервали қуйидагича қурилади.

$$y_p - \Delta_{y_p} \leq y_p \leq y_p + \Delta_{y_p}.$$

Иқтисодий-математик моделларни қуриш ва уларнинг татбиқларини чизиқли регрессия моделлар, кўп омилли моделлар асосида кўриб чиқамиз.



Кўриладиган масалаларнинг асосий математик аппаратини математик статистика, корреляцион ва регрессион таҳлиллар ташкил этади.

Корреляцион-регрессион таҳлил усуллари асосан қуйидагича 3 та масалани ечишни тақозо этади: натижавий ва омил белгилар орасидаги боғланиш кўринишини аниқлаш; улар ўртасидаги боғланиш даражасини аниқлаш; ҳар бир омил белгилар таъсирини аниқлаш.

Бу масалаларни ечишни конкрет иқтисодий масалаларни таҳлил қилиш орқали баён этамиз.

Сурхондарё вилоятида меҳнат ресурслари ўсиши ва иқтисодиёт банд аҳоли ўсишлари фоизларда келтирилган бўлиб, уларнинг вилоят ялпи худуди маҳсулоти ўсишига боғлиқлигини таҳлил қилиш масаласини кўрайлик.

Натижавий белгини  $y$  билан, омил белгиларни  $x_1$  ва  $x_2$  орқали белгилаймиз.

Дастлаб бир омилли чизиқли моделни кўрамиз. У қуйидаги чизиқли функция орқали ифодаланади:

$$\hat{y} = a + bx_1,$$

Чизиқли регрессия тенглама  $y = a + bx$  параметрларини Excelда **Линейн** статистик функцияси ёрдамида топилади. Ҳисоблаш тартиби эса қуйидагича

1. Таҳлил этиладиган маълумотларини киритиш ёки улар жойлашган файлни очиш талаб этилади( 2.1-расм).

	A	B	C
1		Mehnat resurslari o'sishi	Band aholi o'sish i
2	2000 y	3,2	1
3	2001 y	4,7	1,7
4	2002 y	4,1	2,1
5	2003 y	4,3	2,7
6	2004 y	4	3,4
7	2005 y	3,8	3,1
8	2006 y	3,7	3,7
9	2007 y	3,4	2,9
10	2008 y	3,8	3,7
11	2009 y	4,1	3,3
12	2010 y	4,3	3,4
13	2011 y	4,2	4,2

2.1-расм.

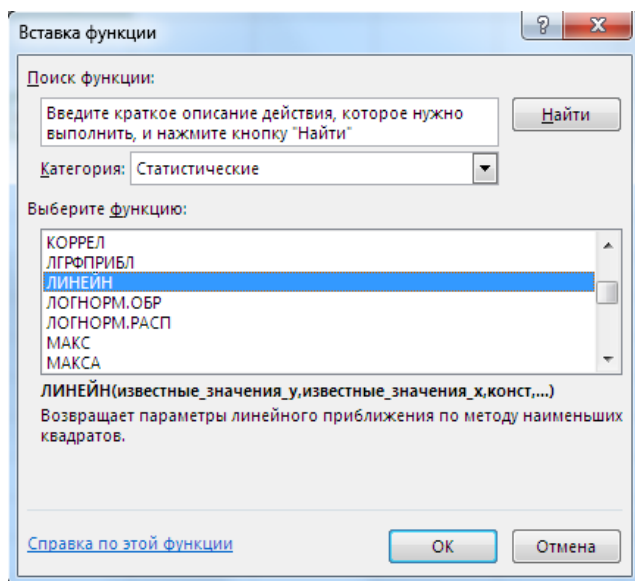
2. Регрессион статистика натижаларини чиқариш учун бўш катакларнинг 5x2 ўлчамдаги (5 сатр, 2 устун) ёки фақат регрессия коэффициентларини чоп этиш учун 1x2 соҳасини ажратинг.

3. Мастер функций мулоқот дарчасини қуйидаги усуллардан бири билан фаоллаштириш лозим.

а) асосий менюдан **Формулы/ Вставить функцию**ни танланг

б) стандарт ускуналар панелидан **Вставить функции** тугмасига чертинг

4. Категория дарчасидан **Статистические**, функция дарчасида-**Линейн** бандларини танлаб, **Ок** тугмачасини чертинг(2.2-расм).



## 2.2-расм

Функция аргументларини куйидагиларни эътиборга олиб тўлғазиш лозим.

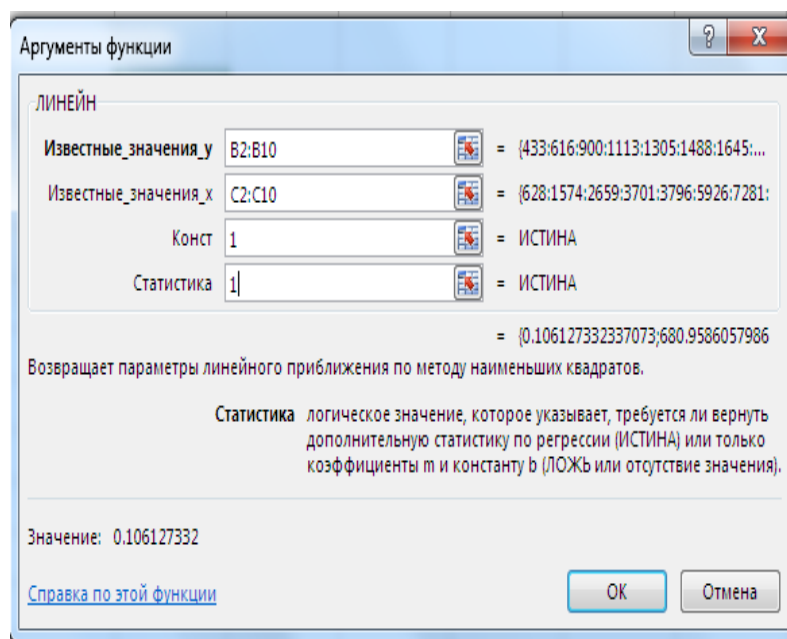
**Известные значения**-натижавий белги маълумотларини ўз ичига олувчи соҳа;

**Известные значения**  $x$ -омил белги маълумотларни ўз ичига олувчи соҳа;

**Константа** –тенгламада озод ҳад бор ёки йўқлигини кўрсатувчи мантиқий қиймат, агар **Константа** =1 бўлса озод ҳад одатдагидек ҳисобланади, **Константа** =0 бўлса озод ҳад 0 га тенг(2.3-расм).

**Статистика**-регрессион таҳлил бўйича қўшимча маълумот чиқариш керак ёки керак эмаслигини кўрсатувчи мантиқий қиймат. Агар **Статистика**=1 бўлса, қўшимча маълумот чиқарилади, **Статистика**=0 бўлса, фақат регрессия тенгламаси параметрлари чиқарилади. Тўлғизиб бўлингандан сўнг **Ок** тугмасини босинг(2.3-расм).

Ажратилган соҳанинг чап юқори катагида нативий жадвалнинг биринчи элементи пайдо бўлади. Жадвални тўлиғича очиш учун **F2** тугмасини босинг, кейин эса **CNRL+SHIFT+ENTER** тугмалари комбинацияси босилади.



2.3-расм

Кўшимча регрессион статистика куйидаги схемада чиқади.

$b$ коэффициент қиймати	$a$ коэффициент қиймати
$b$ нинг ўртача квадратик четланиши	$a$ нинг ўртача квадратик четланиши
Детерминация коэффициенти	унинг ўртача квадратик четланиши
F-статистика	Эркинлик даражаси сони
Квадратларнинг регрессия йиғиндиси	Квадратларнинг қолдиқ йиғиндиси

Юқоридаги мисол учун **Линейн** функцияси ҳисоблаш натижалар куйидаги 2.4-расмларда берилган.

0,060014	3,790625
0,140496	0,430448
0,017919	0,430448
0,182464	10
0,033808	1,852859

2.4-расм

Бу формуладаги  $a$  ва  $b$  параметрларни қуйидаги нормал тенгламалар системасини ечиш орқали топилади. Нормал тенгламалар системаси бунда қуйидагича бўлади:

$$\begin{cases} na + (\sum x_1)b = \sum y \\ (\sum x_1)a + (\sum x_1^2)b = \sum yx_1 \end{cases}$$

Бу тенгламалар системасининг модель коэффициентлари юқоридаги жадвал ва 2.4-расмга биноан қуйидагиларга тенг:

$$a = 3,790625; b = 0.060014 .$$

Шундайқилиб модель кўриниши

$$\hat{y} = 3,790 + 0,060014x,$$

бўлади ва ушбу тенгламани регрессия тенгламаси дейилади,  $a$ -коэффициентни регрессия коэффициенти дейилади.  $y$  ва  $x_1$  кўрсаткичлар орасидаги боғланиш кучини чизикли корреляция коэффициентини ҳисоблаш орқали топилади. Бу эса жадвалнинг биринчи устуни учинчи сатрида берилган детерминация коэффициентида квадрат илдизи чиқариш натижасига тенг.

$$r_{yx_1} = \sqrt{1 - \frac{\sigma_{yx}^2}{\sigma_y^2}} = \sqrt{0,017919} = 0,1338$$

Анализ данных воситасидаги **Регрессия** банди ёрдамида регрессион статистика натижалари, регрессия ва қолдиқлар чизикларини танлаш мумкин. Ушбу ишлар тартиби қуйидагича.

1. Асосий менюдан кетма-кет равишда **Данные /Анализ данных/ Регрессия** танланиб **Ок** тугмасини босиш кифоя. Албатта бу ҳолда **Анализ данных** Excelга ўрнатилган бўлиши керак.

2. Маълумот ва параметрларни киритиш дарчасини тўлғазиш лозим.

**Входной интервал Y** - натижавий белги маълумотларни ўз ичига олган соҳа;

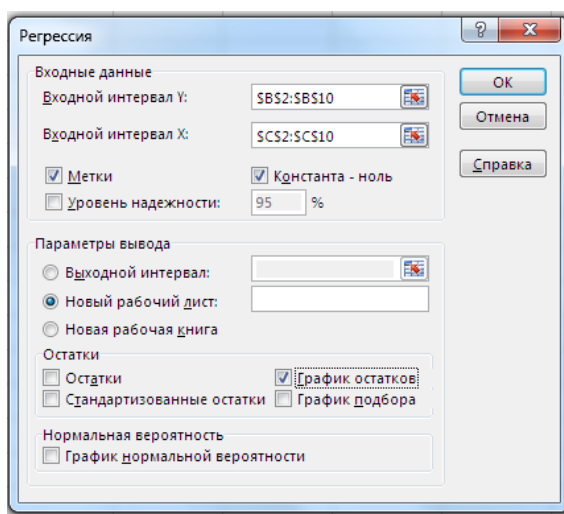
**Входной интервал X** - омил белги маълумотларни ўз ичига олган соҳа;

**Метки** - биринчи сатр устун номини ўз ичига олган ёки олмаганлигини кўрсатади.

**Константа- ноль** – байроқча тенгламада озод ҳад бор ёки йўқлигини кўрсатади; **Выходной интервал** - бўлғуси соҳанинг юқорой чап катагини кўрсатиш кифоя.

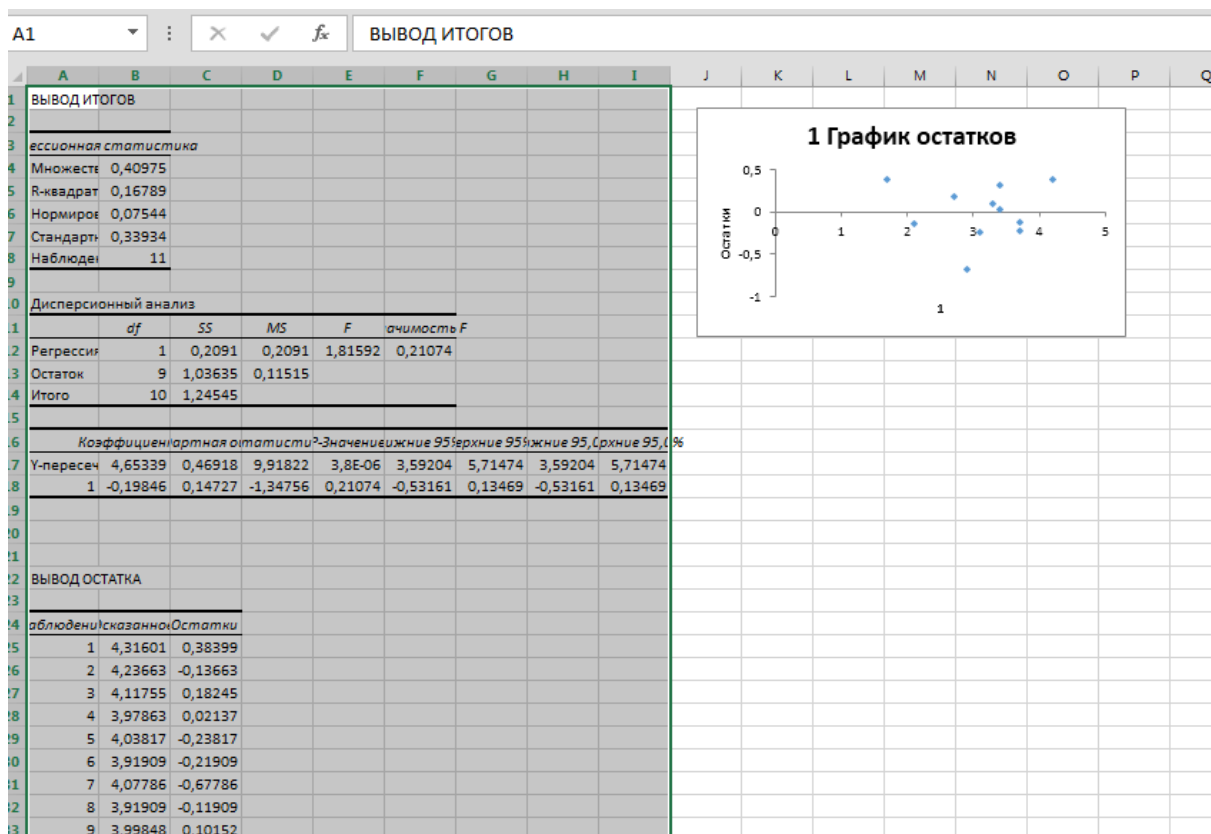
**Новый лист** - янги варақ номини ихтиёрий бериш мумкин.

Агар қўшимча маълумот ва қолдиклар графигини ҳосил қилмоқчи бўлсангиз мулоқот дарчасидаги тегишли бандга байроқча қўйиб **Ок** тугмасини босинг( 2.5-расм).



2.5-расм

Натижа қуйидаги 2.6 - расмда келтирилган.



2.6-расм.

## 2.2. Кўп омили регрессион-корреляцион таҳлилда Excel электрон жадвалидан фойдаланиш.

Кўп омили регрессия- бу бир канча эрки ўзгарувчиларни боғловчи тенглама:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_p)$$

бу ерда,  $y$ -эрксиз (боғлиқли) ўзгарувчи (натижавий белги);  $x_1, x_2, \dots, x_p$  эрки ўзгарувчилар (омиллар).

Кўп омили регрессияни тузиш учун чизиқли, даражали, экспоненциал ва гиперболик функциялар ишлатилади. Бундан ташқари чизиқли кўринишга келтириладиган функциялардан ҳам фойдаланилади.

Чизиқлига келтирилувчи чизиқли ва чизиқсиз тенгламалар учун ечиш регрессия параметрларини берадиган қуйидаги нормалт тенгламалар системаси қурилади:

$$\sum y = na + b_1 \sum x_1 + b_2 \sum x_2 + \dots + b_p \sum x_p$$

$$\sum yx_1 = a \sum x_1 + b_1 \sum x_1^2 + b_2 \sum x_1 x_2 + \dots + b_p \sum x_1 x_p$$

.....

$$\sum yx_p = a \sum x_p + b_1 \sum x_1 x_p + b_2 \sum x_1 x_p + \dots + b_p \sum x_p^2$$

Ушбу тенгламалар системасини ечиш учун детерминантлар усули қўлланилиши мумкин.

$$a = \frac{\Delta a}{\Delta}, b_1 = \frac{\Delta b_1}{\Delta}, \dots, b_p = \frac{\Delta b_p}{\Delta},$$

бу ерда

$$\Delta = \begin{vmatrix} n & \sum x_1 & \sum x_2 & \dots & \sum x_p \\ \sum x_1 & \sum x_1^2 & \sum x_2 x_1 & \dots & \sum x_p x_1 \\ \sum x_2 & \sum x_1 x_2 & \sum x_2^2 & \dots & \sum x_p x_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sum x_p & \sum x_1 x_p & \sum x_2 x_p & \dots & \sum x_p^2 \end{vmatrix}$$

Кўп омилли регрессия тенгламасининг бошқа бир кўриниши-стандартлашган миқёсдаги регрессия тенгламаси.

$$t_y = \beta_1 t_{x_1} + \beta_2 t_{x_2} + \dots + \beta_p t_{x_p}$$

бу ерда  $t_y = \frac{y - \bar{y}}{\sigma_y}, t_{x_i} = \frac{x_i - \bar{x}_i}{\sigma_{x_i}}$  -стандартлашган ўзгарувчилар;  $\beta_i$ -

регрессиянинг стандартлашган коэффициентлари.



Кўп омили регрессиянинг коэффициентлар  $b_i$  билан стандартлаштирилган коэффициентлар  $\beta_i$  орасидаги муносабатлар куйидагича

$$b_i = \beta_i \frac{\sigma_y}{\sigma_{x_i}}$$

$a$  параметр куйидагича аниқланади

$$a = \bar{y} - b_1 \bar{x}_1 - b_2 \bar{x}_2 - \dots - b_p \bar{x}_p$$

Эластикликнинг хусусий коэффициентларини ҳисоблашда куйидаги формуладан фойдаланилади:

$$\mathcal{E}_{y, x_i} = b_i \frac{x_i}{y_{x_1, x_2, \dots, x_{i-1}, \dots, x_{i+1}, \dots, x_p}}$$

Кўп омили регрессия тенгласини тузишда омилларнинг зич чизиқли боғлиқлиги туфайли мультиколлинеарлик муаммоси туғилиши мумкин. Омиллар қанчалик мультиколлинеар бўлса, энг кичик квадратлар усули ёрдамида айрим омиллар бўйича асосланган вариация йиғиндиси тақсимоти баҳоси шунча кам ишончлидир.

Агар икки ўзгарувчи коллинеар ҳисобланади, яъни агар корреляция коэффициенти 0,7га тенг ёки катта бўлса, бир-бири билан чизиқли боғлиқли бўлади.

Омиллар мультиколлинеарлигини баҳолаш учун омиллар орасидаги жуфтлик корреляция коэффициентлари матричаси детерминанти ишлатилади.

Агар омиллар ўртасида тўлиқ чизиқли боғланиш мавжуд ва барча корреляция коэффициентлари 1 га тенг бўлса, бундай матрица детерминанти 0 тенг:

$$\text{Det}|R| = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix} = 0,$$

Агар омиллар ўзаро корреляцияланмаган бўлса, корреляция коэффициентлари матрицаси детерминанти 1 га тенг.

Регрессия параметрларини баҳолаш маълум бир мезонларга жавоб бериши: аралаш бўлмаслиги, салмоқли ва самарали бўлиши лозим. Баҳолашнинг аралаш бўлмаслиги дегани, қолдиқларнинг математик кутилмаси нолга тенг бўлишлигини билдиради. Агар баҳолаш аралаш бўлмаслик хоссасини қаноатлантирса, уларни турли тадқиқотлар бўйича таққослаш мумкин. Баҳолаш самарали дейилади, қачонки улар энг кам дисперсияни характерласа.

Баҳолашнинг салмоқчилиги деганда, танлаш ҳажми ошиши билан аниқлик даражаси ошиши тушунилади. Регрессия параметрлари  $b_i$  нинг кутилган қийматлари ишонч оралиғи эҳтимоллиги бирга яқин бўлганлари учун регрессия натижалари катта амалий аҳамиятга эга. Юқоридаги баҳолаш мезонлари (аралаш бўлмаслик, салмоқчилик ва самаралилик) турли баҳолаш усулларида ҳисобга олинади. Энг кичик квадратлар усули регрессияни баҳолашда қолдиқлар квадратлари йиғиндисини минималлаштириш асосига қурилган. Шунинг учун регрессия қолдиғи қиймати  $\varepsilon_i$  ҳолатини тадқиқ этиш муҳимдир. Регрессиянинг ишончли натижаларини олишда энг кичик квадратлар усули бўйича баҳолаш юқоридаги учта мезон талабларини ҳам қаноатлантиради. Қолдиқ  $\varepsilon_i$  ни тадқиқ этиш энг кичик квадрат усулининг қуйидаги беш нуқтаи назарни текширишни тақазо этади.

- қолдиқларнинг тасодифий характердалиги;
- $x_i$  га боғлиқ бўлмаган қолдиқларнинг ўртача нол қиймати;  
(гомоскедастиклик)

- ҳар бир  $\varepsilon_i$  четланиш дисперсияси барча  $x$  лар учун бир хил.

-қолдиқлар автокорреляцияси мавжуд эмаслиги -  $\varepsilon_i$  қолдиқлар қийматларининг бир-бирига боғлиқсиз тақсимоти

- қолдиқлар нормал тақсимотга бўйсунди.

Энг кичик квадратлар усулини қўллаш учун юқоридаги иккинчи шарт, яъни қолдиқлар дисперсияси гомоскедастик бўлиши шарт. Бу дегани, ҳар бир омил  $x_j$  нинг қолдиғи  $\varepsilon_i$  бир ҳил дисперсияга эга. Агар ушбу шарт бажарилмаса, у ҳолда гетероскедастик ҳолат бўлади.

Кўп омилли регрессия эркин ўзгарувчи сифатида сифатий белгиларни ҳам (мисол учун, мутахассислик, жинси, маълумоти, иқлимий шароити, айрим минтақалар ва ҳақозо) ўз ичига олиши мумкин. Бундай ўзгарувчиларни регрессия моделига киритиш учун, уларни тартибланиш ва уларга  $u$  ёки бу қиймат бериш зарур, яъни сифатий ўзгарувчиларни миқдорийга айлантириш лозим. Бундай ўзгарувчиларни эконометрикада ёлғондакам ўзгарувчилар дейилади мисол учун: 1-эркак жинси, 0-аёл жинси.

Ёлғондакам ўзгарувчиларни регрессия коэффициентини бошқа параметрларининг ўзгармас қийматларида эркин (боғлиқли) ўзгарувчининг бир тоифадан (аёл жинси) бошқа тоифага (эркак жинси) ўтишидаги ўртача ўзгариши сифатида тушуниш керак.

Стъюдент  $t$ -мезони асосида ёлғондакам ўзгарувчилар таъсири, тоифалар ўртасидаги тафовутнинг аҳамияти ҳақида фикр қилиш мумкин.

Энди юқоридаги масалани кўп омилли эконометрик таҳлилни **Excel** электрон процессори ёрдами амалга оширайлик. Бунда Сурхондарё вилоятида ялпи ҳудудий маҳсулот ишлаб чиқариш ўзгаришига ( $y$ ) вилоятда меҳнат ресурслари ўсиш суръати  $x_1$  (% ҳисобида) ва иқтисодиётда банд аҳоли ўсиш суръатига  $x_2$  (% ҳисобида)га боғлиқлиги эконометрик таҳлили этилмоқда(2.7-расм).

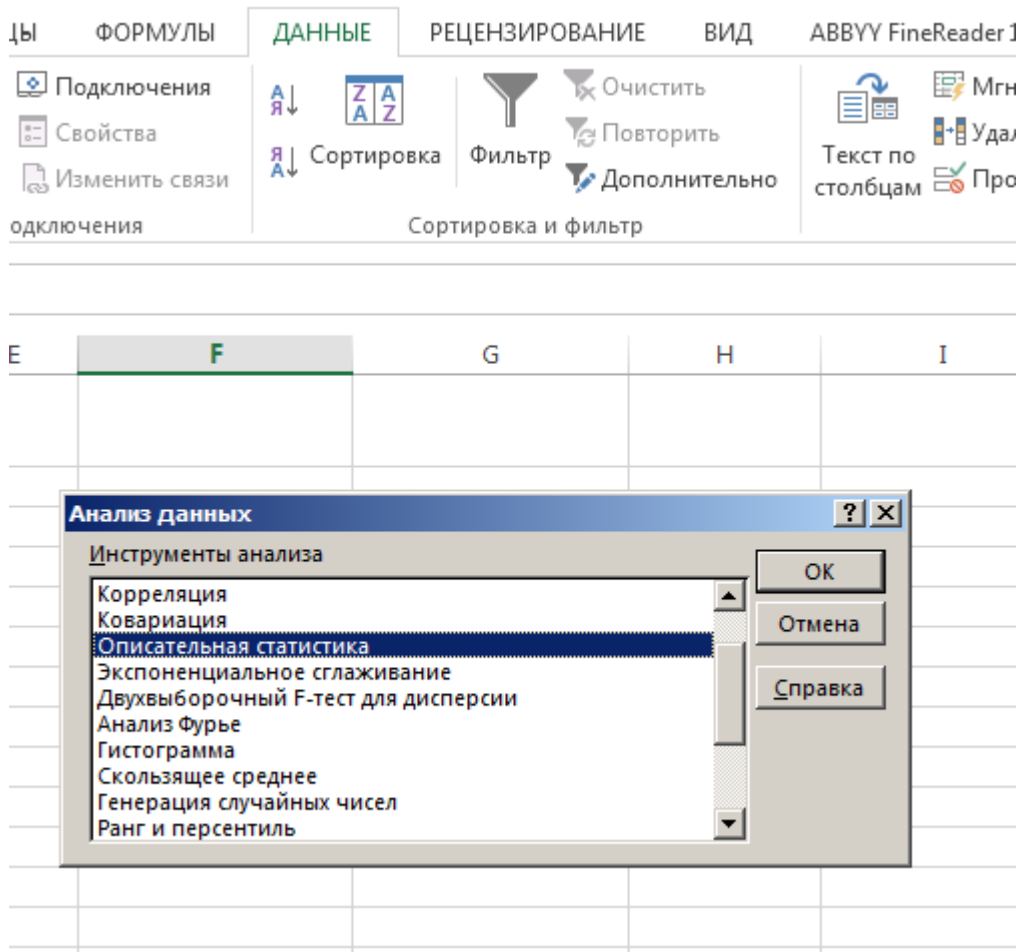
A	B	C	D	E	F
	Mehnat resurslari o'sishi	Band aholi o'sishi	YAXM o'sishi		
2007 y	3,4	2,9	107,7		
2008 y	3,8	3,7	107,4		
2009 y	4,1	3,3	106,6		
2010 y	4,3	3,4	111,2		
2011 y	4,2	4,2	110,9		

2.7-расм.

Бир ёки бирнеча маълумотлар массиви учун асосий статистик характеристикаларининг якуний жадвалини **Анализ данных** (маълумотлар таҳлили) инструментининг **Описательная статистика** банди ёрдамида олиш мумкин. Бунинг қуйидаги қадамлар бажарилади(2.8-расм).

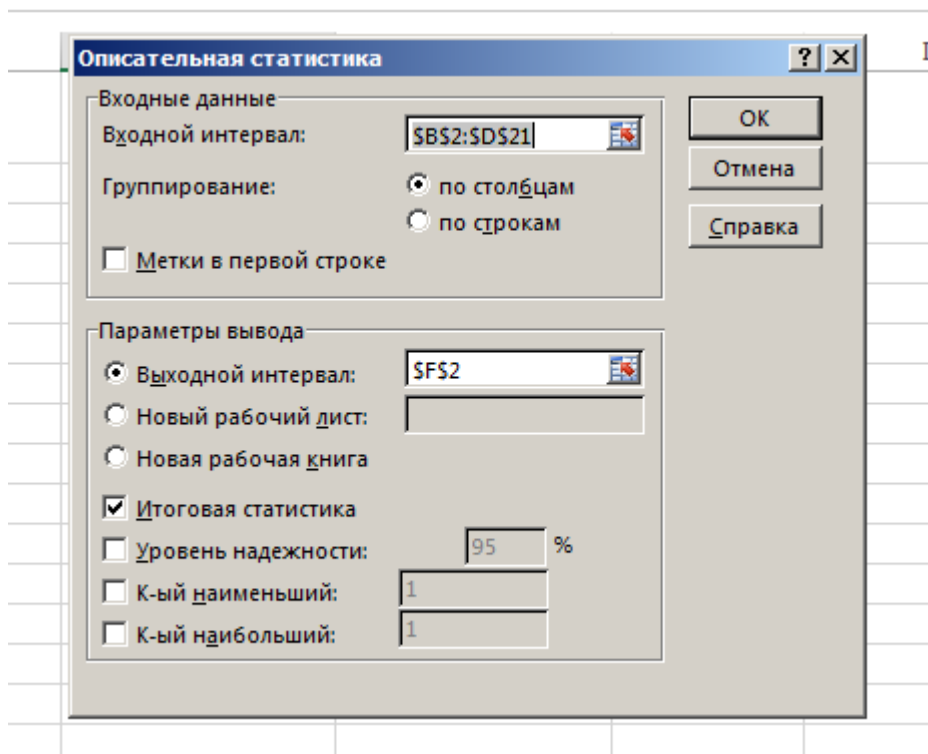
1) бошланғич маълумотларни киритинг ёки таҳлил этиладиган маълумотлар мавжуд бўлган файлни очинг;

2) асосий менюдан кетма-кет равишда **Сервис/Анализ данных/Описательная статистика** бандларини танланг ва **ОК** тугмачасини чертинг.



2.8-расм

3) **Описательная статистика** мулоқот дарчасига маълумотларни киритиш ва параметрларни чиқариш мулоқот даражасини тўлдириш (2.9-расм).



2.9-расм

Бунда:

**Выходной интервал** (киритиш оралиғи) – таҳлил этиладиган маълумотларни ўз ичига олган соҳа, у бир ёки бир неча сатр (устун) дан иборат бўлиши мумкин;

**Группирование** (гурухлаштириш)- устун ёки сатр бўйича қўшимча кўрсатиш лозим;

**Метки**(нишонлар)- байроқча, биринчи сатрда устун номи бор ёки йўқлигини кўрсатади;

**Выходной интервал** (чиқиш оралиғи) –бўлғуси соҳанинг юқори чап катаги кўрсатилиши етарли;

**Новый рабочий лист** (янги ишчи варақ)- ихтиёрий янги варақ номи берилиши мумкин.

Агар якуний статистика (**Итоговая статистика**), ишончлилик даражаси (Уровень надежности), к –инчи энг катта ва энг кичик қиймат тўғрисида қўшимча маълумот олмоқчи бўлсангиз тегишли мулоқот дарчасига байроқча ўрнатинг ва ОК тугмасига чертинг.

Ҳар бир белги учун мос кўрсаткичларни ҳисоблаш натижаси куйидаги 2.10-расмда келтирилган.

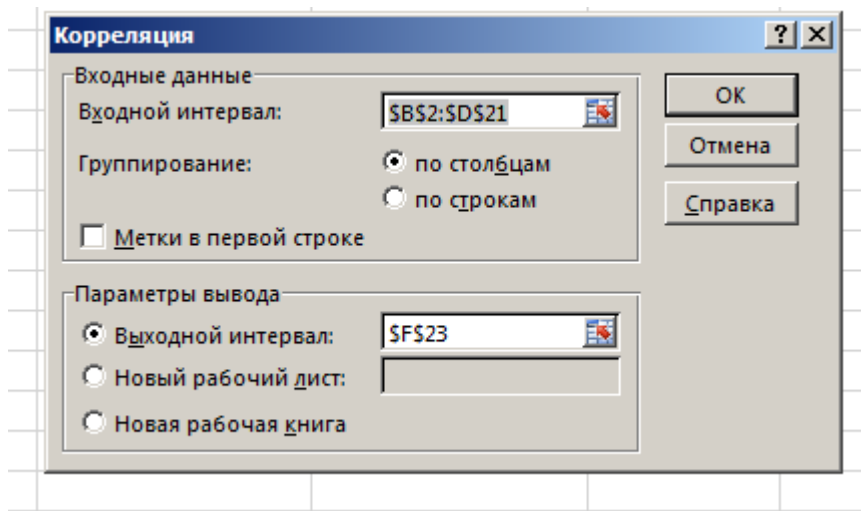
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		Mehnat resurslari o'sishi	Band aholi o'sishi	YAXM o'sishi								
2	2007 y	3,4	2,9	107,7								
3	2008 y	3,8	3,7	107,4								
4	2009 y	4,1	3,3	106,6								
5	2010 y	4,3	3,4	111,2								
6	2011 y	4,2	4,2	110,9								
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												

2.10-расм

Ўзгарувчиларнинг жуфтлик корреляция коэффициентлари матричаси **Анализ данных** инструментининг **Корреляция** банди ёрдамида ҳисобланади. Бунинг учун куйидаги қадамларни бажариш лозим.

1) Бош менюдан кетма-кет равишда **Сервис/Анализ данных/Корреляция** бандларини танлаб **ОК** тугмачасини чертинг.

2) Маълумотларни киритиш ва чиқиш параметрлари мулоқот даражасини тўлдириш (2.11-расм)



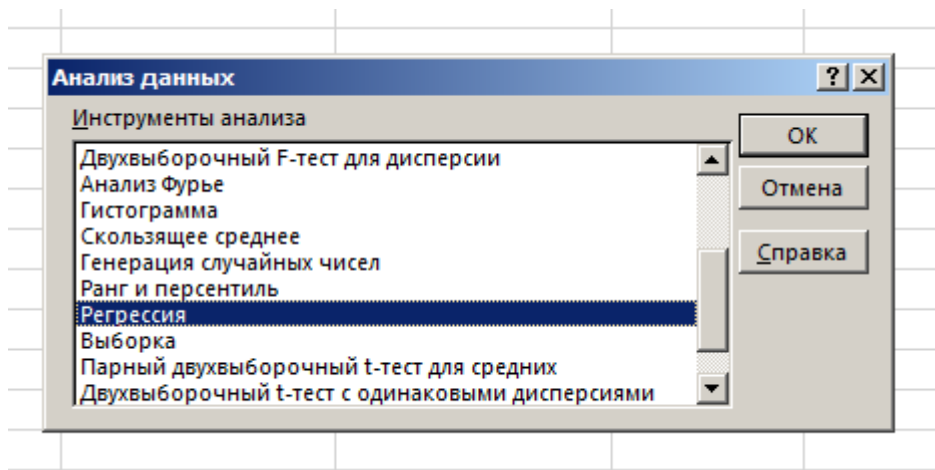
2.11-рasm

3) Ҳисоблаш натижалари – жуфтлик корреляция коэффициентлари матрицаси 2.12-рasmда келтирилган.

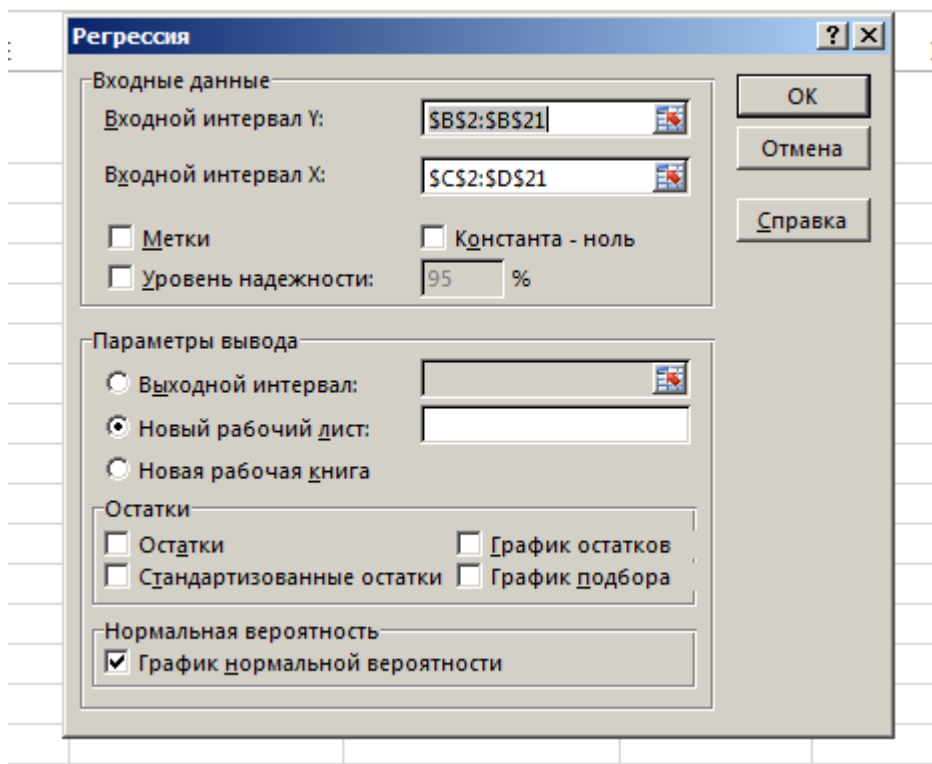
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
		Mehnat resurslari o'sishi	Band aholi o'sishi	YAXM o'sishi			x1	x2	y
		x1	x2	y		x1	1		
2007 y		3,4	2,9	107,7		x2	0,579781	1	
2008 y		3,8	3,7	107,4		y	0,59564	0,496008	1
2009 y		4,1	3,3	106,6					
2010 y		4,3	3,4	111,2					
2011 y		4,2	4,2	110,9					

2.12-рasm

Кўп омилли чизикли регрессия тенгламасининг параметрларини ҳисоблаш маълумотлар таҳлили (**Анализ данных**) инструментининг **Регрессия** банди ёрдамида топилади(2.13-рasm).





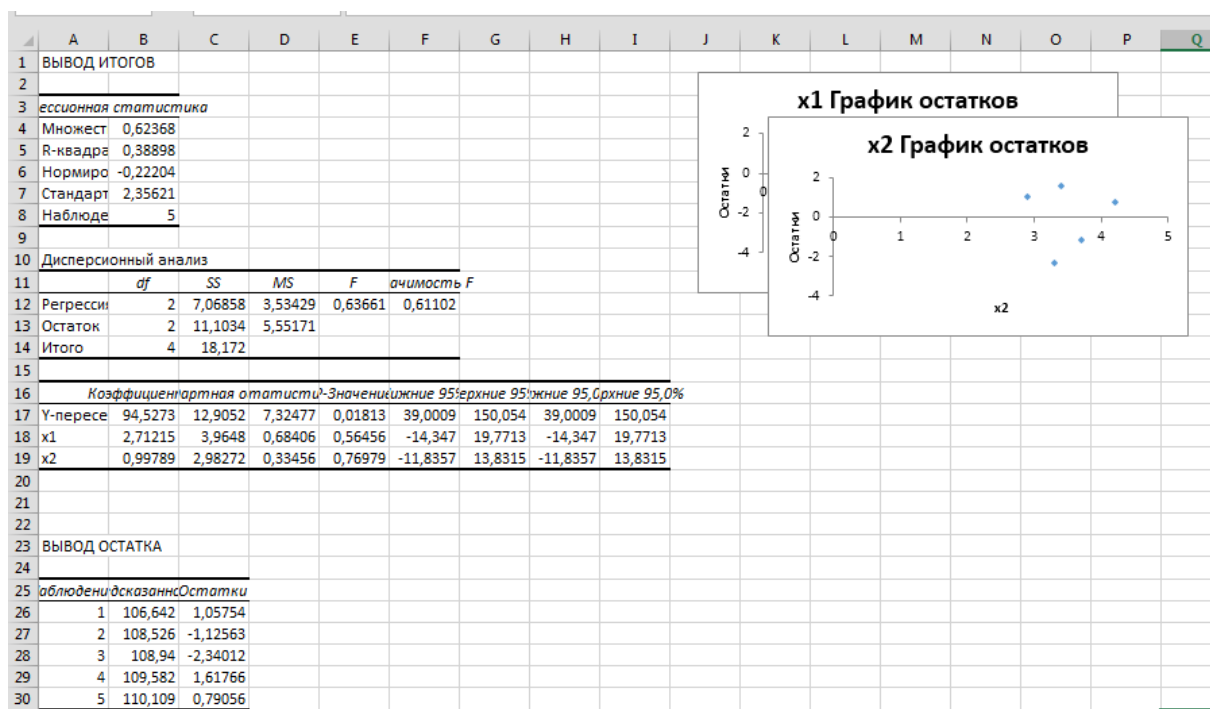


2.13-расм

У жуфтлик чизиқли регрессия параметрларини ҳисоблаш каби бўлиб, фарқи шундаки мулоқот дарчасида кириш оралиғи ( входной интервал) x параметри ўрнига битта устун эмас, балки омилли белгилар қийматини ўз ичига олувчи барча устунлар киритилади.

Натижалар 2.14 -расмда берилган.

	Mehnat resurslari o'sishi	Band aholi o'sishi	YAXM o'sishi		3,4		2,9		107,7	
2007 y	3,4	2,9	107,7		Среднее	4,1	Среднее	3,65	Среднее	109,025
2008 y	3,8	3,7	107,4		Стандарт	0,108012	Стандарт	0,202073	Стандарт	1,182071
2009 y	4,1	3,3	106,6		Медиана	4,15	Медиана	3,55	Медиана	109,15
2010 y	4,3	3,4	111,2		Мода	#Н/Д	Мода	#Н/Д	Мода	#Н/Д
2011 y	4,2	4,2	110,9		Стандарт	0,216025	Стандарт	0,404145	Стандарт	2,364142
					Дисперси	0,046667	Дисперси	0,163333	Дисперси	5,589167
					Эксцесс	1,5	Эксцесс	0,297376	Эксцесс	-5,35915
					Асимметр	-1,19034	Асимметр	1,090738	Асимметр	-0,08429
					Интервал	0,5	Интервал	0,9	Интервал	4,6
					Минимум	3,8	Минимум	3,3	Минимум	106,6
					Максимум	4,3	Максимум	4,2	Максимум	111,2
					Сумма	16,4	Сумма	14,6	Сумма	436,1
					Счет	4	Счет	4	Счет	4



2.14-расм

## Хулоса

1. Эконометриянинг асосида параметрлари математик статистиканинг усуллари орқали баҳоланадиган омиллар таҳлилининг иқтисодий-математик модели ётади. Бу модел статистик асосида у ёки бу иқтисодий жараёнларни башоратлаш, таҳлил этиш каби тадқиқотлар юритиш учун хизмат қилади.

2. Иқтисодий жараёнларнинг эконометрик моделни куриш процедурасини ўзаро боғлиқ бир неча босқичга бўлиш мумкин:

- қаралаётган воқеа ва жараённинг ўзига ҳос хоссаларини таҳлил этиш ва уларни ифодалашга мос бўлган моделлар синфини асослаш ;
- моделга киритиладиган ўзгарувчиларнинг мақбул таркибини танлаш ва вақтнинг ўтган даврларидаги (бир жинсли объектларнинг қандайдир тўплами-худудлар, корхоналар ва бошқалар) даражасини аниқловчи уларнинг миқдорий характеристикаларини аниқлаш;

- моделга киритилган ўзгарувчиларни боғловчи математик тенглама (тенгламалар системаси) кўринишидаги модель шакли ва типини асослаш;

- турли вақт моментлари ёки бир жинсли объектлар тўпламида кўрсаткичлар (ўзгарувчилар) даражаларини ифодаловчи бирламчи маълумотлар асосида танланган модель варианты параметрларини баҳолаш;

- тузилган модель сифатини текшириш ва келгуси эконометрик тадқиқот жараёнида ишлатишнинг мақсадга мувофиқлиги тўғрисидаги хулосани асослаш.

### 3. Моделни тузишда қуйидагиларни ҳисобга олиш зарур:

3.1 Моделга киритиладиган омиллар сони ҳаддан ташқари кўп бўлмаслиги керак. Уларнинг кўпайиши моделнинг амалий қийматини минимумга олиб келиши мумкин. Бундай ҳолатда модель тасодифийлик фонида ривожланиш қонуниятини эмас, тасодифийликнинг ўзини тасвирлашни бошлайди.

3.2. Моделнинг соддалиги унинг адекватлигини кафолатлайди. Аммо жуда мураккаб боғлиқни кўпинча вақтнинг чегараланган оралиғида модель тузишдан олдин аниқлаш қийин. Бироқ шу билан бирга улар етарлича содда функциялар билан аппроксимациялашга йўл беради. Бошқача айтсак, мураккаб модел кўп жихатдан асосий боғлиқликларга зарар берган ҳолда ўзгарувчиларнинг иккинчи даражали боғлиқликларини ифодалаши мумкин.

4. Корреляцион-регрессион таҳлил усуллари асосан қуйидагича 3 та масалани ечишни тақозо этади: натижавий ва омил белгилар орасидаги боғланиш кўринишини аниқлаш; улар ўртасидаги боғланиш даражасини аниқлаш; ҳар бир омил белгилар таъсирини аниқлаш.

5. Иқтисодий прогнозлаштиришда эса математик экстраполяция усули кенг қўлланилади. Математика мазмунига кўра у функция қиймати ўзгариши қонунини унинг кузатиш соҳасидан, кузатиш оралиғидан

ташқарида ётувчи соҳага тарқатишдир. Вақтга боғлиқ қандайдир функция кўринишида ёзилган тенденция тренд дейилади. Тренд - бу иқтисодий кўрсаткич ўзгаришининг узоқ муддатдаги тенденцияси. Функция эса тадқиқ этилаётган ходисанинг содда иқтисодий-статистик (трендли) моделидир.

### **Фойдаланилган адабиётлар.**

1. Акулич И.Л. Экономико-математические методы и модели. Компьютерные технологии решения.-Минск: БГЭУ, 2003.
2. Васильев А.Н. Финансовое моделирование и оптимизация средствами Excel.-СПБ.: Питер, 2009.-320 с.
3. Гельман В.Я. Решение математических задач средствами Excel. Практикум.-СПб.: Питер, 2003.
4. Доугерти К. Введение в эконометрику.-М.: ИНФРА-М, 2001.-402 с.
5. Дуброва Т.А. Статистические методы прогнозирования в экономике: учеб. пособие/ -М.: МЭСИ, 2002.-52 с.
6. Дубина А.Г. Excel для экономистов и менеджеров.-СПБ.: Питер, 2004.-295 с.
7. Захарченко А.И. Бизнес статистика и прогнозирование MS Excel.-М.: Изд. Дом. «Вильямс», 2004.
8. Каплан А.В. и др. Решение экономических задач на компьютере . – М.: ДМЦК Пресс; 2004. – 600 с.
9. Карлберг, К. Бизнес-анализ с помощью Excel 2000. Пер.с англ. –М.: Издат. Дом «Вильямс», 2005.-448 с.
10. Колеснёв В.И. Экономико-математические методы и модели в коммерческой деятельности предприятий АПК: Учеб.пособие.- Минск:ИВЦ Минфина, 2009.-264 с.
11. Мур Дж. и др. Экономическое моделирование в Microsoft Excel. Пер. с англ. – 6-е изд.- М.: Издат. Дом «Вильямс», 2004.-1024 с.

12. Насритдинов Г. Эконометрика.-Т.: Иктисод-Молия, 2008.-252 б.
13. Паршин В.Ф. Математическое программирование и экономико-статистическое моделирование в ценообразовании. – Минск, БГЭУ, 2004.- 133 с.
14. Саймон Дж. Анализ данных в Excel: наглядный курс создания отчетов, диаграмм и сводных таблиц. Пер. с англ. –М.: Издат. Дом «Вильямс», 2004.-528 с.
15. Скриба С.И. Экономико-статистическое моделирование и прогнозирование средствами MS Excel: Учеб. пособие.- Минск: БГЭУ, 2002. – 171 с.
16. Шарахметов Ш., Наимжонов А. Иқтисодчилар учун математика .-Т.: “Фан ва технология”, 2007.-304 б.
17. Трусов А.Ф. Excel 2007 для менеджеров и экономистов: логистические, производственные и оптимизационные расчеты.- СПб.: Питер, 2009. -256 с.
18. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Статистический анализ данных на компьютере. /под ред. В.Э. Фигурнова. –М.: ИНФРА-М, 2003.
19. Холод Н.И., Кузнецов А.В., Жихар Я.Н. и др. Экономико-математические методы и модели. –Мн.: БГЭУ, 1999-413 с.
20. Уэйн Л. Винстон. Microsoft Excel: анализ данных и построение бизнес-моделей. Пер. с англ. – М.: Издат.-торг. Дом «Русская редакция», 2005. - 576 с.
21. Шапкина А.С. Математические методы и модели исследования операций: учебник.-М.: Издат.-торг. корпорация “Дашков и К”, 2004. -400 с.
22. Экономико-математические методы и модели. Учеб. пособие / под общ. ред. С.Ф. Миксюк и В.Н. Комкова. – Минск: БГЭУ, 2006. -220 с.
23. Курицкий Б.Я. Поиск оптимальных решений средствами Excel 7.0.- СПб.: ВHV-Санкт-Петербург, 1997.-384 с.

