

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ АХБОРОТ
ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ВА КОММУНИКАЦИЯЛАРИНИ
РИВОЖЛАНТИРИШ ВАЗИРЛИГИ

МУҲАММАД АЛ-ХОРАЗМИЙ НОМИДАГИ
ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ
“Дастурий инжиниринг” факультети
“Ахборот технологияларининг дастурий таъминоти” кафедраси

Қўл ёзма ҳуқуқида
УДК 004.942

ХЎЖАҚУЛОВ ОЙБЕК НАЖМИДДИНОВИЧ

Башоратлаш алгоритмларининг бир синфи учун алгебраик коррекциялаш
усулларининг қиёсий таҳлили

Мутахассислик: 5А330601 – Дастурий инжиниринг
магистр академик даражаси олиш учун ёзилган

ДИССЕРТАЦИЯ

Илмий раҳбар:
кт.и.х, т.ф.н. Худайбердиев М.Х.

Тошкент – 2018

МУНДАРИЖА

КИРИШ	3
1. БАШОРАТЛАШДА ҚЎЛЛАНИЛАДИГАН АСОСИЙ ТАМОЙИЛЛАР	9
1.1 Башоратлаш тушунчаси, асл маъноси, объекти.....	9
1.2 Башоратлаш усулларининг таснифи.....	15
1.3 Масаланинг қўйилиши.....	16
1. бўйича хулоса.....	16
2. БАШОРАТЛАШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН АЙРИМ ФУНКЦИЯ ВА УСУЛЛАР	17
2.1 Башоратлашда фойдаланиладиган айрим ишлаб чиқариш функциялари.....	17
2.2 Математик таҳлилнинг статистик усуллари.....	25
2.3 Башоратлашда экстраполяция усуллари.....	32
2. бўйича хулоса.....	42
3. ЧИЗИҚЛИ КОРРЕКЦИЯ УСУЛЛАРИ	43
3.1 Корреляцион ва регрессион усуллар.....	43
3.2 Энг кичик квадратлар усули.....	54
3.3 Чизикли бўлмаган параболик регрессия усули.....	58
3.4 Масаланинг ечилиши.....	62
3. бўйича хулоса.....	63
4. ДАСТУРИЙ ВОСИТА ВА УНДАН ФОЙДАЛАНИШ ТАРТИБИ	64
4.1 Дастурий воситанинг функционал тузилмаси.....	66
4.2 Дастурий воситанинг таснифи.....	68
4.3 Дастурий воситадан фойдаланиш тартиби.....	72
4. бўйича хулоса.....	76
ХУЛОСА	77
ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР	78
ИЛОВА	80

КИРИШ

Магистрлик диссертацияси мавзусининг асосланиши ва унинг долзарблиги:

Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёев раислигида 2018 йил 9 январь куни ахборот-коммуникация технологияларини янада ривожлантириш ва хавфсизлигини таъминлаш бўйича амалга оширилаётган чора-тадбирлар натижадорлигига бағишланган йиғилиш бўлиб ўтди [24].

Йиғилишда эришилган натижалар алоҳида қайд этилар экан, 2018 йилда ва яқин истикболда амалга оширилиши зарур бўлган устувор вазифалар ҳақида ҳам сўз борди. Президентимиз ахборот технологиялари соҳасида ҳали қилинадиган ишлар кўплиги, эришилган натижалар бошқа давлатларга қараганда анча паст кўрсаткичда эканини таъкидлади. Мисол учун [24]:

а) Ахборот технологиялари соҳасининг мамлакат ялпи ички маҳсулотидаги улуши Жанубий Кореяда 9 фоиз, Японияда 5,5 фоиз, Хитой ва Ҳиндистонда 4,7 фоиз, Ўзбекистонда атиги 2,2 фоизни ташкил этади. Буни ахборот-коммуникация ривожланиш индекси рейтингидаги 176 мамлакат орасида Ўзбекистон 95-ўринда экани ҳам исботлаб турибди.

б) Интернет тармоғига уланиш қамровини кенгайтириш ва тезлигини ошириш, дастурий таъминот, телекоммуникация соҳасида етакчи хорижий компаниялар билан алоқа ўрнатиш, “Электрон ҳукумат” тизимини янада ривожлантириш бўйича амалга оширилаётган ишлар юзасидан ахборот берилди.

в) Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университетини уч йил ичида жаҳондаги энг обрўли 1000 университет сафига киритишни таъминлаш, соҳанинг етакчи университет ва компаниялари билан ҳамкорликни мустаҳкамлаш, профессор-ўқитувчилар ва талабаларнинг хорижда стажировкада бўлиш ва малака

оширишини кенг ташкил этиш кераклиги таъкидланди ва (х.к.)лар кўриб чиқилди.

Шунга ва шунга монанд йиғилишларни Республикамиз раҳбари вазифасини бажарувчи сифатида 2016 йил 8 сентябрдан бошлаганлигини ҳамма билса керак [1]. Бу ҳали илк қадам эди. Ҳозирги кунда равақ топиб бораётган тараққиётимиздан билсак бўлади.

Демак, шунга мувофиқ ҳолда ахборот-технологиялари соҳасида ўқиётган ва иш фаолиятини олиб бораётган шахсларга бир томондан маъсулият кучайган бўлса, иккинчи томондан эса ўз устида янада кўпроқ ишлаб халқ юмушини осонлаштирадиган дастурий воситалар ишлаб чиқиб, даромадини кўпайтириб олиш вақти келганидан далолат берилмоқда.

Жараён ва ходисаларни башоратлаш масаласи бугунги кунинг долзарб масаларидан биридир. Унинг натижаси келажакда содир бўлиши мумкин бўлган ходиса билан узвий боғлиқ бўлиш эҳтимоли ҳақидаги ахборотлардан иборатдир. Шунга асосланган ҳолда турли соҳа ва корхоналар ўзларининг келгусидаги фаолиятларини режалаштиришларига имконият вужудга келади. Бундан келиб чиқиб, шуни такидлаш мумкинки, башоратлашнинг усул ва алгоритмларни тўғри танлаш мақсадга мувофиқ бўлади. Диссертация мавзусининг долзарблиги асосан қуйидагиларда яққол намоён бўлади:

1. тўпланган статистик маълумотларнинг бир-бирига боғлиқлик жиҳатларини аниқлаш зарур масаладир;
2. тадқиқотда қўлланиладиган барча усул ва алгоритмларнинг ҳисоблаш экспериментларида ҳақиқий маълумотлардан фойдаланиш муҳим;
3. алгоритмлар натижаларининг қиёсий таҳлилининг ишончлилигини текширувчи мезон билан амалга оширилиш керак;
4. олинган натижаларнинг ҳақиқий натижаларга мослигини текшириш.

Тадқиқот ишининг объекти ва предмети: тадқиқотнинг **объекти** сифатида жорий ностационар молиявий динамик вақт қаторини бошоратлаш. Бунда миллий ва хорижий валюталарни нисбий кўрчаткичлари қараб ўтилган. Тадқиқотнинг **предмети** сифатида тимсолларни аниқлашнинг эвристик алгоритмлари (корреляцион-регрессион усуллар) тадқиқ қилинган.

Тадқиқот ишининг мақсади ва вазифалари:

Тадқиқот иши мақсади: башоратлаш алгоритмлари ёрдамида молиявий вақт қаторини белгиланган интервалига адекват композицияни қуришда динамик процедураларни ишлаб чиқиш.

Тадқиқот иши вазифаларига қуйидагилардан иборат:

1. стационар вақт қаторларини олиб берувчи моделни идентификация қилиш;
2. моделни адекватлигини текшириш ва баҳолаш;
3. таклиф қилинаётган назария асосида башоратловчи дастурий воситани ишлаб чиқиш.

Тадқиқот ишининг илмий янгилиги: илмий тадқиқот ишида фойдаланилган асосий алгоритмларга вазн бериш орқали реал жараёнга мос моделни танлаш процедурани ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқот ишининг асосий масалалари ва фаразлари: тадқиқот ишида қўйилган асосий масалалар қуйидагилардан иборат:

- тадқиқотга (объектига) оид маълумотлар базасини шакллантириш;
- таклиф қилинган алгоритм ва усуллар ёрдамида дастурий восита ишлаб чиқиш;
- усул ва алгоритмларнинг жараёнга адекватлигини текшириш;
- дастурий воситани амалий масалаларда синовдан ўтказиш.

Тадқиқот иши бўйича адабиётлар таҳлили (шарҳи): башоратлашда қўлланиладиган айрим усул ва алгоритмларнинг баъзи бирларини келтирамыз.

Башоратлашни оддий сўзлар ёрдамида ҳам тасвирлаш мумкин. БАШОРАТ_{кейинги ой} ТЕНГЛИК ЭЎТИЁЖ_{шу ой}. “БАШОРАТ” ва “ЭЎТИЁЖ” сўзлари ўрнига f ва d белгиларни ва “ТЕНГЛИК” ўрнига – математик белги = киритамиз. Умумий кўриш қуйидагича бўлади: $f_{\text{кейинги ой}} = d_{\text{шу ой}}$. Демак, шу ойни t ҳарфи билан белгилаймиз, кейинги ойлар учун эса $t + 1, t + 2, \dots$, олдинги ойлар учун эса $t - 1, t - 2, \dots$, кўринишда бўлади. Ой ўрнида кун, ҳафта, йил ва ҳ.к. бўлиши мумкин. Башоратлашнинг умумий алгебраик кўриниши қуйидагича бўлади: $f_{t+1} = d_t$ [2].

Чизикли регрессия усули.

$y = \alpha + \beta x$ чизикли регрессия тенгламаси ҳисобланади. Бу ерда α, β ҳар доим номаълум коэффицентлар, x эрксиз ҳамда y эркин ўзгарувчидир [3,19-22].

Ночизикли регрессия усули.

$y = \alpha + \beta x + \gamma x^2$ чизикли регрессия тенгламаси ҳисобланади. Бу ерда α, β, γ ҳар доим номаълум коэффицентлар, x эрксиз ҳамда y эркин ўзгарувчидир [3,19-22].

Тадқиқотда ишида қўлланилган услубиятнинг тавсифи: тадқиқот ишида регрессиянинг чизикли ва чизикли бўлмаган параболик усуллари, қиёслаш, тизимли таҳлил, синтез усулларидан фойдаланилди. Тадқиқотда белгиланган вазифаларни амалга оширишда Microsoft Visual Studio 2015, Microsoft SQL Management Studio, Entity Framework, Microsoft Visual C# 2015 дастурий пакетларидан фойдаланган ҳолда Forecasting 1.0 дастурий восита ишлаб чиқилди.

Тадқиқот иши натижаларининг назарий ва амалий аҳамияти: тадқиқот иши натижаларининг назарий аҳамияти қуйидагилардан иборат:

– башоратлашда жуда кўплаб фойдаланиладиган усул ва алгоритмлар ҳақида маълумотлар берилган;

– башоратлашнинг чизикли коррекция усуллари ўзаро қиёсий таҳлил қилинган.

Тадқиқот иши натижаларининг амалий аҳамияти қуйидагиларни ташкил қилади:

- мавжуд башоратлашнинг усул ва алгоритмларини тадқиқ қилиш асносида модел ишлаб чиқилди;
- модел асосида Forecasting 1.0 дастурий восита ишлаб чиқилди;
- олинган натижалар ўзаро қиёсий таҳлил қилинди;
- олинган натижаларнинг ҳақиқий натижаларга адаптивлиги текширилди.

Тадқиқот иши тузилмасининг тавсифи: Магистрлик диссертация матнинг ҳажми 89 бетдан иборат бўлиб, унинг структурасини кириш, 4 та боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар ва илова ташкил қилади.

1. Башоратлашда қўлланиладиган асосий тамойилларга бағишланган бўлиб, унда башоратлаш тушунчаси, асл маъноси, объекти; башоратлаш усуллариининг таснифи; масаланинг қўйилиши келтирилган ҳамда баён этилган.

2. Башоратлашда фойдаланиладиган айрим функция ва усулларга доир бўлиб, унда башоратлашда фойдаланиладиган айрим ишлаб чиқариш функциялари; математик таҳлилнинг статистик усуллари; башоратлашда экстраполяция усуллари тавсифланган.

3. Чизикли коррекция усулларига тегишли бўлиб, унда асосан корреляцион ва регрессион усуллар; энг кичик квадратлар усули; чизикли бўлмаган параболик регрессия усули, масаланинг ечилиши келтирилиб ўтилган.

4. Дастурий восита ва ундан фойдаланиш тартиби деб аталиб, у ўз ичига дастурий воситанинг функционал тузилмаси; дастурий воситанинг таснифи; дастурий воситадан фойдаланиш тартиби бандларини мужассамлаштирган.

Хулоса қисмида тадқиқотда олинган асосий натижалар ва мулоҳаза ҳамда таклифлар келтирилган.

Фойдаланилган адабиётлар қисмида эса тадқиқот ишини бажаришда қўлланилган асосий адабиётлар рўйхати келтирилган.

Иловада фастурни ишлаб чиқишда фойдаланилган асосий код фрагментлари келтириб ўтилган.

Мақолалар рўйхати

Тадқиқот иши ёзилиши давомида 2 та илмий мақола нашр этилган.

№	Муаллифлар	Илмий ишнинг номи	Бетлар сони	Конференция номи, №, йили ва бети
1	Д.А.Норқобилова, О.Н.Хўжакулов	Модель прогнозирования урожайности при нечетких исходных условиях	4	«International conference on importance of information technologies in innovative development of real sectors of economy» <i>dedicated to the 1235th anniversary of the birth of Muhammad al-Khwarizmi,</i> April 5-6, 2018, Tashkent, Uzbekistan
2	Камилов М.М., Худайбердиев М.Х., Хўжакулов О.Н.	Адаптивные распознающие модели для задач идентификации биообъектов	3	

1. БАШОРАТЛАШДА ҚЎЛЛАНАДИГАН АСОСИЙ ТАМОЙИЛЛАР

1. асосан қуйидагиларга бағишланади. Хусусан:

1. Башоратлаш тушунчаси, асл маъноси, объекти
2. Башоратлаш усуллариининг таснифи
3. Масаланинг қўйилиши

1.1 Башоратлаш тушунчаси, асл маъноси, объекти

Башорат – бу методология бутун мантиқи ва спецификаси билан мақсадли тематик тадқиқот бўлиб, ҳам сифат, ҳам миқдор таҳлилларини ўз ичига олади ҳамда унда, ишлаб чиқаришнинг пировард натижаларидан қатъий назар, мустақил илмий аҳамият касб этади. Унинг кўрсаткичлар доираси келгусидаги кўрсаткичлар доирасидан жиддий фарқ қилиши мумкин [4].

Башоратли тадқиқот ечимларни асосли равишда танлаш учун жуда фойдали бўлади ва бундай жараён ташқи шароитлари муддатини баён қилиб беради. Башоратлаш моҳият эътибори билан узлуксиз жараёндир. Биринчидан, бу жараён миллий иқтисодиёт дастурларини бажарилиши, фан ва техниканинг ривожланиши жараёнида вужудга келадиган янги илмий маълумотлар ва янги воқеаларни ҳисобга олган ҳолда башоратларни такомиллаштириш ва аниқлашнинг зарурлигида ифодаланади [5].

Иккинчидан, башоратлашнинг узлуксизлиги корхона томонидан фақат оптимал ечимларни ва конкрет бошқариш кўрсаткичлари тизимини ишлаб чиқишнинг зарурлигидагина эмас, балки олдиндан кўриладиган хўжалик тадбирлари режасини бажаришнинг истиқболда баҳоланиши зарурлигида ҳам ифодаланади. Шу билан бирга башоратлаш бошқаришнинг амалий эҳтиёжлари билан ҳисоблашади, шунинг учун ҳам башоратлашнинг пировард натижалари ва материалларини келгусида белгиланадиган даврийлаштиришга мослаш керак [6].

Техник-иқтисодий башоратлашнинг энг муҳим шарти, башоратланадиган объектларни бошқарадиган қонунларни чуқур ва ҳар томонлама ўрганишдан иборатдир. Масалан, миллий иқтисодиётни ривожлантириш башоратларини ишлаб чиқишда талаб ва тақлиф қонунини, чекли қайтимнинг камайиш қонунини, меҳнат унумдорлигини тўхтовсиз ўстириш қонунини ўрганиш ва унинг ҳаракат йўналишини аниқлаш талаб қилинади. Объектив башоратли тадқиқот конкрет материал асосида инсоннинг мақсадли фаолияти иқтисодий жараёнларнинг объектив характериға, объектив детерминизмнинг сабабий қонунларига зид бўлмаслиги ҳақидаги умумий қонунни қўшимча равишда исботлаб беради [4-6].

Башоратли тадқиқотларни ташкил этиш ишнинг аналитик босқичи ҳисобланади, башоратлаш методологиясида эса келажакнинг ҳозирги ва ўтган давр билан генетик алоқасини очиқ бериш учун хизмат қилади.

Башоратлаш келажакни шакллантирадиган ҳозирги даврдаги омилларни аниқлашға ҳамда тараққиёт омилларига фаол таъсир кўрсатадиган таъсирларни ишлаб чиқишға қаратилгандир.

Техник-иқтисодий башоратлаш умумий башоратлаш тизимининг махсус бўлими бўлиб, ижтимоий фанлар кузатадиган воқеликни ўрганади.

Иқтисодий башоратлашнинг мақсади – амалдаги ижтимоий эҳтиёжларни аниқлаш ва келгусидаги эҳтиёжларни олдиндан кўришдан, жамият ижтимоий таркибини шакллантириш қонуниятларини, турмуш тарзини такомиллаштириш йўллариини очиқ беришдан иборатдир [4].

Ҳозирги кунда келажакни баҳолашни 2 тури ҳаётға тадбиқ этилган: илмий баҳолаш ва ноилмий кўра билиш.

Ноилмий кўрабилишға турли тахминлар, ҳар хил ҳаёлий сезгилар, эҳтимоллар ва бошқа шунга ўхшаш асосланмаган истиқболларни билиш киради.

Илмий кўра билишни принципиал фарқи шундаки, ҳодисаларни ишончли, илмий тасдиқланган бўлишига имкон туғдиради. Бу эса тизимларни келажакда бошқаришга ва конкрет қарорлар қабул қилишга асос бўлади [7].

Келажакни илмий баҳолашнинг турлари:

Олдиндан айтиб бериш – бу келгусидаги муаммони ҳал қилишнинг мумкин бўлган ёки исталган истиқболда ҳолатини баён қилишдир. Бошқача қилиб айтганда, олдиндан айтиб бериш – келгусида бўладиган маълум жараёнларнинг ҳолати ҳақидаги ишончли фикрни билдиришдир.

Олдиндан кўра билиш – тизимни ривожлантиришнинг қонуниятларига асосланган, ҳақиқатни олдиндан акс эттиришдир. Бу нарсa тизимнинг келгусидаги ҳолати ҳақида маълум хулоса чиқариш имконини беради.

Башорат – бу эҳтимол йўналишлар, объектлар ва ҳодисаларнинг ривожланиши натижалари. Башоратлаш – бу объектни ривожлантириш истиқболини белгилаб берадиган махсус илмий тадқиқотлардир.

Режалаштириш – бу аниқ белгиланган мақсад, уни амалга оширишнинг йўллари ва тадбирлари, белгиланган хом ашёлар билан ажралиб туради.

Режа – якка ягона, ижроси мажбур бўлган директив ҳужжатдир.

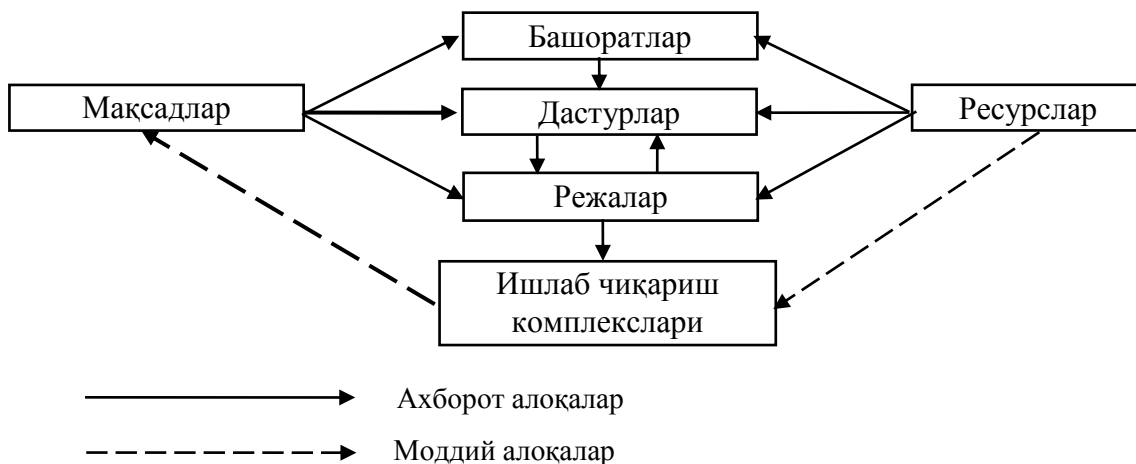
Шундай қилиб, режалаштириш, Башоратлаш, олдиндан айтиб бериш, олдиндан кўра билиш – келажакни баҳолашнинг ишончлилик даражасига қараб бири-биридан фарқ қилади.

Олдиндан айтиб бериш «Бўлса керак»лигини ифодалайди. Башоратлаш нима бўлиши мумкинлигини кўрсатиб беради; режалаштириш – бўлиши шарт деган маънони билдиради [8].

Башоратлаш соҳалари жуда кенг: географик, геологик, экологик, иқтисодий, социал, ташқи-сиёсий, юридик ва ҳ.к.

Иқтисодий башоратлаш – бу иқтисодий қонунларга илмий ёндашган ҳолда иқтисодий тизимларни Башоратларини тузиш жараёнидир. Иқтисодий тизимни бошқариш схемасини қуйидагича ифодалаш мумкин (1.1.1-чизма).

Аввало иқтисодий тизимни ривожланишини мақсади аниқланади. Қуйидаги мақсадга келажакда бўлиши мумкин ҳолатлари ўрганилиб Башорат қилинади. Энг самарали танланган ривожланиш вариантлари, комплекс дастурларни тузилишига информаион база сифатида қўлланиб, Башорат қилинган ҳолатга тизим эришиш учун, қандай тадбирлар амалга оширилиши кераклигини дастур кўринишида тузиб олинади. Бундай ёндашиш «Дастур» дейилади. Мақсадни ва бор имкониятларни (ресурсларни) солиштириш натижасида илмий асосланган режалар тузилади ва тизимни элементларига етказилади [4].



1.1.1-чизма. Ишлаб чиқариш ва бошқариш жараёнларининг чизмаси

Шундай қилиб, режа – фақат бошқариш мумкин бўлган жараёнларда қўлланади. Масалан, ишлаб чиқаришда режани қўллаш мумкин. Башорат бошқарилиши мумкин бўлган ва мумкин бўлмаган соҳаларда қўлланилади. Масалан: об-ҳавони режалаштириб бўлмайди, уни Башоратлаш мумкин, демографик, илмий-техника, ташқи иқтисодий ва бошқа жараёнларни қисман уларни бошқариш, қисман режалаштириш мумкин [9].

Башоратлаш аввало, режаларнинг илмий асосланганлигини ошириш учун тараққиёт мақсадларидан бирига эришишга қаратилган конкрет режа ёки комплекс дастурни текшириш асоси тарзида қаралади. Ишнинг бу босқичи режа ечимларининг, шунингдек иқтисодий тадбирлар тизимини ўтказиш муддатларининг изчиллигини танлаш ва асослаш имконини беради.

Башоратлашни режалаштиришнинг альтернатив тарзидаги ёрдамчи воситаси деб ҳисоблайдиган айрим муаллифлар унга режанинг бирмунча ишончли, директив режалаштириш вазифаларига мос келадиган баланс усулини карама-карши қўядилар. Дарҳақиқат, баланс – бу иқтисодий ҳисоб-китоблар усули бўлиб, иқтисодий-статистик, аналитик ва режали ишларнинг турли босқичларида қўлланилиши мумкин. Башорат – бу методологияда бутун мантиқи ва спецификаси билан мақсадли тематик тадқиқот бўлиб, ҳам сифат, ҳам миқдор таҳлилларини ўз ичига олади ҳамда унда, режали ишлаб чиқаришнинг пировард натижаларидан қатъий назар, мустақил илмий аҳамият касб этади. Унинг кўрсаткичлар доираси келгусидаги режанинг кўрсаткичлари доирасидан жиддий фарқ қилиши мумкин [10].

Башоратли тадқиқот ечимларни асосли равишда танлаш учун жуда фойдали бўлади ва бундай жараён ташқи шароитлари муддатини баён қилиб беради.

Башоратлаш турлари

1. Башоратлаштириш масштабига кўра макроиқтисодий ва микроиқтисодий башоратларга ажратилади.

2. Тузилиш интервали бўйича оператив, қисқа муддатли ва узоқ муддатли бўлиши мумкин. Қисқа муддатли башоратда фақат миқдорий ўзгаришлар эътиборга олинади. Узоқ муддатли башорат ҳам миқдорий, ҳам сифат ўзгаришларга асосланган бўлиб, ўз ўрнида ўрта муддатли ва узоқ муддатли бўлиши мумкин.

3. Башоратлаш йўналишларига кўра изланишли ва норматив бўлиши мумкин. Изланишли башорат – агар ҳозирги тенденциялар сақланиб қолса,

иқтисодий тизим қандай ривожланади, деган саволга жавоб беради. Бошқа сўз билан айтганда, тизимга таъсир этувчи омиллар ўзгармаса, у қандай ҳолатга келиши мумкин?

Норматив башорат бўлажак мақсадларга эришиш учун тизимни ривожланиш йўналишларини ва муддатларини аниқлайди (белгилайди) [4].

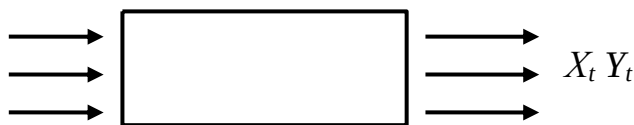
Мақсад қилинган ҳолатга тизим эришиш учун, таъсир этувчи омилларга қандай ўзгаришлар киритиш зарур? Бошқа сўз билан айтганда қандай қилиб мақсадга эришиш мумкин?

Башоратлаш объекти ва унинг таҳлили

Башоратлаш жараёни объектни таҳлилидан бошланади. Бу таҳлил объектни танлаш, башоратлаш мақсадида объектга таъсир этувчи омилларни ўрганиш, унинг таркиби, бошқариш усулларни ўрганишдан иборат. Иқтисодий тизим жуда катта ва мураккаб бўлгани учун уни ўрганишда тизимли таҳлил усули қўлланади [11].

Бу усулни асосий тамойиллари қуйидагича:

1. Мураккаб тизим жуда кўп элементлардан иборат. Бу элементлар бир-бири билан боғланган бўлиб, мураккаб тузилмани ташкил этади.
2. Мураккаб тизим яхлитлик хусусиятига эга. Бундай тизимлар ҳар доим мақсадга интилган бўлади, самарали ҳолатга эришишга ҳаракат қилади.
3. Тизим кириш ва чиқиш йўллари орқали ташқи муҳит билан боғланган.



Фараз қилайлик, тизим ҳолатини аниқлайдиган 3 та вектор маълум бўлсин.

$$X_t = (X_1, X_2, \dots, X_m)_t, S_t = (S_1, S_2, \dots, S_k)_t, Y_t = (Y_1, Y_2, \dots, Y_n)_t$$

Тизимни чиқиш ҳолати кириш параметрлари ва тизимни ички ҳолати билан қуйидагича боғланган:

$$Y_t = f(X_t, S_t).$$

Бу ёндашув эконометрик моделлаштиришда қўлланилади.

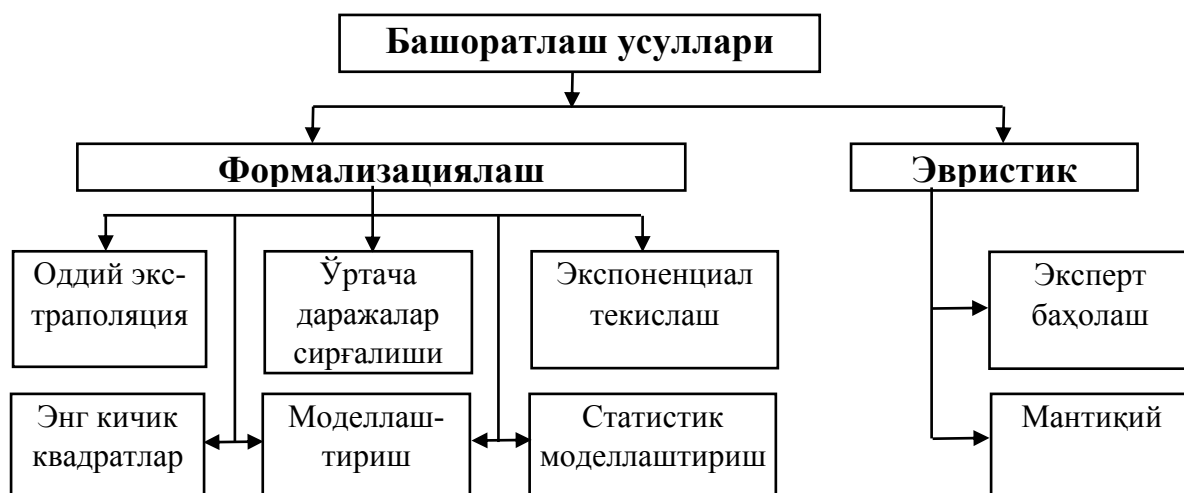
4. Ҳар бир мураккаб тизимни элементларга бўлиш мумкин. Масалан, миллий иқтисодиёт элементлари – бу тармоқлар, корхоналар элементлари, бўлимлар ва ҳ.к. Тизимни элементлари иерархия тамойилларига бўйсунди.

5. Мураккаб ва катта тизимларни тўлиқ тасвирлаш, изоҳлаш жуда қийин, шунинг учун уларни бошқаришда, Башоратлашда маълум бир эҳтимоллик назарда тутилади.

1.2 Башоратлаш усулларнинг таснифи

Шундай қилиб, иқтисодиёт мураккаб тизим бўлиб яхлитлик, иерархик, эҳтимоллик, хусусиятларга эга ва шу шароитда бошқарилади. Айтиб ўтилган хусусиятларни эътиборга олган ҳолда башоратлаштириш усуллари таснифи тузилган.

Башоратлаш усуллари 2 катта гуруҳга бўлинади: формализациялаш ва эвристик усуллар (1.1.2-чизма) [2,4].



1.1.2-чизма. Башорат усуллари

Шундай қилиб, илмий башоратлашнинг энг муҳим шарты – башоратланадиган объектларни бошқарадиган қонунларни чуқур ва ҳар томонлама ўрганишдан иборатдир. Объектив башоратли тадқиқот конкрет материал асосида инсоннинг мақсадли фаолияти, иқтисодий жараёнлар-

нинг объектив характерига, объектив детерминизмнинг сабабий қонунларига зид бўлмаслиги ҳақидаги умумий қонидани қўшимча равишда исботлаб беради.

Башоратли тадқиқотларни ташкил этиш ишнинг аналитик босқичи ҳисобланади, башоратлаш методологиясида эса келажакнинг ҳозирги ва ўтган давр билан генетик алоқасини очиқ бериш учун хизмат қилади [4].

Башоратлаш келажакни шакллантирадиган ҳозирги даврдаги омилларни аниқлашга ҳамда тараққиёт омилларига фаол таъсир кўрсатадиган тавсияларни ишлаб чиқишга қаратилгандир.

1.3 Масаланинг қўйилиши

1. $\Lambda_1, \Lambda_2, \dots, \Lambda_p$ таянч алгоритмларини вазнларига нисбатан чизиқли корректловчи амалларни бажариш орқали самарали процедурани ишлаб чиқиш;
2. Таклиф қилинган назария асосида Forecasting 1.0 дастурий воситасини ишлаб чиқиш;
3. Forecasting 1.0 дастурий воситасини модел ва амалий масалаларда синовдан ўтказиш.

1. бўйича хулоса

Шундай қилиб режалаштириш, башоратлаш, олдиндан айтиб бериш, олдиндан кўра билиш – келажакни баҳолашнинг ишончлилиқ даражасига қараб бири-биридан фарқ қилади.

Башоратлаш жараёни объектни таҳлилидан бошланади. Бу таҳлил объектни танлаш, башоратлаш мақсадида, объектга таъсир этувчи омилларни ўрганиш, унинг таркиби, бошқариш усулларни ўрганишдан иборат.

2. БАШОРАТЛАШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН АЙРИМ ФУНКЦИЯ ВА УСУЛЛАР

2. да асосан қуйидаги масалалар кўриб ўтилади. Чунончи:

1. Башоратлашда фойдаланиладиган айрим ишлаб чиқариш функциялари
2. Математик таҳлилнинг статистик усуллари
3. Башоратлашда экстраполяция усуллари

2.1 Башоратлашда фойдаланиладиган айрим ишлаб чиқариш функциялари

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 [4].

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

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 тажриба, экспериментлар асосида эришилади [5].

Боғлиқликлар тўпламидан иқтисодий жараёни характерига мувофиқроқ келадиган ишлаб чиқариш функциясини танлашга моделланаётган объектнинг технологик, физик-биологик ва агротехник характеристикаларини ўрганиш асосида эришилади [6].

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 ишлаб чиқариш функциясига ўтиш лозимлигини кўрсатади [9].

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 фарқ квадратлари йиғиндиси энг минимал бўлиб, қуйидагича ифодаланади [4]:

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

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

Кобба-Дуглас ишлаб чиқариш функцияси

Ишлаб чиқариш функциялари математик тасвирлаш типига кўра чизикли, даражали, параболик, кўрсаткичли ва ҳоказо бўлиши мумкин. Бу функцияларнинг баъзиларини кўриб чиқамиз [4,5].

Чизикли функция: $y = k_0 + k_1 x_1$.

Бу функция бир жинсли бўлиб, омил-далилларнинг доимий лимитли самаралилиги билан характерлидир. Умуман иқтисодиёт учун чизиксиз алоқа ҳам характерли бўлиб, маълум доиралардагина чизикли ҳолатга келтирилади.

Даражали функция: $y = ax^b$,

бу ерда y - ишлаб чиқарилган маҳсулот;

x - ишлаб чиқариш ресурслари сарфи;

b - ишлаб чиқариш самарадорлигининг ўзгариш кўрсаткичи;

a - эркин параметр.

Мазкур функция қўшимча маҳсулотнинг қўшимча харажат бирлигига нисбатан доим ўсиб ёки камайиб боришини назарда тутди, бироқ у қўшимча маҳсулотнинг айти бир вақтда камайиши ва ўсиб боришига йўл қўймайди. Буни функциянинг биринчи тартибли ҳосиласида кўриш мумкин:

$$y' = bax^{b-1}.$$

Кобба-Дуглас типдаги даражали функция энг кўп тарқалган ва универсал функция ҳисобланади. У қуйидагича кўринишда бўлади;

$$y = a \prod_{i=1}^n x_i^{\alpha_i},$$

бу ерда y - натижавий кўрсаткич;

x_i - эркин ўзгарувчи миқдор;

α , α_i - ўзгармас миқдорлар;

$\prod$ - кўпайтириш оператори.

Бу функция параметрлари бир вақтни ичида элстиклик коэффициентларига тенг. Эластиклик коэффициентларининг иқтисодий мазмуни шундан иборатки, улар мустақил ўзгарувчилар (x) бир фоизга ўзгарганда самарали (натижали) кўрсаткич (y) қандай ўзгаришини кўрсатади [11].

Даражали функцияни харажатлар ўртача бўлганда ресурсларнинг унумдорлиги тадқиқотчини қизиқтирган вақтда қўлланиш назарда тутилади. Унинг формаси маҳсулот чиқаришда маълум ресурслар - меҳнат, ишлаб чиқариш фонди ва табиий ресурсларнинг иштирокини шарт қилиб қўювчи хусусиятларни акс эттиради. Бу мазкур функциянинг хилма-хил иқтисодий жараёнларни баён қилишда универсал қўлланилишини белгилайди [12].

Бир-бирини ўрнини босувчи ресурсли ишлаб чиқариш функциялари.

$y=f(x)$ ишлаб чиқариш функциясида ресурслар бир-бирининг ўрнини босиши ҳақидаги тахмин маҳсулот чиқаришнинг айти бир ҳажмини

ресурсларнинг турли комбинацияларида ҳам олиш мумкин деган маънони англатади.

Ресурслардан фойдаланиш самарадорлиги ўртача ҳамда энг сўнгги самарадорликдан иборат икки асосий кўрсаткич билан характерланади.

Ресурснинг ўртача самарадорлиги қуйидаги функциядир:

$$\mu_i = \frac{f(x)}{x_i}.$$

Ресурснинг энг сўнгги самарадорлиги ишлаб чиқариш функциясининг хусусий тарзида аниқланади:

$$v_i = \frac{df(x)}{dx_i},$$

$v_i(x)$ миқдор i бирлик ресурс сарфининг чексиз кичик орттирмасидаги миқдордир.

Бирор икки ресурс k ва l ресурсларнинг энг сўнгги самарадорлигининг нисбати тарзида аниқланади:

$$v_{ke} = \frac{dx_r}{dx_e} = -\frac{v_2(x^1)}{v_k(x^1)} \leq 0.$$

Бир хил ресурсларнинг иккинчи ресурслар ўрнини эквивалент равишда босишида изокванта бўйлаб график ҳаракат мувофиқ келади. Эквивалент алмашинувнинг энг сўнгги нормаси бир хил бўлган ресурслар комбинацияси фазода изоклиналар деб аталувчи эгри чизикларни ҳосил қилади [13].

Бир-бирини ўрнини босувчи ресурсли ишлаб чиқариш функциялари

Ҳар бир ресурснинг ишлаб чиқариш ўсишига таъсирини ифодалаш учун харажатлардан, маҳсулот чиқаришнинг эластиклик коэффициентидан ҳам фойдаланилади. Эластиклик коэффициенти (ε) тегишли аргумент бир фоизга ўзгарганда, функция ўзгариши миқдорини кўрсатади.

Ишлаб чиқариш функциясини ўрганишда айрим ишлаб чиқариш омилларининг самарадорлигини баҳолаш, бир хил омилларнинг бошқа омиллар ўрнини босиши, техника тараққиёти каби муаммолар пайдо бўлади (бунда кўп ҳолларда Кобба-Дугласа типдаги икки омили моделдан фойдаланиш мумкин) [4].

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

бу ерда K - ишлаб чиқариш фондларининг ҳажми;

L - меҳнат сарфлари;

γ, α, β - ҳисобланадиган параметрлар.

Ишлаб чиқариш функциясидаги омилларнинг самарадорлиги функциянинг ҳар бир ўзгарувчи бўйича биринчи тартибли ҳосиласи функцияси билан аниқланади. Хусусий ҳосила бошқа омилнинг миқдори ўзгармас бўлса, омил учун қўшимча маҳсулотни ифодалайди [14].
Бинобарин, энг сўнгги самарадорлик ишлаб чиқариш фондлари учун

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

меҳнат учун эса қуйидагича бўлади:

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

Эйлер теоремасидан фойдаланган ҳолда ялпи маҳсулотни омиллар «улушига» ажратиш мумкин;

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

α ва β параметрлари асосий ишлаб чиқариш фондлари ва меҳнатга нисбатан ишлаб чиқариш ҳажмининг эластиклик коэффициенти ҳисобланади:

$$\alpha = \frac{\partial y}{y} \cdot \frac{K}{K};$$

$$\beta = \frac{\partial y}{y} : \frac{dL}{L}.$$

Ишлаб чиқариш функциясини кўриб чиқишда пайдо бўладиган навбатдаги муҳим муаммо ишлаб чиқариш омиллари самарадорлигининг ишлаб чиқариш кўлами ва унинг концентрациясига боғлиқ ҳолда ўзгаришидир. Реал воқеликда бундай ҳолат қуйидагича бўлиши мумкин: ишлаб чиқариш кўламининг кенгайиши билан самарадорлик ўсиши, ўзгаришсиз қолиши, пасайиши кузатилади [4,14].

Кобба-Дуглас ишлаб чиқариш функциясида ишлаб чиқариш концентрациясининг таъсири параметрлар жамида акс этади. Параметрлар жами бирга тенг бўлса, бу ҳолда ишлаб чиқариш концентрацияси ишлаб чиқариш омилларининг самарадорлигига таъсир этмайди. Параметрлар жами бирдан катта бўлса, бу ишлаб чиқариш ҳажми бир омилнинг унинг миқдорига нисбатан яратилган энг сўнгги самарадорликдан ортиқ бўлишини англатади. Параметрлар жами бирдан кам бўлса, ресурслар ошиши билан ишлаб чиқариш пасайиб борувчи тезликда ўсиб боради [14].

Иқтисодий ўсишда чегаравий кўрсаткичлар таҳлили

Миллий иқтисодиётда иқтисодий ўсишини моделлаштиришда ишлаб чиқариш функциясининг бу формасидан кўпинча ишлаб чиқариш ҳажми ва ишлаб чиқариш омиллари сарфи ўртасидаги боғлиқни аниқлаш, уларнинг пировард натижаларга таъсири даражаси ва кучини ифодалаш, ресурслар бир-бирининг ўрнини босиши ҳамда бир-бирининг ўрнини тўлдириши борасидаги турли комбинацияларнинг иқтисодий самарадорлигини ўрганиш учун фойдаланилади. Баъзи модификацияларда бундай ҳилдаги ишлаб чиқариш функциялари техника тараққиётининг суръат ва турларини баҳолаш, иқтисодиёт ўсишининг балансланган вариантларини тузиш имконини беради [4,5].

Иқтисодий ўсишни тадқиқ қилиш қуйидаги ажраладиган статистик икки омилли ишлаб чиқариш функцияси

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

ва унинг модификация қилинган динамик варианты -

$$Y(t) = \delta F \left[\alpha(t) L^\beta(t) K(t) \right] U(t)$$

дан бошланади, яъни буни

$$Y(t) = y_0(t) \left(\frac{K_t}{K_0} \right)^\alpha \cdot \left(\frac{L_t}{L_0} \right)^\beta$$

кўринишда ҳам ифодалаш мумкин.

Илмий-техника тараққиётида иқтисодий ўсишнинг асосий тенгламасини қуйидагича ёзиш мумкин:

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

бу ерда K - пировард маҳсулотдаги ишлаб чиқариш қўйилмаларининг ҳиссаси; $N_t, \dot{N}_t$ - табиий ресурсларнинг ўсиши ва даражаси; π - техника тараққиётининг йиллик ўсиш суръати бўлиб, у ишлаб чиқариш омиллари ўзгармаган тақдирда ҳам мавжуд бўлади.

Ҳар бир омил бўйича хусусий ҳосила функцияси - энг сўнгги самарадорликни ёки ишлаб чиқариш ресурсларининг бирлигидан халқ хўжалигига қайтимини ифодалайди. Такрор ишлаб чиқариш, шунингдек ресурс бирлигига ҳисобланган харажатлар маълум бўлса, ресурсларни қўлланиш самарадорлигини ҳисоблаб чиқиш мумкин бўлади [14]. Бундай ҳолда ишлаб чиқариш фондларининг уларни такрор ишлаб чиқариш эҳтиёжларидан ортиқча ҳиссаси қуйидаги тафовутда ифодаланади: $\alpha > a$ бўлганда,

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

бўлади.

Жонли меҳнат омилли унумдорлигининг ҳиссаси ҳам худди шунга ўхшаш $(\beta - b) \frac{Y_t}{K_t}$ кўринишида бўлади; бунда b - меҳнат ресурсларини кенгайтирилган такрор ишлаб чиқариш бўйича ишлаб чиқариш харажатлари ҳиссаси.

Халқ хўжалигини башоратлаш иқтисодий моделлари тизими билан уйғунлашган ишлаб чиқариш функциялари регионал башоратларни ишлаб чиқишда муҳим математик аппаратга айланиши мумкин. Улардан кенг фойдаланиш учун бу ишлаб чиқариш функцияларини такомиллаштириш зарур. Одатда Кобба-Дуглас типигаги ишлаб чиқариш функциясининг параметрлари энг кичик квадратлар усули билан ҳисобланади [14]. Лекин Р.Д.Блайер ва Р.Люски энг кичик квадратлар усули билан баҳоланган функциялар параметрларининг силжимаслигини исботлашга муваффақ бўлдилар. Соддалаштириш учун улар стохастик спецификалик икки омилли ишлаб чиқариш функцияси ҳодисасини кўриб чиқдилар

$$y = A \cdot K^{\alpha} L^{\beta} e^{U_a},$$

бу ерда U_a – ихтиёрий параметр бўлиб, у моддийлашган технологик тараққиётни ёки соф маҳсулот қийматини кўрсатади.

Ишлаб чиқариш функциясида меҳнат унумдорлиги ва фонд билан таъминланганлик кўрсаткичлари ўртасидаги боғлиқликни кўрсатувчи ифодани ҳосил қилиш мумкин. Бунинг учун $y = \gamma K^{\alpha} L^{\beta}$ типигаги функция L га бўлинади, яъни

$$\frac{y}{L} = \gamma \left(\frac{K}{L} \right)^{\alpha},$$

Доимий эластик функцияни алмаштириш анча умумий икки ресурсли бўлиб, унда эластиклик коэффицентлар йиғиндиси бирга тенг бўлмайди, шунинг учун ҳам у бир жинсли эмас:

$$y(t) = \delta [\alpha_1 L(t)^{-\beta} + \alpha_2 K(t)^{-\beta}]^{-1/\beta}$$

Эластиклик коэффициенти $\delta = \frac{1}{1+\beta}$ кўринишда бўлади.

Кўрилатган вақтга нисбатан иқтисодий жараёнларни тасвирлашда ишлаб чиқариш функциялари статик ва динамик турларга ажралади. Статистик функциялар мазкур вақт бўлагидаги иқтисодий тизимни математик-статистик моделлашга, яъни детерминацияланган ҳолати учун хизмат қилади. Агар тизим детерминация қилинган деб фараз қилинса, унинг келажакдаги ҳолатини айтиб бўлмайди. Ишлаб чиқариш функциясининг динамик кўриниши тизимнинг ривожланиш тарихини билган ҳолда унинг t даврдаги ҳолатини аниқлаши ҳамда иқтисодий ўсиш омилларини ифодалаши мумкин [4].

2.2 Математик таҳлилнинг статистик усуллари

Иқтисодий-статистик усуллар ёрдамида тасодифий, эҳтимолли характерга эга бўлган иқтисодий жараёнлар, ҳодисалар ўрганилади. Бу усуллар статистик қаторлар таҳлили асосида, тасодифлар ичида яширинган қонуниятларни аниқлаш имкониятини беради. Бунда барча маълумотлар тўплами эмас, балки фақат бир қисми ўрганилади. Барча статистик усуллар келажакни ўтмишга ўхшашлиги, унинг давоми ҳақидаги тахминга асосланади. Аммо ҳамма вақт ҳам шундай бўлавермайди. Шу сабабли статистик усуллари 100% ишончлиликлка эга бўлмайди [4,12].

Ўрганилаётган объект ёки жараён ҳақида тўғри тасаввурга эга бўлиш учун барча статистик маълумотлар тўпламидан зарур бўлган статистик маълумотларни тўғри танлай билиш керак. Статистика бундай танлов ўтказиш усуллари ўрганади. Танлов етарли даражада тўла, жараёнларни тўлиқ намоён этиши керак.

Иқтисодий таҳлилда энг кўп ва кенг тарқалган иқтисодий-статистик усулларга корреляция, регрессия, омилли ва дисперсия таҳлиллари киради.

Регрессия ва корреляция таҳлилидан фойдаланилганида қандайдир кўрсаткични бир ёки бир гуруҳ бошқа кўрсаткичлардан боғлиқлигини белгиловчи формулалар тузилади [4]. Масалан, меҳнат унумдорлигини меҳнатни меъёрлаштириш даражасидан, фонд билан қуролланганлигидан, маҳсулотларнинг материал сифимидан ва бошқа кўрсаткичлардан қандай боғланганлиги тенгламаси тузилади. Формулада иштирок этган ҳар бир кўрсаткич (фонд қайтими, материаллар сифими ва бошқалар) меҳнат унумдорлигига турлича таъсир ўтказади.

Корреляция ва регрессия таҳлили

Корреляция таҳлили (корреляция - ўзаро нисбат) алоҳида белгилар (кўрсаткичлар) ўртасида муносабатлар (боғланиш) мавжуд бўлганида қўлланилади, яъни бир белгини ўртача қиймати бошқа кўрсаткичларни ўзгариши билан ўзгаради. Корреляция таҳлили кўрсаткичларнинг ўзаро алоқаларини аниқлаш ва аналитик формасини (тенгламасини) ифодалаш (тенденциясини), кўрсаткичлар ўртасидаги муносабатларнинг зичлигини (кучини) баҳолаш имконини беради. Муносабатлар (боғланишлар) зичлиги корреляция коэффиценти ёрдамида аниқланади [15].

Агарда боғланиш тўлиқ бўлса (уни функционал боғланиш деб аташади) корреляция коэффиценти бирга тенг бўлади. Функционал боғланишларга мисол бўлиб, товар ва сотилган маҳсулотлар ўртасидаги муносабатни кўрсатиш мумкин. Агар кўрсаткичлар ўртасида боғланиш мавжуд бўлмаса, унда корреляция коэффиценти нолга тенг бўлади. Агар боғланиш тўлиқ бўлмаса, яъни у бошқа, алоқаси бўлмаган омиллар таъсири остида ўзгариши мумкин, унда корреляция коэффиценти кўрсаткичларнинг боғланиш кучига қараб 1 ва 0 оралиғида бўлиши мумкин [16].

Корреляция боғланишлари жуфт (икки ўзгарувчи) ва кўплик корреляция кўринишида бўлиши мумкин. Жуфт корреляцияга мисол бўлиб, маҳсулот ишлаб чиқариш ҳажми ва иш стажи ўртасидаги боғланишларни келтириш мумкин. Кўплик корреляция боғланишларига мисол қилиб, ишчининг ишлаб чиқариши ва

унинг иш стажи, ёши ва маълумоти ўртасидаги боғланишни келтириш мумкин [4].

Кўплик корреляцияси тасодифий кўрсаткичлар гуруҳи ўртасидаги боғланишларни ўрганади. Иқтисодий таҳлилда кўплик корреляция усулини қўлланилиши ҳисоблаш техникаси яратилганидан сўнг кенгайди ва қисқа муддатда катта ютуқларга эришилди, ҳам иқтисодий, ҳам математика фанларини ривожланишига ўз улушини қўшди.

Кўплик (кўп омилли) корреляция усули мураккаб жараёнларни таҳлил қилишнинг асосий усулларида бири ҳисобланади. Бу усул мураккаб жараёнларда рўй бераётган алоҳида ҳодисаларни моделлаштириш ва башорат қилиш имконини беради. Кўп омилли корреляция усулидан фойдаланиш қуйидаги тартибда амалга оширилади [4].

1. Кузатишлар асосида тўпланган катта миқдордаги дастлабки маълумотларни қайта ишлаш асосида бир аргументнинг ўзгаришида функция қийматини ўзгаришини қолган аргументлар қиймати белгиланган шароитда аниқланади.

2. Қизиқтираётган боғланишга бошқа омилларни таъсирини (ўзгартириш) даражаси аниқланади.

Корреляция таҳлили усуллари қўллаётган изланувчилар олдида турадиган асосий муаммолар бўлиб қуйидагилар ҳисобланади:

- функция кўринишини (турини) аниқлаш;
- омиллар-аргументларни ажратиш;
- жараёнларни тўғри баҳолаш учун зарур бўлган кузатишлар сонини аниқлаш.

Функциянинг кўринишини танлашнинг қандайдир аниқ ишлаб чиқилган услубий кўрсатмалари бўламаса ҳам, ҳар бир изланувчи бу муаммони турлича ҳал қилади. Математика фани берилган қийматнинг ҳар қандай соҳаси учун чекланмаган миқдорда функцияларни келтириши

мумкинлигини ҳисобга олиб, кўп изланувчилар функция кўринишини танлаш инсон имкониятлари чегарасидан ташқарида деб ҳисоблашади [5].

Шунинг учун функция кўринишини соф эмпирик асосда танлаш зарур ва кейинчалик уни ўрганилаётган жараёнга тўғри келиши (адекватлиги) текширилади ва қабул қилиш ёки қилмаслик ҳақида қарор қабул қилинади.

Статистикларнинг катта гуруҳи бу ҳақида бошқача фикр билдиришади. Уларнинг фикрича, ҳар қандай жараён корреляция таҳлилида энг кўп қўлланиладиган бир неча функциялар билан ифодаланиши мумкин: чизиқли, логарифмли, даражали, кўрсаткичли ва гипербола функциялари билан. Агар бу жараёнларни аниқловчи ўзгарувчилар нормал ёки нормалга яқин тақсимланган бўлсалар, бу турдаги функциялар ёрдамида кўпгина мураккаб жараёнларни моделлаштириш мумкин [16].

Бу ҳолда ҳам функцияларни танлай оладиган, яхши ишлаб чиқилган алгоритм керак бўлади. Ҳозирча энг яхши ишлаб чиқилганлардан чизиқли функция ҳисобланади, шунинг учун ундан кўпроқ фойдаланилади. Омиллар – аргументларни танлаш услуби ишлаб чиқилмаган. Бу ҳолда статистика шу соҳанинг яхши мутахассислари фикрига асосланиши керак.

Умуман, тенгламага ортиқча ўзгарувчиларни киритиш фақат ҳисоб-китобларни қийинлаштирибгина қолмай, олинган баҳоларни хатосини оширади ҳам. Баъзи бир зарур ўзгарувчиларнинг тенгламага киритилмай қолиши ҳам мумкин. Ҳар қандай ҳолда ҳам олинган корреляция модели ҳар томонлама статистик баҳоланиши керак [17].

Изланишларда кузатишлар сони қанча кўп бўлса, шунчалик ишончли баҳо олинади. Шунинг учун ҳар қандай статистик кузатишларда кузатиш сонини кенгайтиришга ҳаракат қилиш керак.

Корреляция таҳлилида кўрсаткичлар ўртасидаги боғланишлар ва зичлигини белгилаш катта аҳамиятга эга бўлиши билан бирга боғланиш

сабабларини ҳам аниқлаш зарур. Кўпинча баъзи бир ҳодисалар ўртасида сабабсиз боғланишлар учраб туради. Бундай боғланишлар “ёлғон” боғланишлар деб аталади [18].

Регрессия таҳлили – статистик маълумотлар бўйича статистик миқдорлар ўртасидаги регрессия боғланишларини ўрганиш усулидир. Математик статистикада регрессия деб қандайдир миқдорнинг ўртача кўрсаткичини бошқа бир кўрсаткичдан, ёки бир неча кўрсаткичлардан боғланишига айтилади. Функционал боғланиш $Y=f(x)$ деб аталади, қачонки мустақил ўзгарувчининг (x) ҳар бир қийматига функциянинг аниқланган бир қиймати тўғри келганида, регрессия боғланишида (x) нинг бир қийматига фурсатига қараб функциянинг (Y) турли қийматлари тўғри келади [15].

Регрессия таҳлилининг мақсади умумий регрессия тенгламасини кўринишини аниқлаш, регрессия тенгламасига киритилган номаълумлар параметрларини баҳолашни тузишдир. Регрессия таҳлилининг бир ишчининг ишлаб чиқаришига, фонд қайтимига, товар маҳсулоти таннархига, ишлаб чиқариш рентабеллигига турли омилларнинг таъсирини баҳолашда фойдаланиш мумкин.

Дисперсия таҳлили

Дисперсия таҳлили турли, бир вақтнинг ўзида ўзгарувчи омилларни кузатиш натижаларини таҳлил қилиш усулидир. Одатда энг аҳамиятли омиллар танлаб олинади ва уларнинг таъсири баҳоланади. Кузатишлар натижаси, кузатишларни ўтказиш шароитлари ва бошқа баъзи бир тасодифий таъсирлар натижасида ўзгариши мумкин. Кузатишлар шароити таъсири нормал тақсимот қонунига бўйсунувчи қандайдир тасодифий миқдор кўринишида ифодаланади [5].

Математик статистикада тасодифий қийматлар одатда катта миқдордаги мустақил-боғланмаган қўшилувчилар йиғиндиси деб қаралади, уларнинг ҳар бири умумий йиғиндига қараганида кичик ўлчамда бўлади ва бу тасодифий қийматнинг тақсимот қонуни нормал тақсимот қонунидан кам фарқ қилади

деб тахмин қилиш мумкин. Бу тахмин дисперсия таҳлилининг асоси бўлиб хизмат қилади [12].

Дисперсия таҳлили усули кўпинча турли тадбирларнинг таъсирини баҳолашда қўлланилади, бунда уларнинг самарасини тўғридан-тўғри миқдорий баҳолаш имконияти бир мунча қийин кечади. Дисперсия таҳлили янги техникани ўзлаштиришнинг иқтисодий самарасини, айниқса натижаларни катъий миқдорий ўлчаш имконияти бўлмаган янгиликларни киритишда фаол қўлланилиши мумкин (ишлаб чиқаришни янгича ташкил қилиш ёки тайёрлашда, меҳнатни ташкил қилиш, янги бухгалтерия ҳисобини жорий этиш ва бошқаларда). Ушбу ва шунга ўхшаш характерли тадбирларнинг иқтисодий самарасини аниқлаш кўпинча чамалаб аниқланади ва катта хатоликларга олиб келади [18].

Шундай қилиб, дисперсия таҳлилининг хусусияти аҳамиятли омилни (омилларни) боғланиши кузатишлар ўртасидаги фарқларга бир вақтнинг ўзида натижага нормал тақсимот қонунига бўйсунувчи қандайдир тасодикий миқдорларни аниқлашдан иборат.

Бозор иқтисодиёти шароитида хўжалик фаолиятини таҳлилида дисперсия таҳлилидан фойдаланишнинг имкониятлари жуда ҳам кенгдир.

Омилли таҳлил

Хўжалик фаолияти таҳлилида изланаётган омилларнинг аҳамиятлиги қандайлиги билинади. Аммо шундай ҳоллар ҳам бўладики, ҳали улар белгиланмаган бўлади. Уларни белгилаш учун омилли таҳлил усулларида фойдаланилади. Омилли таҳлил усули кўп ўзгарувчилар ўртасидаги корреляцияни улар ўртасидаги сабабли боғланишларни характерини аниқлаш ва сабабли омилларни тақсимои ҳақида хулоса қилишда фойдаланилади [6].

Хўжалик фаолияти таҳлили учун бу усулнинг аҳамиятли хусусиятлари – бир вақтнинг ўзида етарлича катта миқдордаги ўзаро боғланган ўзгарувчиларни ўрганишдир.

Статистик моделлаштириш усули. Иқтисодий таҳлилда хўжалик фаолияти натижаларига кўпдан-кўп омилларни таъсирини баҳолашга эҳтимолли ёндашиш масалалари кўплаб учрайди. Бундай масалаларнинг баъзи бирлари шу даражада мураккабки, уларнинг тўғри (адекват) математик моделини яратиш катта қийинчиликлар билан боғлиқдир. Бунда статистик моделлаштириш усулларида фойдаланилади (статистик текшириш). Бу усул (Монте-Карло усули) ЭХМ нинг катта ҳисоблаш имкониятларидан келиб чиққан ҳолда кенг тарқалди [6].

Статистик моделлаштириш усулининг моҳияти таҳлил қилинаётган жараён учун мос келувчи, моделлаштирувчи алгоритм тузиш, ЭХМ ёрдамида мураккаб тизим элементларини ва улар ўртасидаги боғланишларни тасодифий омиллар таъсири остида ҳаракатини имитация қилишдан иборат. Статистик моделлаштириш усули жуда мураккаб аналитик масалаларни ечиш имкониятини беради: ўрганилаётган тизим бир вақтнинг ўзида узлуксиз ва узлукли ҳаракат элементларидан ташкил топган бўлиши мумкин; мураккаб табиатнинг кўпдан-кўп тасодифий омиллари таъсири остида жуда мураккаб муносабатларни ифодалаши мумкин ва ҳ.к [6,17].

Статистик моделлаштириш усули ҳар бир янги масала учун махсус илмий аппарат яратишни талаб қилмайди ва ўрганилаётган тизимнинг параметрларини асосан бошланғич шароитларда нисбатан осонгина ўзгартириш имконини беради.

Статистик моделлаштириш турли бошқариш тизимларининг самарасини баҳолашда, янги маҳсулот ишлаб чиқаришда, молиявий ҳолатни таҳлил қилишда, молиявий муносабатларни баҳолашда фойдаланилиши мумкин.

Статистик моделлаштиришни амалга оширишнинг ишчи вақти ва материал воститалар харажатлари натурал эксперимент ўтказишга қараганда унча ҳам кўп эмас. Шу билан бирга статистик моделлаштириш

натижалари ўзининг қимматлиги билан натурал экспериментларга яқиндир. Статистик моделлаштириш усулининг камчилик томони шундан иборатки, тизимни таҳлил қилиш учун кўп маротаба маълумотларни алмаштириб ҳисоблаш вариантларини ўтқизишни талаб қилади [4].

2.3 Башоратлашда экстраполяция усуллари

Башоратлашда экстраполяция усули. Тренд ва авторегрессия

моделлари

Иқтисодий жараёнларни тадқиқ қилишда кенг қўлланиладиган башоратлаш усулларида бири – бу тизимни ривожланиш йўналишини, тенденциясини аниқлаб, уни келажакка тарқатишдир. Бу усул экстраполяция усули дейилади. Фараз қилайлик, $X_0 < X_1 < \dots < X_n$ нуқталарда $y=f(x)$ функцияни қўллаб интерваллардаги номаълум уларни ҳисоблаб олиш мумкин, нофақатгина $x_0, x_1, \dots, x_n$ нуқталарда, балки улардан фарқ қиладиган нуқталарда ҳам. Бу жараён интерполяция деб номланади. Иккинчидан $[X_0, X_n]$ дан ташқари интервалдаги уларни функция орқали ҳисоблаш имкониятини беради. Бу жараён экстраполяция дейилади [4,5,6].

Масалан, 1980, 1985, 1990, 1995, 2000 йилларга асосий кўрсаткични миқдори маълум бўлган бўлсин. Агар ўзгариш тенденциясини маълум бўлса, 1988, 1993, 1999 йиллар учун ҳисобланган бу кўрсаткични миқдори интерполяция деб ҳисобланади. 1975 ёки 2005 йилларга тенденция тарқатилса экстраполяция дейилади. Башоратлашда албатта экстраполяция усули қўлланилади [5].

Башоратлаштирилаётган кўрсаткични динамикаси иккита шаклда ифодаланади. Биринчидан вақт функцияси орқали.

$$Y=f(t).$$

Иккинчидан шу кўрсаткични олдинги йиллардаги миқдорлари орқали.

$$Y_t=f(Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_1).$$

Биринчи ҳолатда эркин кўрсаткич сифатида вақт олинган. Албатта вақтни ўзи омил сифатида қўлланиши жуда тўғри эмас, лекин вақт ўзига ҳамма таъсир этувчи омилларни таъсирини аккумуляциясини фараз қилиш мумкин. Бундай моделлар тренд модели дейилади. Оддий тренд моделларни тузишда қуйидаги динамик қаторлар қўлланади [9].

t	1	2	...	n
Y	Y_1	Y_2	...	Y_n

Иккинчи ҳолатда кузатилаётган кўрсаткични ўзи ҳам натижавий, ҳам эркин омил сифатида қўлланади.

$$Y_6=f(Y_5, Y_4, Y_3, Y_2, Y_1).$$

Бу турдаги моделлар авторегрессия моделлари дейилади.

Авторегрессия моделларини тузишда иккита асосий муаммо ечилиши зарур:

1. Авторегрессия моделини параметрларини аниқлаш ($a_0, a_1, \dots, a_p$).
2. Моделни керакли тартибини танлаш.

Паст даражали модел аниқ натижа бермаслиги мумкин, чунки моделда олдинги даврни муҳим информацияси эътиборга олинмайди. Юқори даражали тартиб модел сифатини, хатолик таъсирини ошиши билан, пасайтиради. Бу муаммони ечишда маълум мезонларга асосланиб оптимал даражани танлаш зарур [11].

Шундай қилиб, экстраполяция усули бошқа усулларга қараганда содда деб ҳисобланади, чунки статистик информация сифатида асосий кўрсаткични динамик қатори етарлидир ва бошқа таъсир этувчи омиллар эътиборга олинмайди. Шунинг учун экстраполяция усулини қўллаш, мустаҳкам натижалар олиш, асосий тенденциялар сақланиб қолишига боғлиқ [5].

Тенденция деганда: таъсир этувчи омилларни ўзгармаслиги, чуқур структурали ўзгаришлар кутилмаслиги, чуқур иқтисодий ўзгаришлар бўлмаслиги назарда тутилади.

Чуқур сифат ўзгаришлар шароитларида бошқа усуллар қўлланиши зарур.

Экстраполяция усуллари қўллаш шароитлари

Экстраполяция усулларида турли хил миқдор кўрсаткичлари ва характеристикалар башоратлаш жараёнида қўлланилади. Бунда кўпчилик ҳолларда башоратчилар муваффақ қаторлар экстраполяцияси билан иш кўрадилар. Бунда иқтисодий маълумотларни таҳлил қилиш босқичида динамик қаторларнинг қонуниятли характери аниқлаш, эмпирик формулаларни танлаш, бу формулалар параметрларини ҳамда белгиланган боғлиқликларининг тўғри аниқланганлигини баҳолаш каби асосий вазифа ҳисобланади [5].

Экстраполяция ҳодисалар ёки жараёнларнинг келгусидаги ҳолати қонунлари, назариялари ёхуд тажрибасини кенг ёйишни тақозо қилади. Экстраполяция усулларни башоратланадиган объектни ривожлантиришнинг барқарор шароитида қўлланиш мақсадга мувофиқдир.

Озгина вақт учун башоратлашда шу нарса кўзда тутиладики, келгусидаги шароитлар мавжуд қонунлар, назариялар ва тажрибалар тааллуқли бўлган шароитлардан умуман фарқ қилмайди ёки озгина фарқ қилади. Яъни, бу ҳолда экстраполяция тизимни ривожлантиришнинг илгариги тенденцияларига таянади [6].

Экстраполяциянинг қуйидаги бир нечта усуллари мавжуд: функционал ва корреляцион алоқалар асосидаги экстраполяция; эгри эгилувчан экстраполяция; таққослама усуллар ёрдамидаги экстраполяция. Буларнинг ҳаммаси тўппа-тўғри экстраполяция усуллари дандир.

Улар бутун давр учун доимий бўлган тараққиёт суръатлари ва хусусиятларидан келиб чиқади ҳамда объектни ривожлантиришга таъсир

қиладиган кўп томонлама алоқаларни ҳисобга олишга қодир эмас. Илгариги объектни ривожлантириш динамикасини аниқ акс эттирадиган, аппроксимация қиладиган функцияни белгилаш ва миқдор жиҳатдан баҳолаш йўли билан олинган математик моделлар экстраполяциянинг асосини ташкил этади [14].

Ўрта даражаларни сирғалиш усули

Айрим ҳолларда динамик қаторлардаги маълумотлар тебраниш билан характерланади. Бу вазиятда динамик қаторларни силлиқлаш зарур. Силлиқлаш натижасида тебраниш камайиб, умумий тенденция яққолроқ намоён бўлади. Бу мақсадда кенг қўлланиладиган усуллардан бири – ўрта даражаларни сирғалиш усулидир. Сирғанувчи ўртача усул ўртача қийматини аниқлаш вақтида тасодифий четламаларнинг ўсиш ҳолатига асосланади.

Ўртача фактик қийматлар қаторлари динамикаси текисланаётган вақтда сирғанишнинг ўртача нуқта даврини кўрсатадиган ўртача қийматлар билан алмашинади. Одатда, ўртача сирғанувчи усулнинг икки модификациясидан, яъни оддий текислаш ва вазний текислашдан фойдаланилади [14].

Оддий тенглаштириш ўрталикдаги p узунликдаги вақт учун оддий ўрта арифметик ҳисоблашдан тузилган янги қатор тузишга асосланади:

$$y_r = \frac{\sum_{t=r}^{p+r}}{p} (r = 1, \dots, N - p + 1)$$

бу ерда: p – тенглаштириш даври вақтли қаторлар характериға боғлиқ бўлади;

r – ўртача қийматнинг тартиб номери.

Вазний тенглаштириш турли нуқтадаги қаторлар динамикаси учун вазний ўртача қийматларини ўрталашдан иборат.

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

$$y_t = \sum_{i=0}^r a_i t^i$$

тўла даражасини олайлик, унинг параметлари

$$a_0 \sum_{-p+1}^{p+1} t^i + a_1 \sum_{-p+1}^{p+1} t^{i+1} + \dots + a_r \sum_{-p+1}^{p+1} t^{i+r} = \sum_{-p+1}^{p+1} y_i t^i$$

тенгламаси ёрдамида энг кичик квадратлар усули билан аниқланади.

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

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

ҳосил қиламиз. Бу ердаги b_1 қиймати p ва k моҳиятига боғлиқ бўлади. Ҳосил бўлган тенглама биринчилардан $2p+1$ қаторлар динамикаси қийматининг вазний ўртача қиймат арифметикаси ҳисобланади. Сирғалувчан ўртача қиймат усули бошқа усулларга нисбатан қатор афзалликларга эга [12].

Жумладан, сирғалувчан ўртача қиймат шундай тенденция функциясини берадики, у моҳиятига кўра ўрганилаётган қаторлар моҳиятига яқин туради. Чунки қаторнинг айрим қисмлари – энг яхши тенденция танлаб олинади. 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 информация йўқолиши сингари камчиликларга ҳам эга [4].

Фараз қилайлик, қуйидаги динамик қатор берилган бўлсин:

$$Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_n$$

Уч йиллик силлиқлаш интервали учун ўрта даражали динамик қатор қуйидагича ҳисобланади.

$$Y_2 = \frac{Y_1 + Y_2 + Y_3}{3}, \quad Y_3 = \frac{Y_2 + Y_3 + Y_4}{3}, \dots, \quad Y_{n-1} = \frac{Y_{n-2} + Y_{n-1} + Y_n}{3},$$

Уч, тўрт, беш йиллик силлиқлаш интервал учун ўрта даражали қаторлар ҳам ҳисобланиши мумкин. Кўриниб турибдики силлиқланган қатор бошланғич динамик қаторга нисбатан калтароқдир, n - йиллик интервал қўлланса, $n-2$ кўрсаткич қолади, беш йилликда эса $n-4$. Шунинг учун интервал узоқлигини танланганда бу муаммони эътиборга олиш зарур [5].

Трендлар экстраполяцияси. Башоратлашда кетма-кет

айирмалар усули

Тренд моделлари кузатилаётган кўрсаткични ривожланиш йўналишини аниқлашга имкон беради. Маълумки, айрим ҳолларда иқтисодий жараёни ўзгариш тенденцияси вақт функцияси орқали ифодаланади:

$$y=f(t).$$

Ҳақиқий траектория ҳар хил бўлиши мумкин: узоқ давом этадиган барқарорлик, тезланган ўсиш, ёки аста-секин пасайиш ва ҳ.к. Бу ҳолатларни тўғри танланган математик функция орқали акс эттириш мумкин [9].

Бундай функцияни танлаш жараёни динамик қаторни умумий таҳлилидан бошланади. Ҳақиқий қаторни ўрнида силлиқланган қаторлар қўлланиши ҳам мумкин.

Функцияни танлашда содда усуллардан бири бу кетма-кет айирмалар усули ҳисобланади. Унинг ғояси қуйидагича.

Динамик қатор берилган бўлса y_t ($t=1,\dots,n$), аввало биринчи даражадаги айирмаларни топиб оламиз.

T	Y	$U_t^{(1)}$	$U_t^{(2)}$	$U_t^{(3)}$		$U_2^{(1)}=Y_2-Y_1$
1	Y_1	-	-	-		$U_3^{(1)}=Y_3-Y_2$
2	Y_2	$U_2^{(1)}$	-	-		.
3	Y_3	$U_3^{(1)}$	$U_3^{(2)}$	-		.
...	...	...	...	...		.
N	Y_n	$U_n^{(1)}$	$U_n^{(2)}$	$U_n^{(3)}$		$U_t^{(1)}=Y_t-Y_{t-1}$

Агар топилган айирмалар тахминан тенг бўлса, энг адекват модел сифатида

$$y = a + bt$$

тенгламаси қўлланилади.

Айирмалар бир-биридан фарқланса иккинчи даражали айирмалар ҳисобланади.

$$U_t^{(2)} = U_t^{(1)} - U_{t-1}^{(1)}$$

$U_t^{(2)}$ - лар тахминан тенг бўлса, ривожланиш траекториясини адекват акс эттириш учун

$$y = a + bt + ct^2.$$

модели қўлланилади.

Учинчи даражали айирмалар қуйидагича ҳисобланади:

$$U_t^{(3)} = U_t^{(2)} - U_{t-1}^{(2)}.$$

Бу ҳолда траектория модели

$$y = a + bt + ct^2 + dt^3.$$

Фараз қилайлик, биринчи даражали айирмалар тахминан тенг бўлиб, $y = a + bt$ модели қўлланиши мумкин бўлсин. Унда бу тенгламани параметрларини ҳисоблаш учун нормал тенгламалар тизими қўлланади.

$$\sum y = n a + b \sum t$$

$$\sum Y t = a \sum t + b \sum t^2$$

Иккинчи даражали полином учун:

$$\sum Y = n a + b \sum t + c \sum t^2$$

$$\sum Y t = a \sum t + b \sum t^2 + c \sum t^3$$

$$\sum Y t^2 = a \sum t^2 + b \sum t^3 + c \sum t^4$$

Шундай қилиб, экстраполяция усули ёрдамида у ёки бу ҳодисанинг келгусидаги ривожланиш йўналишлари, турли хил кўрсаткичларнинг ўсиш суръатлари ҳисоблаб чиқилади ва аниқланади.

Экспоненциал текислаш усули

Динамик қаторларни башоратлашда маълумотларни йилдан-йилга ўзгартиришини эътиборга олиш зарур. Охирги йиллардаги ўзгариш тенденциясини аҳамиятини ошириб, динамик қаторни биринчи йиллардаги ўзгариш тенденциясини аҳамиятини камайтириш мумкин. Экспоненциал текислаш усули ҳозирги пайтда, динамик қаторларга асосланган усуллардан энг муҳим усул деб ҳисобланади [13,14].

Башоратлаштиришнинг оддий моделларидан бири бўлган вақтлик функциясини кўриб утамиз. Умумий ҳолда вақт бўйича олинган функциясини

$$y_t = f(t),$$

$$y_t = a_0 + a_1 t$$

кўринишида ифодалаш мумкин.

Айрим ҳолларда вақтлик қатор параметрлари маълум бир ораликда ўзгариши мумкин. Бу муаммони енгиш учун Браун томонидан яратилган экспоненциал текислаш усулидан фойдаланамиз. Бу усулни моҳияти шундан иборатки, вақт бўйича олинган қатор экспоненциал қонуниятига бўйсуниб башорат қилинади [4-6].

Фараз қилайлик:

$$y_t = a_0 + a_1 t$$

кўринишидаги чизиқли функция берилган бўлсин. Бу ердаги a_0 ва a_1 параметрларни топиш учун ўртача экспоненциал $S_t^1(y)$ ва $S_t^2(y)$ миқдорларни топамиз.

$$S_t^1(y) = a_0 + 1 - \alpha / \alpha \cdot a_1,$$

$$S_t^2(y) = a_0 + 2 (1 - \alpha) / \alpha \cdot a_1.$$

Агар бу тизимни a_0 ва a_1 га нисбатан ечсак, қуйидагиларни ҳосил қиламиз:

$$a_0 = 2 S_t^1(y) - S_t^2(y)$$

$$a_1 = 1 / 1 - \alpha [S_t^1(y) - S_t^2(y)]$$

K даражадаги экспонента рекуррент формуласи орқали топилади.

$$S_t^k(y) = \alpha S_t^{k-1}(y) + (1-\alpha) S_{t-1}^k(y),$$

бу ерда $\alpha = 2/m + 1$,

m -кузатувлар сони.

Умуман олганда $0 < \alpha < 1$ бўлади.

Агар α параметр 1 га яқин бўлса, башоратлаштириш учун кейинги ҳолатлар ҳисобга олинади. Агар $\alpha \rightarrow 0$ бўлса башоратда илгари ҳолат назарда тутилади. Иккинчи экспонента учун

$$S_2^1(y_2) = \alpha y_2 + (1-\alpha) \cdot S_1^1(y_1),$$

$$S_2^2(y_2) = \alpha S_2^1(y_2) + (1-\alpha) \cdot S_1^2(y_1).$$

Ўртача экспоненциал миқдорни ҳисоблаш учун дастлабки $S_0^n(y)$ лар берилган бўлиши керак.

$$S_0^1(y), S_0^2(y).$$

Айрим ҳолларда $S_0^1(y) = , S_0^2(y) = , \dots , y_0$ деб олинади.

Бошқа ҳолларда $a_0(0), a_1(0), a_2(0)$ ларни дастлабки миқдорлари берилган ҳисобланади. Унда

$$S_0^1(y) = a_0 - 1 - \alpha / \alpha a_1,$$

$$S_0^2(y) = a_0 - 2 (1-\alpha) / \alpha a_1.$$

Агар динамик қаторда 17 кузатув берилган бўлса a_0 ва a_1 лар қуйидагича ҳисобланади:

$$a_0 = 2 S_{17}^1 - S_{17}^2$$

$$a_0 = 1 / 1 - \alpha [S_{17}^1 - S_{17}^2]$$

$$y_{17+1} = a_0 + a_1$$

a_0 ва a_1 ҳисоблаш учун қуйидаги формула қўлланади:

$$a_0 = 2 S_{17}^1 - S_{17}^2$$

$$a_1 = 1 / 1 - \alpha [S_{17}^1 - S_{17}^2]$$

Экстраполяция усули ёрдамида илмий-техника ахбороти хажмларининг ўсиши, меҳнат унумдорлигининг ўсиш суръатлари кабилар башоратланади.

Динамик қаторларнинг таҳлили

Динамик қаторларини таҳлил қилишда бир қатор кўрсаткичлардан фойдаланилади. Бу кўрсаткичлар ўрганилаётган ҳодисанинг ўсиш ёки пасайиш йўналишини кузатишда, айрим қонуниятларни аниқлашда жуда муҳим рол ўйнайди [11].

Кўрсаткичларни ҳисоблаш айириш ёки бўлиш усулида амалга оширилади. Натижада қуйидаги кўрсаткичларга эга бўлинади:

1. Мутлоқ қўшимча ўсиш (ёки камайиш).
2. Ўсиш (ёки камайиш) коэффициенти (фоизда бўлса суръати).
3. Қўшимча ўсиш (ёки камайиш) коэффициенти (фоизда бўлса суръати).
4. 1 % қўшимча ўсишнинг (ёки камайишнинг) мутлоқ қиймати.

Динамик қаторлар кўрсаткичларини ҳисоблаш иккита давр даражасини таққослаш натижасида олинади. Одатда, таққосланадиган даража сифатида қаторнинг биринчи даражаси ёки олдинги йил даражаси қабул қилиб олинади. Агар ҳар бир даража ўзидан олдинги даража билан таққосланса (яъни, таққослаш йилма-йил бўлса), у ҳолда олинган кўрсаткич *занжирсимон*, агар ҳар бир даража фақат доимий битта (яъни, бошланғич) давр даражаси билан таққосланса, у ҳолда олинган кўрсаткич *базисли* кўрсаткич бўлади. Янги омилларнинг таъсирини тўғрилайдиган экстраполяция ҳисобга олишга қодирдир. Бундай экстраполяция усули тўғридан-тўғри экстраполяция қилинадиган усулларга ўхшаш бўлиб, унинг фарқи шундаки, у башорат объекти динамикасининг хусусиятларини вақт бўйича ҳисобга оладиган тузатувчи коэффициентлардан фойдаланади [13,14].

Эмпирик маълумотларнинг белгиланган қонуниятлар ўзгаришини акс эттирадиган эгри чизиқли бўлмаган шакли аниқланган бўлса, башоратлашда экстраполяция усулини қўлланиш яхши натижалар беради. Бундай ҳолда кузатиладиган жараёни ривожлантиришнинг асосий йўналишларини кўрсатадиган тренд (ёки тенденция) асосида башоратлаштириш усули катталиқка яхшироқ яқинлаштиради.

2. бўйича хулоса

Ишлаб чиқариш функциялари математик тасвирлаш типига кўра чизиқли, даражали, параболик, кўрсаткичли ва ҳоказо бўлиши мумкин. Энг кўп тарқалган ва универсал функциялардан Кобба-Дуглас типдаги даражали функция ҳисобланади. Бу функция параметрлари бир вақтни ичида эластиклик коэффициентларига тенг.

Тренд моделлари кузатилаётган кўрсаткични ривожланиш йўналишини аниқлашга имкон беради.

3. ЧИЗИҚЛИ КОРРЕКЦИЯ УСУЛЛАРИ

Бу бобда асосан қуйидаги усул ва алгоритмлар кўриб ўтилади.
Хусусан:

1. Коррелацион ва регрессион усуллар
2. Энг кичик квадратлар усули
3. Чизикли бўлмаган параболик регрессия усули

3.1 Коррелацион ва регрессион усуллар

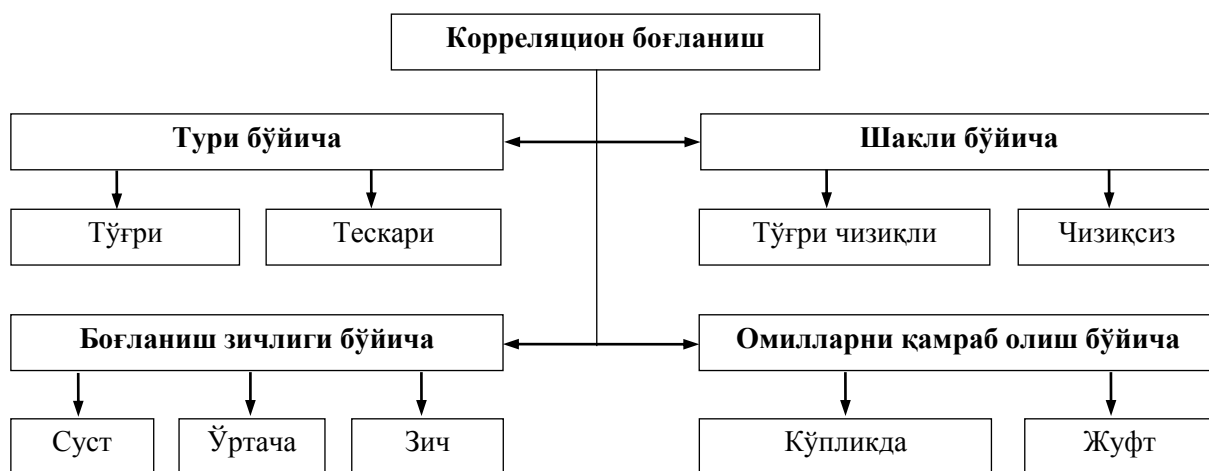
Умумлашган катта сонни таҳлил қилиш ва конкрет кузатишда у ёки бу қонуниятларни аниқлаш заруриятлиги кўпгина иқтисодий тадқиқотларнинг характерли хусусияти ҳисобланади. Реал борлиқда ҳеч бир иқтисодий зарурият бевосита соф ҳолда намоён бўлмайди.

Бир қийматни ўзгартириш бошқасининг ўртача қийматининг ўзгаришига олиб келадиган ҳолларда боғланишни ўрганиш катта қизиқиш уйғотади. Мана шундай боғланишга корреляцион боғланиш дейилади. Корреляцияни таҳлил қилишдан мақсад, ҳодисалар ўртасидаги боғланишнинг зичлигини ўрганишдир. Боғланишлар ўз моҳиятига кўра содда ва мураккаб бўлиши мумкин. Ижтимоий ҳодисалар, шу жумладан, иқтисодий ҳодисалар одатда мураккаб боғланишга эга бўлади [4,5].

Корреляцион таҳлил ҳодисалар ўртасидаги боғланишни аниқлайдиган усуллардан бири ҳисобланади. Лекин фақат корреляцион таҳлил боғланишнинг зичлиги ҳақида оддий баҳо бера олади. Бу ҳолат иқтисодий тадқиқотларда корреляцион таҳлилни кенг қўллаш имкониятини беради. Корреляцион таҳлил ҳақида гапирганда регрессион таҳлилни унутмаслик керак. Регрессион таҳлил ҳодисалар ўртасидаги боғланишнинг статистик таҳлил усули бўлиб, боғланиш шакллари таҳлил қилади. Регрессион таҳлил натижалари регрессия тенгламалари ва коэффицентларида сифат ифодасига эга бўлади [9].

Корреляцион ва регрессион таҳлилнинг самарадорлиги кўпгина иқтисодий ва ижтимоий муаммоларни ҳал қилишда муҳим рол ўйнайди. Корреляцион ва регрессион таҳлил қилишдан олдин ўрганилаётган ҳодисалар ўртасида боғланиш ҳар томонлама синчиклаб таҳлил қилиниши лозим. Ҳақиқатан ҳам боғланиш мавжуд бўлса, корреляцион ва регрессион таҳлил усулидан фойдаланиш ҳамда реал аҳамиятга эга бўлган натижаларни олиш мумкин бўлади.

Корреляцион боғланишлар таснифи қуйидаги 3-чизмада келтирилган [4].



3.1.1-чизма. Корреляцион боғланиш таснифи

Корреляцион таҳлилнинг биринчи вазифаси, корреляцион боғланиш шакллари, яъни регрессия функцияси кўринишларини (чизиқли, даражали, логарифмик ва бошқалар) аниқлашдан иборат. Боғланиш шакллари танлаш регрессион таҳлил ва танланаётган функция ҳақидаги маълум гипотезаларни ишлаб чиқиш ҳамда таҳлил қилишдан бошланади. Регрессияларни тенглаштириш корреляцион моделларнинг таркибий қисми бўлиб, уни тўғри танлай билиш, моделлаштиришнинг энг масъулиятли босқичи ҳисобланади [13].

Таҳлил вақтида гарчи баъзи бир танланган шаклларнинг тўғрилигини баҳолашнинг баъзи бир усуллари ишлаб чиқилган бўлса ҳам, боғланиш шаклини танлай олиш жуда муҳим ҳисобланади.

Иқтисодий ҳодисалар ўртасидаги боғланишларнинг мураккаблиги кўпинча мавжуд ҳодисалар бутун комплексини таҳлили билан қамраб олиш мумкин бўлмаган ҳолатни келтириб чиқаради. Регрессияларни конкрет тенглаштириш ҳар доим маълум даражада абстрактлаш асосида қурилади. Регрессия тенгламаларини қуриш ҳодисалар ўртасидаги боғланиш конкрет шаклини аниқлашда гипотетик эксперимент ҳисобланади [12].

Оддий корреляция ва регрессия.

Икки ўзгарувчи ўртасидаги корреляция *оддий корреляция* дейилади. Оддий корреляция йўли билан таҳлил қилишдан мақсад, икки ҳодиса ўртасидаги боғланишнинг мавжудлиги ва зичлигини аниқлашдан иборатдир. Икки ўзгарувчи ўртасидаги боғланиш зичлигининг умумлаштирилган баҳоси *корреляция индекси* ҳисобланади ва у қуйидаги формула орқали ҳисобланади [4,5]:

$$R = \sqrt{\frac{\sigma_y^2 - \sigma_{\hat{y}_x}^2}{\sigma_y^2}} = \sqrt{1 - \frac{\sigma_{\hat{y}_x}^2}{\sigma_y^2}}, \quad (3.1.1)$$

бу ерда, σ_y^2 - натижа кўрсаткич дисперсияси;

$\sigma_{\hat{y}_x}^2$ - амалий қиймат натижалари кўрсаткичидан регрессия тенгламаси

асосида назарий ҳисобланган кўрсаткичдан четланиш ўртача квадрати.

Корреляция индекси $0 \leq |R| \leq 1$ оралиғида бўлади. Агар $R=1$ бўлса, омиллар ўртасида функционал боғланиш мавжуд бўлади. Агар $R=0$ бўлса, у ҳолда ўрганилаётган омиллар ўзаро боғланмаган бўлади.

Боғланиш зичлиги баҳоланаётган вақтда қуйидаги таснифлаш қўлланилади:

0,2 гача - кучсиз боғланиш;

0,2 ÷ 0,4 - ўртача зичликдан кучсизроқ боғланиш;

0,4 ÷ 0,6 - ўртача боғланиш;

0,6 ÷ 0,8 - ўртачадан зичроқ боғланиш;

0,8 ÷ 0,99 - зич боғланиш.

Мазкур таснифлаш шартли ҳисобланади. Корреляция индекси жуфт боғланиш ҳар қандай шаклининг боғланиш зичлигини баҳолаш учун тўғри келади. Агар боғланиш чизиқли бўлса, у ҳолда боғланиш зичлигини баҳолашда корреляция коэффицентидан фойдаланиш мумкин:

$$r = \frac{\overline{x \cdot y} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}, \quad (3.1.2)$$

бу ерда, σ_x ва σ_y мос равишда x ва y ўзгарувчиларнинг ўртача квадратик четланишидир ва улар қуйидаги формулалар ёрдамида ҳисобланади:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}, \quad \sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n}} \quad (3.1.3)$$

Шунингдек, корреляция коэффицентини ҳисоблашнинг қуйидаги модификацияланган формулаларидан ҳам фойдаланиш мумкин:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n \cdot \sigma_x \cdot \sigma_y}, \quad (3.1.4)$$

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n xy - \sum_{i=1}^n x \sum_{i=1}^n y}{\sqrt{\left[n \sum_{i=1}^n x^2 - \left(\sum_{i=1}^n x \right)^2 \right] \cdot \left[n \sum_{i=1}^n y^2 - \left(\sum_{i=1}^n y \right)^2 \right]}}. \quad (3.1.5)$$

Корреляция коэффиценти $-1 \leq r \leq 1$ оралиғидаги қийматга эга бўлади. Корреляция коэффицентининг манфий қиймати ходисалар ўртасида тескари боғланиш мавжуд эканлигидан далолат беради. Айрим ҳолларда корреляциянинг индекси ёки коэффиценти билан бир қаторда, детерминация коэффиценти $d = r^2$ деб аталувчи кўрсаткич ҳам аниқланади [12].

Детерминация коэффиценти натижа кўрсаткичи ва вариациясининг қайси қисми омил кўрсаткичлари вариацияси билан боғланганлигини кўрсатади. Агар таҳлил таъсир қилаётган омил қийматининг ўзгаришига мувофиқ ходисалар қиймати тахминан бир текисда ўзгаришини кўрсатса, у ҳолда тўғри чизиқли

боғланиш мавжудлигини кўрсатади.

Мабодо бу ўзгариш бир текисда бўлмаса, унда эгри чизиқли боғланиш бўлади.

Иқтисодий тадқиқотларда қўлланилаётган корреляцион формулалар турли шаклга эга. Иқтисодий каторлар динамикаси ўртасидаги боғланишлар чизиғи шаклини аниқлаётганда, кўпчилик ҳолларда қуйидаги шакллardan фойдаланилади [4]:

Чизиқли - $y = a_0 + a_1x$ (3.1.6)

Иккинчи даражали парабола - $y = a_0 + a_1x + a_2x^2$ (3.1.7)

Учинчи даражали парабола - $y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3$ (3.1.8)

n - даражали парабола - $y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n$ (3.1.9)

Иккинчи даражали гипербола - $y = a_0 + \frac{a_1}{x}$ (3.1.10)

b - Иккинчи даражали гипербола - $y = a_0 + \frac{a_1}{x^b}$ (3.1.11)

Логарифмик - $\log y = a_0 + a_1x$ (3.1.12)

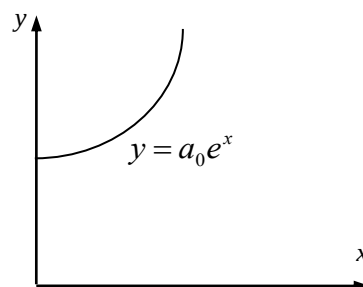
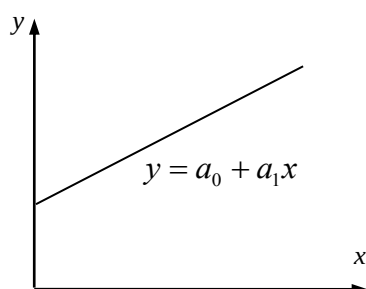
Ярим логарифмик - $y = a_0 + a_1 \ln x$ (3.1.13)

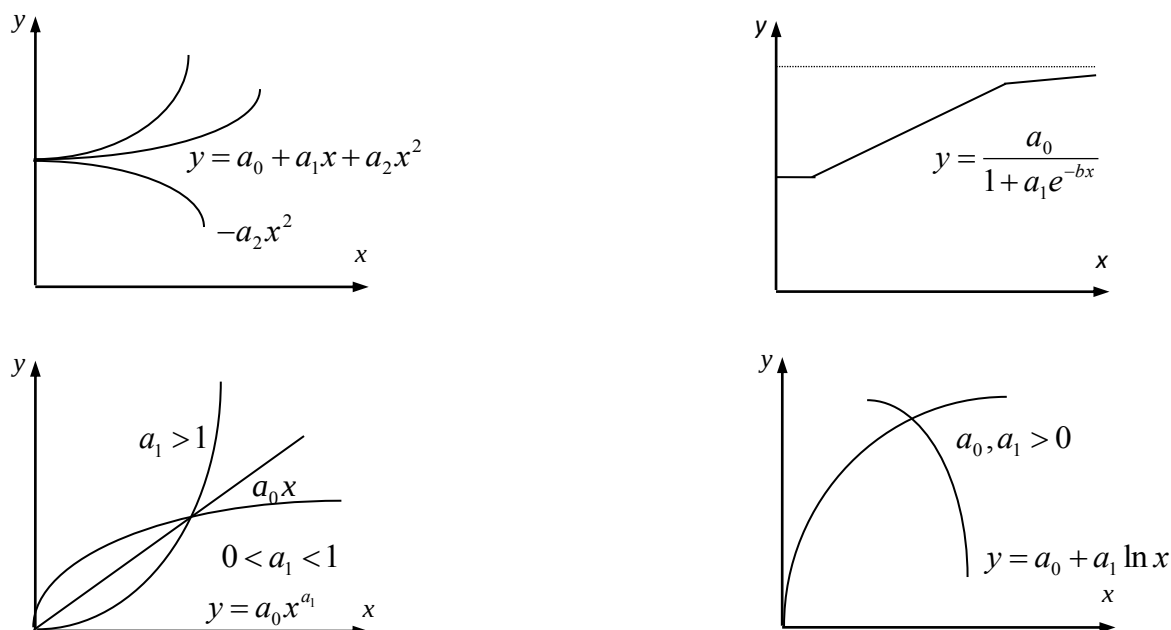
Кўрсаткичли функция - $y = a_0 a_1^x$ (3.1.14)

Даражали функция - $y = a_0 x_1^{a_1}$ (3.1.15)

Логистик функция - $y = \frac{a_0}{1 + a_1 e^{-bx}}$ (3.1.16)

Функциялар параметри одатда энг кичик квадратлар усули билан аниқланади. Нормал тенгламалар тизими (3.1.7) тизимга ўхшаш бўлади. Баъзи бир функцияларнинг графиги 3.1.2-чизмада келтирилган.





3.1.2-чизма. Баъзи бир функцияларнинг графиклари

Логистик функцияда y ни қиймати олдин x нинг текис ўзгаришда тезлатилган суръатда ортиб боради.

Регрессия тенгламасининг шаклини танлашда қуйидагиларга риоя қилиш лозим [5]:

1. Боғланишнинг умумий шакли, боғланишнинг табиати ва характериға нисбатан профессионал тушунча мос келиши керак.
2. Имкони борича интерпретация ва амалий қўллашда осон бўлган тенгламаларнинг энг содда шаклларидан фойдаланиш лозим. Бошланғич маълумотларнинг график тасвири – тарқоқ диаграмма ва регрессияларнинг эмпирик чизиқлари регрессияларни тенглама шаклларини танлашда ёрдам кўрсатади.

Тўпلامли корреляция ва регрессия

Жараёнлар қаторининг битта натижали таъсирини тўпلامли корреляцион таҳлил ўрганади. Тўпلامли корреляцион таҳлилнинг шарт-шароити худди корреляцион таҳлил сингари бўлади. Одатда тўпلامли корреляция бевосита тўпلامли регрессион таҳлил билан бевосита алоқада

таҳлил қилинади. Тўпلامли регрессия тенгламаси оддий масштаб, яъни регрессия тенгламаларига кирувчи ўзгарувчи бир маромдаги нормал ва нормаллашган масштабда ёки қиёслаш бирлигида ифодаланган ўзгарувчилар шаклида тузилиши мумкин.

Регрессия тенгламаси сифатида кўпинча чизикли [4]:

$$\hat{y} = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n \quad (3.1.17)$$

ва даражали функциялардан фойдаланилади:

$$\hat{y} = a_0 x_1^{a_1} x_2^{a_2} \dots x_n^{a_n}. \quad (3.1.18)$$

Ушбу тенглама параметрлари одатда энг кичик квадратлар усули билан аниқланади. Умумий ҳолда нормал тенгламалар тизими қуйидагича ифодаланади:

$$\begin{cases} na_0 + a_1 \sum x_1 + a_2 \sum x_2 + \dots + a_n \sum x_n = \sum y \\ a_0 \sum x_1 + a_1 \sum x_1^2 + a_2 \sum x_1 x_2 + \dots + a_n \sum x_1 x_n = \sum x_1 y \\ \dots \dots \dots \\ a_0 \sum x_n + a_1 \sum x_1 x_n + a_2 \sum x_2 x_n + \dots + a_n \sum x_n^2 = \sum x_n y \end{cases} \quad (3.1.19)$$

Модел даражалари параметрларини аниқлаш учун олдин (3.1.18) моделни логарифмик-чизикли кўринишга қайта ўзгартириш лозим:

$$\ln \hat{y} = \ln a_0 + a_1 \ln x_1 + a_2 \ln x_2 + \dots + a_n \ln x_n \quad (3.1.20)$$

Шундан сўнг нормал тенгламалар тизимини тузишда логарифмлардан фойдаланамиз.

$$\begin{cases} n \ln a_0 + a_1 \sum \ln x_1 + a_2 \sum \ln x_2 + \dots + a_n \sum \ln x_n = \sum \ln y \\ a_0 \sum \ln x_1 + a_1 \sum \ln x_1^2 + a_2 \sum \ln x_1 \ln x_2 + \dots + a_n \sum \ln x_1 \ln x_n = \sum \ln x_1 \ln y \\ \dots \dots \dots \\ a_0 \sum \ln x_n + a_1 \sum \ln x_1 \ln x_n + a_2 \sum \ln x_2 \ln x_n + \dots + a_n \sum \ln x_n^2 = \sum \ln x_n \ln y \end{cases} \quad (3.1.21)$$

Боғланишнинг зичлиги корреляциялар индексига ўхшаш бўлиб, тўпلامли корреляция коэффициенти ёрдамида баҳоланади:

$$R_{yx_j} = \sqrt{1 - \frac{\sum (y - \hat{y})^2}{\sum (y - \bar{y})^2}}, \quad (3.1.22)$$

49

бу ерда, $\hat{y}$ - регрессия тенгламаси ёрдамида аниқланган натижавий кўрсаткичнинг назарий қиймати;

$\bar{y}$ - натижавий кўрсаткичнинг ўртача арифметик қиймати.

Тўпламли регрессиялар чизигидан натижавий кўрсаткич қиймати қанчалик кам даражада четланса, маълум интервалда абсолют қиймат бўйича аҳамиятга эга бўлган корреляция коэффиценти катта қийматга эга бўлишига боғлиқ бўлади. Тўпламли корреляция коэффиценти қуйидаги ораликда ўзгаради: $0 \leq |R| \leq 1$.

Агар корреляцион модел фақат икки омил кўрсаткичларига эга бўлса, у ҳолда тўпламли корреляция коэффиценти корреляциянинг жуфт коэффицентларидан ҳосил қилиш мумкин:

$$R_{yx_j} = \sqrt{\frac{r_{yx_1}^2 + r_{yx_2}^2 - 2r_{yx_1} \cdot r_{yx_2} \cdot r_{x_1x_2}}{1 - r_{x_1x_2}^2}}. \quad (3.1.23)$$

Г.Тинтнер тўпламли корреляция коэффицентининг қуйидаги формуласини таклиф этган:

$$R_{yx_j} = \sqrt{\frac{a_1s_1 + a_2s_2 + a_3s_3 + \dots + a_ns_n}{s_y}},$$

бу ерда, $s_j \ (j = \overline{1, n})$ $s_j = \overline{yx_j} - \bar{y} \cdot \bar{x}$ формуласи бўйича аниқланадиган ковариация;

s_j - натижавий кўрсаткич дисперсияси;

$a_j \ (j = \overline{1, n})$ - регрессия коэффиценти.

Нормалланган масштабда умумий кўринишда тўпламли регрессия тенгламасини қуйидагича тузиш мумкин:

$\beta_j \ (j = \overline{1, n})$ параметрлари корреляциянинг жуфт коэффиценти ёрдамида аниқланади. Коэффицентларни аниқлаш учун n та тенгламалар тизимини тузамиз:

бу ерда, n - кузатувлар сони;

k - аниқланаётган боғланишнинг техник-иқтисодий параметрлари сони.

Тўпلامли корреляция коэффицентининг ўртача квадратик хатоларга муносабати t мезони қиймати билан аниқланади.

Омилларнинг хусусий эластиклик коэффицентларини аниқлашда қуйидаги формуладан фойдаланиш мумкин:

$$\mathcal{E}_i = a_i \frac{\overline{x_i}}{y}. \quad (3.1.29)$$

Хусусий эластиклик коэффиценти бошқа аргументлар ўзгармаган ҳолда аргументнинг бир фоизга ўзгартириш билан функция неча фоизга ўзгаришини кўрсатади.

Корреляцион-регрессион таҳлилнинг асосий кўрсаткичлари маълум бўлгандан сўнг, башорат қилувчи кўрсаткичлар аниқланади:

$$\hat{y} = a_0 + b_0 t; \quad \hat{x}_1 = a_1 + b_1 t; \dots; \quad \hat{x}_n = a_n + b_n t$$

$a_0, b_0, a_1, b_1, \dots, a_n, b_n$ коэффицентларни ҳисоблашда энг кичик квадратлар усулидан фойдаланилади. Қиймат маълум бўлганидан кейин, тегишли бошланғич қийматлардан амалдаги ўзгарувчан қийматлар четланиши ҳисоблаб чиқилади:

$$\varepsilon_{y_t} = y_t - \hat{y}_t; \quad \varepsilon_{x_{1t}} = x_{1t} - \hat{x}_{1t}; \dots; \quad \varepsilon_{x_{nt}} = x_{nt} - \hat{x}_{nt}$$

ва шундан сўнг қийматнинг регрессион таҳлиliga ўтилади, $\varepsilon_y, \varepsilon_{x_1}, \dots, \varepsilon_{x_n}$.

Шундай қилиб, боғланган ва боғланмаган ўзгарувчилардан бир вақтда чизикли тенденцияни чиқариш учун t вақт фондига тўпلامли регрессия тенгламасини киритиш лозим. Бунда тенглама қуйидагича ифодаланади:

$$\hat{y} = a_0 + \sum_{i=1}^k a_i x_i + a_{k+1} t. \quad (3.1.30)$$

Агар ҳодисалар ривожланиш тенденцияси чизиксиз характерга эга бўлса, бундай ҳолларда энг юқори тартиблар фарқи аниқланади ёки энг мураккаб тренд шакли чиқариб ташланади:

$$\varepsilon = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}}{y_i} \right| \cdot 100\% \quad (3.1.31)$$

формуласида ҳисобланадиган башоратлашнинг ўртача хатоси башоратлашда муҳим масала - ҳисоб-китоблар аниқлигини оширишда аниқлик мезони бўлиб хизмат қилиши мумкин. Бу ерда y - башоратланаётган вақтли қаторлар даражасининг вақтли қаторлар амалдаги даражаси; l - башоратланаётган давр [4].

Даврнинг аниқлиги бўлиб, ўтган воқеа ва башоратланаётган даврнинг давомийлигига боғлиқ бўлади.

Автокорреляцион таҳлил

Автокорреляция – вақтли қаторларнинг кейинги ва олдинги ҳадлари ўртасидаги корреляцион боғланиш ҳисобланади.

Автокорреляциянинг мавжудлиги қаторлар динамикаси даражаларининг ўзаро боғлиқлигидан, кейинги ҳадларнинг олдинги ҳадларга кучли даражада боғлиқлигидан далолат беради. Чунки корреляцион таҳлил усулини ўзаро боғланган ҳар бир қатор даражаси статистик эркин, ўрганилаётган қаторлар динамикасида автокорреляция мавжудлигини аниқлаш лозим бўлган ҳолларда татбиқ этиш мумкин[4].

Автокорреляция мавжудлигини текшириш жараёни қуйидагича амалга оширилади. r_α (ҳисобланган) қиймати ҳисобланади:

$$r_\alpha \text{ (ҳисобланган)} = \frac{\sum z_t - z_{t+1}}{\sum z_t^2}, \quad (3.1.32)$$

бу ерда, $z_t = y - \hat{y}$ - қолдиқ миқдор;

z_{t+1} - вақт билан аралашган қолдиқ миқдор.

Агар ҳисоблар топилган r_α (ҳисобланган) миқдор берилган бир фоизли хатолар эҳтимоллиги ва эркинлик даражаси сонлари $n-k-1$ бўлганда r_α (жадвал) (r_α (жадвал) $< r_\alpha$ (ҳисобланган)) қийматидан катта бўлса, автокорреляция мавжуд эмас дейилади. Сўнгра ишончлилик интерваллари аниқланади. У коэффициентлар вариацияси ёрдамида қуйидаги формула асосида аниқланади:

$$V = \sqrt{\frac{\sum \left(\frac{y - \hat{y}}{y} \cdot 100 \right)^2}{n}} \quad (3.1.33)$$

Шундан сўнг қуйи интервали $y_i \left(1 - \frac{V}{100} \right)$, юқори интервали бўйича $y_i \left(1 + \frac{V}{100} \right)$ ишончлилик интерваллари ҳисоблаб чиқилади.

Қуйидаги ҳолатлар корреляцион таҳлил усулини башоратлашда қўллашда хатоликларга олиб келиши мумкин [4-6]:

а) башоратланаётган ҳодиса кўрсаткичлари динамикасини аниқлашда муҳим аҳамиятга эга бўлган омиллар имконини ҳисобга ола билмаслик;

б) корреляцион тенгламалар коэффициентлари уларнинг қийматини аниқлайдиган шароитлар ўзгариши билан қийматининг ўзгарувчанлиги;

в) бир қиймат ўзгаришининг башорати бошқа бир қанча қийматлар ўзгариш қиймати билан алмаштирилади.

Доллар курсининг нисбий кўрсаткичини маълум вақт давомида Ўзбекистон сўмига нисбатан нисбий ўзгаришини башоратлашни шартли мисоллар асосида кўриб чиқишимиз мумкин.

3.2 Энг кичик квадратлар усули

Қуйида берилган 3.2.1-жадвалдаги маълумотларга кўра, регрессия тенгламасини энг кичик квадратлар усулида тузамиз. Топилган

тенгламалардан фойдаланиб, кейинги санада доллар курсининг қанчаалик ўзгаришини башорат қиламиз ва ўзаро қиёсий ҳолда таққослаймиз:

3.2.1 – жадвал

**Доллар курсининг нисбий кўрсаткичини маълум вақт давомида
Ўзбекистон сўмига нисбатан нисбий ўзгаришлари динамикаси**

X	Сана	Харид учун	Сотиш учун
1	21.10.2016	6556	6653
2	22.10.2016	6610	6690
3	23.10.2016	6610	6710
4	24.10.2016	6691	6816
5	25.10.2016	6712	6850
6	26.10.2016	6720	6850
7	27.10.2016	6725	6820

2016 йил октябр, ноябр, декабр ойларидаги статистик маълумотлардан фойдаланган ҳолда доллар курсининг нисбий кўрсаткичини Ўзбекистон сўмига нисбатан нисбий ўзгаришини чизиқли коррекция усуллари билан башоратлашни амалага оширамиз.

Энг кичик квадратлар усули ёрдамида изланаётган тўғри чизиқнинг Y ўқи билан кесишиш нуқтаси ва X ўқи билан ҳосил қилган бурчак тангенци учун қуйидаги формулалар ёрдамида топилади [19-20]:

$$b_1 = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - (\sum_{i=1}^n X_i)(\sum_{i=1}^n Y_i)}{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2}; \quad (3.2.1)$$

$$b_0 = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} - b_1 \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}; \quad (3.2.2)$$

бунда n – танланма ҳажми, X_i – i -чи қадамдаги кузатиш, Y_i – i -чи қадамдаги кузатишнинг қиймати.

Шундай қилиб, регрессия тўғри чизиқ тенгламаси қуйидаги кўринишда бўлади:

$$\tilde{Y} = b_0 + b_1 X \quad (3.2.3)$$

Ишончилилик коэффициенти эса,

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (3.2.4)$$

формула билан ҳисобланади. Бу ерда, Y_i – i -чи кадамдаги кузатишнинг қиймати, $\hat{Y}_i$ – i -чи кадамдаги (3.2.3) тенгламанинг қабул қиладиган қиймати, $\bar{Y}$ – Y кузатишларнинг ўртача қиймати, яъни

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} \quad (3.2.5)$$

3.2.1-жадвалдаги маълумотлардан фойдаланиб, 3.2.2-жадвални тўлдириб оламиз. 3.2.2-жадвални тўлдиришни Microsoft Visual Studio 2015 дастурий воситасидаги Microsoft Visual C# дастурлаш тилида ёзилган дастурдан фойдаланган ҳолда тўлдириб оламиз.

3.2.2-жадвал

i	X_i	Y_i	$X_i Y_i$	X_i^2
1	1	6556	6556	1
2	2	6610	13320	4
3	3	6610	19830	9
4	4	6691	26764	16
5	5	6712	33560	25
6	6	6720	40320	36
7	7	6725	47075	49
Σ	28	46624	187325	140

3.2.2-жадвалдаги маълумотларни ва $n = 7$ (кузатувлар сони ёки танланма ҳажми) ни (3.2.1), (3.2.2) формулага қўйилиб қуйидаги қийматлар топиб олинади:

$$b_1 = \frac{7 \cdot 187325 - 28 \cdot 46624}{7 \cdot 140 - 28^2} = 29,6071;$$

$$b_0 = \frac{46624 - 29,6071 \cdot 28}{7} = 6542,143;$$

Топилган қийматларни (3.2.3) регрессия тўғри чизик тенгламасига олиб келиб қўйилади ва

$$\tilde{Y} = b_0 + b_1 X = 6542,143 + 29,6071X$$

кўринишдаги тенглама ҳосил қилинади.

Регрессия тўғри чизик тенгламасига $X = 8$ қиймати қўйилади ва

$$\tilde{Y} = b_0 + b_1 X = 6542,143 + 29,6071 \cdot 8 = 6778,9998$$

сони ҳосил қилинади. Демак, энг кичик квадратлар усули натижасига кўра, кейинги санада 6778,9998 минг. сўм миқдорида долларнинг нисбий қийматини Ўзбекистон сўмига нисбатан нисбий кўрсаткичини башорат қилар эканмиз.

Бу Башоратнинг амалга ошиш эҳтимоллигини эса, (3.2.4) формуладан фойдаланиб аниқлаймиз. Бунинг учун бизга 3.2.3-жадвал маълумотлари керак бўлади ва уни тўлдириб оламиз. (3.2.5) формуладан фойдаланиб,

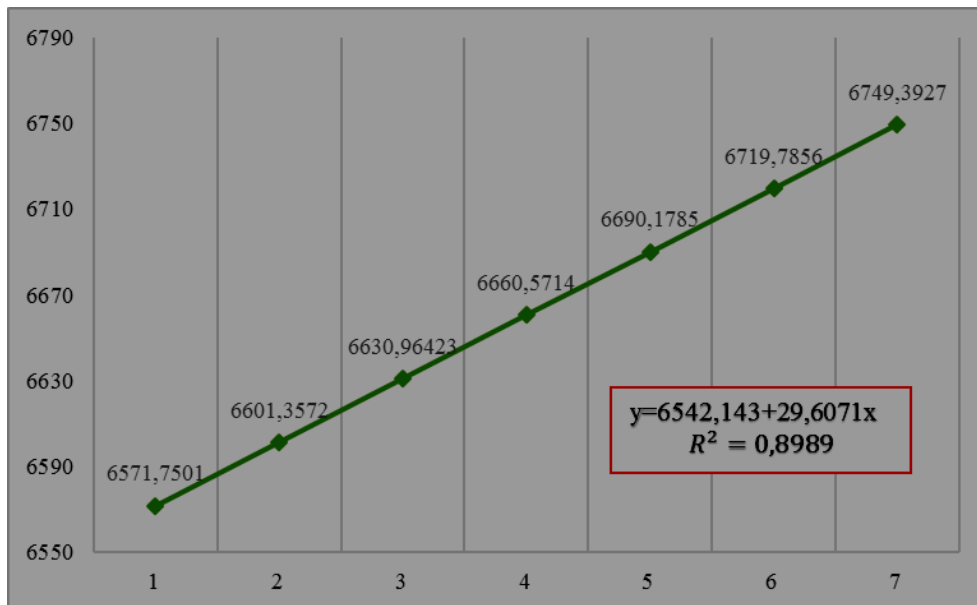
$$\bar{Y} = 6660,5714 \text{ эканлигини топиб оламиз.}$$

3.2.3-жадвал

i	Y_i	$\tilde{Y}$	$(Y_i - \tilde{Y})^2$	$(Y_i - \bar{Y})^2$
1	6556	6571,7501	248,0657	10935,1777
2	6610	6601,3572	74,698	2557,4665
3	6610	6630,96423	439,5019	2557,4665
4	6691	6660,5714	925,8997	925,8997
5	6712	6690,1785	476,1779	2644,9009
6	6720	6719,7856	0,046	3531,7585
7	6725	6749,3927	595,0038	4151,0445
Σ			2759,393	27303,7144

Жадвалдаги маълумотларга кўра, (3.2.4) бўйича қуйидаги натижани оламиз: $R^2 = 1 - \frac{2759,393}{27303,7144} = 0,8989$.

Топилган қийматни фоизга ўгирсак, демак, кейинги санада (28.10.2016) 6778,9998 минг. сўм миқдорида долларнинг нисбий қийматини Ўзбекистон сўмига нисбатан нисбий кўрсаткичини 89,89 % да амалга ошишини башорат қилар эканмиз.



3.2.1-расм. Регрессия тўғри чизиғи, унинг тенгламаси ва ишончилилик коэффиценти

3.2.1-расм маълумотларидан ҳам энг кичик квадратлар усули натижалари тўғри ишлаб чиқилганлигини кўришимиз мумкин.

3.3 Чизиқли бўлмаган параболик регрессия усули

Бу усулда изланаётган чизиқнинг тенгламаси қуйидаги формула ёрдамида ифодаланади [19-22]:

$$\tilde{Y} = b_0 + b_1X + b_2X^2 \quad (3.3.1)$$

формуладаги коэффицентлар қуйидаги чизиқли тенгламалар системасини ечиш орқали аниқланади:

$$\left\{ \begin{array}{l} b_0 \cdot n + b_1 \cdot \sum_{i=1}^n X_i + b_2 \cdot \sum_{i=1}^n X_i^2 = \sum_{i=1}^n Y_i \\ b_0 \cdot \sum_{i=1}^n X_i + b_1 \cdot \sum_{i=1}^n X_i^2 + b_2 \cdot \sum_{i=1}^n X_i^3 = \sum_{i=1}^n X_i \cdot Y_i \\ b_0 \cdot \sum_{i=1}^n X_i^2 + b_1 \cdot \sum_{i=1}^n X_i^3 + b_2 \cdot \sum_{i=1}^n X_i^4 = \sum_{i=1}^n X_i^2 \cdot Y_i \end{array} \right. \quad (3.3.2)$$

Чизиқли бўлмаган параболик регрессия тенгламасининг коэффициентларини топиш учун 3.2.1-жадвалдаги маълумотлардан фойдаланган ҳолда қуйидаги 3.3.1-жадвални тўлдиришни Microsoft Visual Studio 2015 дастурий воситасидаги Microsoft Visual C# дастурлаш тилида ёзилган дастурдан фойдаланган ҳолда тўлдириб оламиз.

3.3.1 - жадвал

i	X_i	Y_i	$X_i Y_i$	X_i^2	$X_i^2 Y_i$	X_i^3	X_i^4
1	1	6556	6556	1	6556	1	1
2	2	6610	13220	4	26440	8	16
3	3	6610	19830	9	59490	27	81
4	4	6691	26764	16	107056	64	256
5	5	6712	33560	25	167800	125	625
6	6	6720	40320	36	241920	216	1296
7	7	6725	47075	49	329525	343	2401
Σ	28	466254	187325	140	938788	784	4676

Топилган қийматларни (3.3.2) га олиб бориб қўямиз ва қуйидаги кўринишдаги тенгламалар системаси ҳосил бўлади:

$$\left\{ \begin{array}{l} 7 \cdot b_0 + 28 \cdot b_1 + 140 \cdot b_2 = 46624 \\ 28 \cdot b_0 + 140 \cdot b_1 + 784 \cdot b_2 = 187325 \\ 140 \cdot b_0 + 784 \cdot b_1 + 4676 \cdot b_2 = 938787 \end{array} \right.$$

Ҳосил бўлган тенгламалар системасини Крамер усулидан фойдаланиб, Microsoft Visual Studio 2015 дастурий воситасидаги Microsoft Visual C# дастурлаш тилида ёзилган дастурдан фойдаланган ҳолда ҳисобланиб, қуйидаги натижаларга эришилади:

$$b_0 = 6495,7143; b_1 = 60,5595; b_2 = -3,869.$$

Топилган коэффициентлар (3.3.1) тенгламага қўйилса, тенгламанинг кўриниши ҳам топилади:

$$\tilde{Y} = 6495,7143 + 60,5595X - 3,869X^2.$$

(3.2.4) формуладан фойдаланган ҳолда ишончлилик коэффициенти аниқлаш учун қуйидаги 3.3.2-жадвални тўлдириш керак бўлади ва унинг қийматини аниқлаб оламиз.

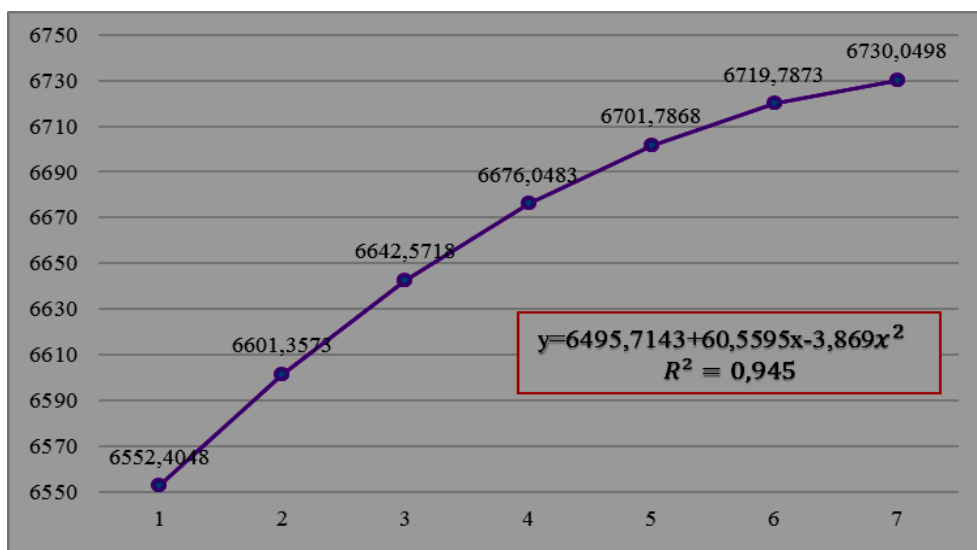
3.3.2-жадвал

i	Y_i	$\tilde{Y}$	$(Y_i - \tilde{Y})^2$	$(Y_i - \bar{Y})^2$
1	6556	6552,4048	12,9255	10935,1777
2	6610	6601,3573	74,6963	2557,4665
3	6610	6642,5718	1060,9222	2557,4665
4	6691	6676,0483	223,5533	925,8997
5	6712	6701,7868	104,3095	2644,9009
6	6720	6719,7873	0,0452	3531,7585
7	6725	6730,0498	25,5005	4151,0445
Σ			1501,9525	27303,7143

$$R^2 = 1 - \frac{1501,9525}{27303,7143} = 0,945$$

Параболик регрессия тенгламасига $X = 8$ қиймат қўйилиб, натижа олинса қуйидаги натижага эришилади: $\tilde{Y} = 6732,5743$. Демак, кейинги кунда (28.10.2016) 6732,5743 минг. сўм миқдорида долларнинг нисбий қийматини Ўзбекистон сўмига нисбатан нисбий қийматини башорат қилар эканмиз. Бу башоратнинг амалга ошиш эҳтимоллиги 94,5 % бўлиши мумкинлиги аниқланади.

Қуйида унинг график кўринишини тасвирлаймиз. Ҳақиқатан ҳам усул номига мос равишда парабола чизиғини ҳосил қилишини кузатишимиз мумкин бўлади(3.3.1-расм).



3.3.1-расм. Чизикли бўлмаган параболик регрессия тенгламаси ва унинг ишончлилик коэффиценти

3.3.1-расм маълумотларидан ҳам чизикли бўлмаган параболик регрессия усули натижалари тўғри ишлаб чиқилганлигини кўришимиз мумкин.

Тренд моделлари асосида ҳар бир кўрсаткич бўйича олинган башоратлар барқарор иқтисодий ўсиш тенденцияларини кўрсатиш билан бирга, ушбу соҳадаги ўзаро боғлиқлик қонуниятларини ҳам изоҳлашга асос яратиб беради(3.3.3-жадвал):

3.3.3 – жадвал

Модел номи	Тенглама кўриниши	Ишончлилик коэффиценти (фоизда)	Кейинги санадаги кутилаётган башорат натижаси (минг.сўм)
Тўғри чизикли регрессия	$\tilde{Y} = 6542,143 + 29,6071X$	89,89	6778,9998
Чизикли бўлмаган параболик регрессия	$\tilde{Y} = 6495,7143 + 60,5595X - 3,869X^2$	94,49	6732,5743

Топилган натижалардан кўриниб турибдики, тўғри чизикли регрессия усулдан кўра, чизикли бўлмаган параболик регрессия усулида ишончлироқлик коэффициентни юқори самара бермоқда.

3.2.1 ва 3.3.1 расмларда ҳосил қилинган тенгламалар графикларини солиштирадиган бўлсак, иккинчи расмдаги график биринчи жадвалда берилган миқдорларга мос қийматларнинг кўпроқ қисмини ўзида мужассамлаштирган.

Демак, чизикли бўлмаган параболик регрессия усули билан ҳисоблаб топилган натижани кейинги кун (28.10.2016)да башорат қилиш мақсадга мувофиқ бўлар экан.

3.4 Масалани ечилиши

Бизга $y(t), t = \overline{1, T}$ вақт қатори кетма-кетлигини башорат қилишда p та $\Lambda_1, \Lambda_2, \dots, \Lambda_p$ таянч алгоритмлар берилган бўлсин. $\Lambda_i(t)$ башорати t вақт моментида $[1, \dots, t-1]$ интервалида мавжуд бўлган маълумотлардан фойдаланиб Λ_i алгоритми билан ҳисобланади.

$a(t)$ алгоритмини таянч алгоритмларнинг чизикли комбинацияси сифатида ифодалаймиз:

$$a(t) = \sum_{i=1}^p \xi_{it} \Lambda_i(t), \quad \sum_{i=1}^p \xi_{it} = 1, \quad t = \overline{1, T}. \quad (3.4.1)$$

t вақт моментида башорат қилиш учун фойдаланиладиган ξ_{it} алгоритмларининг вазнлари олдинги маълумотлар асосида $[1, \dots, t-1]$ интервалда ҳисоблаб чиқилади.

Башоратни ҳисоблашдан олдин, ҳар бир вақтнинг ўзида ўзгариб турадиган бўлса, алгоритм композициясини (3.4.1) динамик равишда мослаштириб борамиз.

Бунда тизим вақт катори учун энг яхши моделларни танлайди.

$$\xi_{it} = \begin{cases} 1, & i = a(t) \geq 0,95, \\ 0, & i \neq a(t) < 0,95. \end{cases} \quad (3.4.2)$$

$$F(\Lambda_1, \Lambda_2, \dots, \Lambda_p) = \begin{cases} \max_{1 \leq x \leq t-1} \cup_{\xi_{it}=1} \Lambda_i \rightarrow opt, \Lambda_i \in a(t), \\ \xi_{it} > 0. \end{cases} \quad (3.4.3)$$

ξ_{it} -коэффициенига қараб, $\Lambda_1, \Lambda_2, \dots, \Lambda_p$ алгоритмлар коэффициенти кайтадан камайиб бориш тартибида белгиланади: $\Lambda_1 \geq \Lambda_2 \geq \dots \geq \Lambda_p$.

3. бўйича хулоса

Юқорида кўриб ўтилган чизиқли коррекциялаш усуллари том маънода бир-бир билан чамбарчарс боғлиқ. Улар ёрдамида натижанинг корректлигини аниқлаш осонлашади. Шунинг учун бу усуллар математик статистиканинг энг кенг тарқалган усуллари сарасига киради. Демак шунга мувофиқ ҳолда юқоридаги усуллар (3.1, 3.2) ёрдамида ҳисобланган динамик маълумотлар ёрдамида ҳисобланган таҳлил натижалари ҳамда кейинги кунда башорат қилинаётган натижа ҳам корректлигини ишончлилиқ коэффициенти кўрсатиб турибди.

Демак, шунга мувофиқ ҳолда коррекциялаш усулларида яъни чизиқ-сиз регрессия усулининг n – даражасидан фойдаланиш мақсадга мувофиқ-лигини чизиқли бўлмаган параболик регрессия усули ҳам кўрсатиб турибди.

4. ДАСТУРИЙ ВОСИТА ВА УНДАН ФОЙДАЛАНИШ ТАРТИБИ

4. асосан қуйидагиларга бағишланади. Чунончи:

1. Дастурий воситанинг функционал тузилмаси
2. Дастурий воситанинг таснифи
3. Дастурий воситадан фойдаланиш тартиби

Дастурий воситасини яратиш давомида қуйидаги дастурий воситалар қўлланилди:

1. Microsoft Visual Studio 2015 (дастурий воситалар пакети)
2. Microsoft SQL Managment Studio 2014 – маълумотлар базаси
3. EntityFramework (6.0.) – .NET фреймворки
4. Microsoft Visual Studio 2015 – C# дастурлаш тили

Энди қисқача **Entity Framework** – .NET фреймворки ҳақида тўхталиб ўтсак. У асосида маълумотлар билан ишлашни таъминловчи махсус объектга йўналтирилган ёндашувни ифодалайди. Агар анъанавий **ADO.NET** воситалари орқали **DB**га уланишлар, **sql**-буйруқлар ва бошқа шу турдаги объектлар орқали **DB** билан ишлаш амалга оширилса, **Entity Framework** орқали юқори даражадаги абстракция ҳосил қилиниб, **DB** ва ундаги маълумотларни сақлагичлар типидан қатъий назар абстракцияни ташкил қилишга имкон яратади [23].

Entity Framework да агар физик даражада биз жадвал, индекс, бирламчи ва иккиламчи калитлар билан иш кўрсак, концептуал даражада объектлар устида амал бажарилади.

Entity Framework - 1.0 версия – **2008** йил яратилган бўлиб, чекли функционалга эга бўлиб, оддий **ORM**ни ва **DB** билан ишлашда фақатгина **Database First** ёндашувни амалга таклиф қилганди.

2010 йилда **4.0** версия яратилгач, ушбу технология **DB** билан ишлашда етакчи технология сифатида ишлатилмоқда. Ушбу версияда

Model First ва **Code First** каби ёндашувлар яратилди.

2012 йилда ишлаб чиқилган **5.0** версияда қўшимча имкониятлар таклиф қилинди. 2013 йилда эса **Entity Framework 6.0** яратилиб, маълумотларга асинхрон доступни таклиф қилади [23].

Entity Framework нинг марказий концепцияси сифатида **элемент** ёки **entity** ишлатилади. **Элемент** – муайян объектни ифодаловчи маълумотлар тўламидан иборат. Шунинг учун ушбу технологияда жадваллар ўрнига объектлар ва уларнинг тўплamlари устида амаллар бажарилади.

Ихтиёрий элемент – худди реал ҳаётдаги объект каби бир қатор хусусиятлардан иборат. Агар элемент инсонни ифодаласа, биз унда **исм, фамилия, бўйи, ёши** ва **оғирлиги** каби хусусиятларни аниқлашимиз мумкин.

Хусусиятлар оддий **int** типига мансуб қийматни ифодаламаслиги ҳам мумкин. Хусусият сифатида мураккаб тузилмага эга бўлган комплекс тузилма ҳам бўлиши мумкин. Ҳар бир элементда бир ёки бир қанча хусусиятлар мавжуд бўлиб, хусусиятлар орасида элементни бир қийматли аниқловчи хусусият ҳам мавжуд бўлади. Ушбу турдаги хусусиятларни **калитлар** деб юритилади [23].

Шунингдек, элементлар бир-бири билан бирга-бир, бирга-кўп ва кўпга-кўп алоқада бўлиши мумкин. Элементлар ўзаро бирламчи ва иккиламчи калитлар орқали боғланади.

Entity Framework нинг муҳим жиҳатларидан бири **DB** маълумотлари устида **LINQ** сўровларини амалга ошириш имконияти ҳисобланади. **LINQ** орқали нафақат **DB**даги жадвалларида сақланаётган маълумотларни, балки турли ассоциатив алоқага эга бўлган объектларни ҳам олишимиз мумкин [23].

Entity Framework нинг асосий тушунчаларидан бири **Entity Data Model** ҳисобланади. Ушбу модел лойиҳадаги элементларга мос классларни **DB**даги жадвалларга мос қўяди.

Entity Data Model учта даражадан иборат: **концептуал, сақлагич** ва **мослаштириш**(маппинг). Концептуал даражада дастурда ишлатиладиган **элемент** класслари аниқланади. Сақлагич даражасида жадваллар, устунлар, жадваллар ва маълумотлар типлари ўртасидаги муносабат аниқланади. Мос қўйиш (маппинг) даражаси юқоридаги иккита даражани ўзаро боғловчи компонент бўлиб, элемент класс хусусиятлари ва жадвал устунлари ўртасида мослик ўрнатилади [23].

Натижада биз лойиҳадаги класслар орқали **DB**даги жадваллар билан ишлашимиз мумкин.

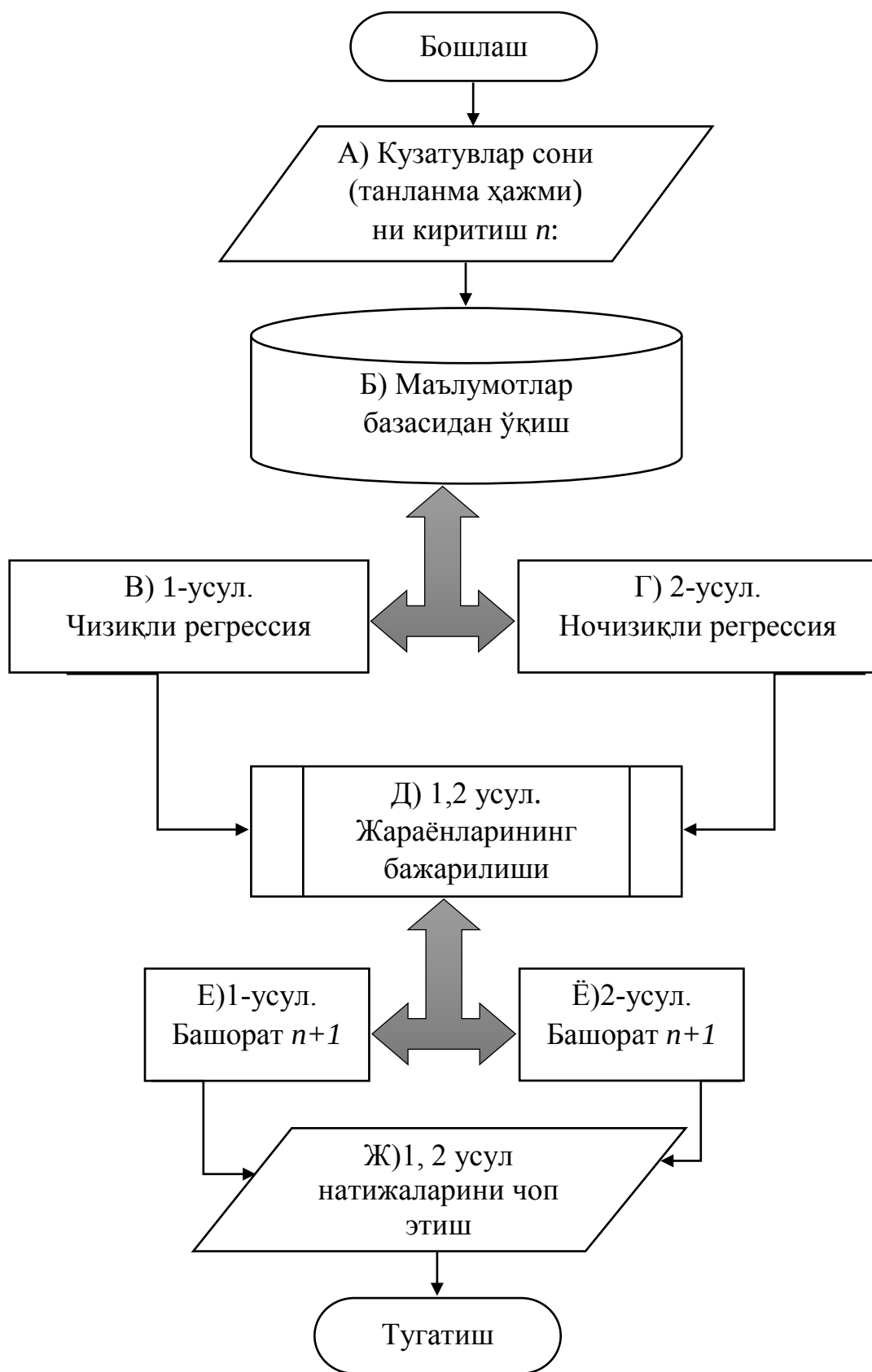
Маълумотлар базаси билан боғланиш усуллари

Entity Framework да **DB** билан ишлашда учта усулдан фойдаланиш мумкин [23]:

- **Database first: Entity Framework** орқали муайян **DB** моделига мос класслар тўплами генерация қилинади;
- **Model first**: дастурчи аввало маълумотлар моделини ҳосил қилади, сўнгра **Entity Framework** серверда реал **DB**ни ҳосил қилади;
- **Code first**: дастурчи **DB**да сақланиши лозим бўлган маълумотлар моделини ҳосил қилади. Сўнгра **Entity Framework** ушбу модел асосида **DB**да мос жадвалларни генерация қилади.

4.1 Дастурий воситанинг функционал тузилмаси

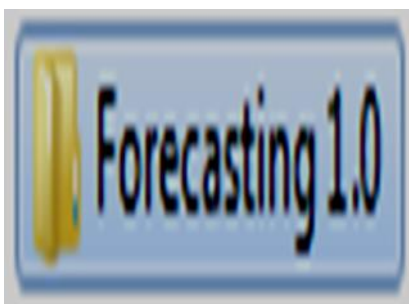
Қуйида дастурий воситанинг функционал моделини кўриб ўтамыз. Дастурий восита xb.uz сайтидаги статистик маълумотлар асосида, маълумотлар базаси Microsoft SQL Managment Studio 2014 дастурида тузилган. 4.1.1 чизмада дастурий воситанинг умумий моделини келтирамыз:



4.1.1-чизма. Дастурий воситанинг умумий модули

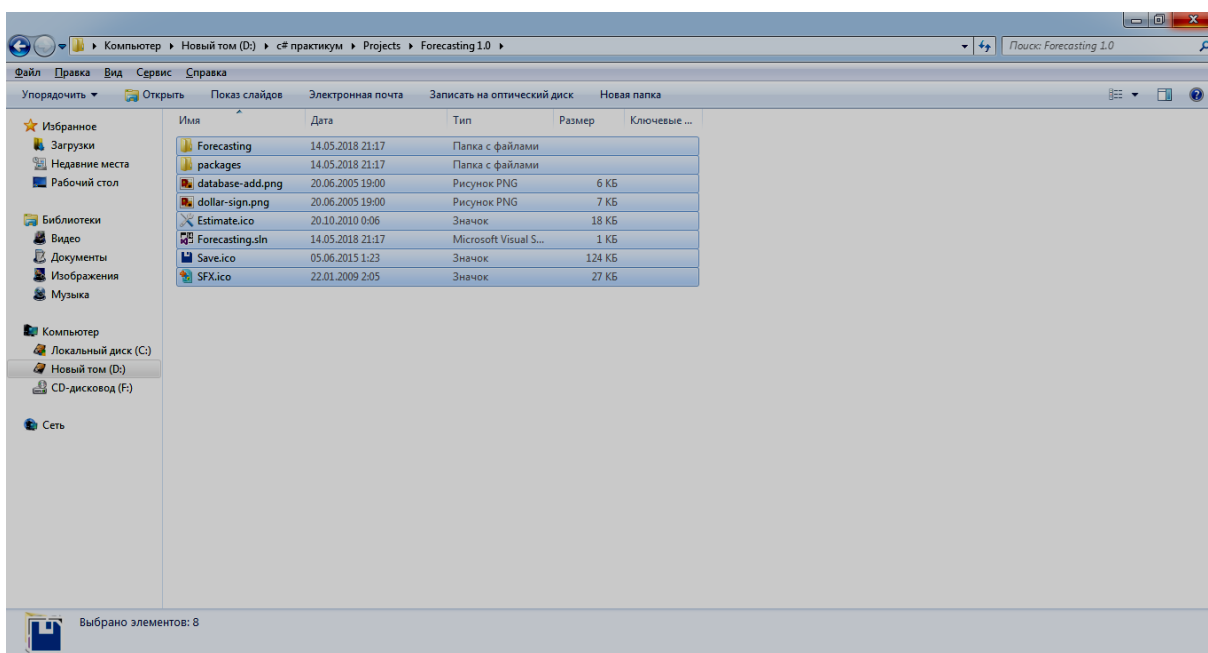
4.2 Дастурий воситанинг таснифи

Башоратлашнинг бир синфи учун алгебраик коррекциялаш усуллари қиёсий таҳлили доир дастурий таъминот Microsoft Visual Studio 2015 – C# дастурлаш муҳотида яратилган бўлиб, танланма ҳажми киритилади (n) ва 4.1.1-расм даги жараёнлар бажарилгандан сўнг ($n+1$) кутилаётган (кутилиши) мумкин бўлган натижаларни акс эттиради. Ушбу дастур қуйидагича ишга туширилади:



– папкасига кириш орқали дастурга кирилади.

Иш столида қуйидаги ойна ҳосил бўлади:

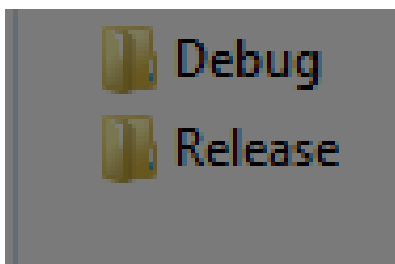


4.2.1-расм. Forecasting папкасида жойлашган файллар ва расмлар рўйхати

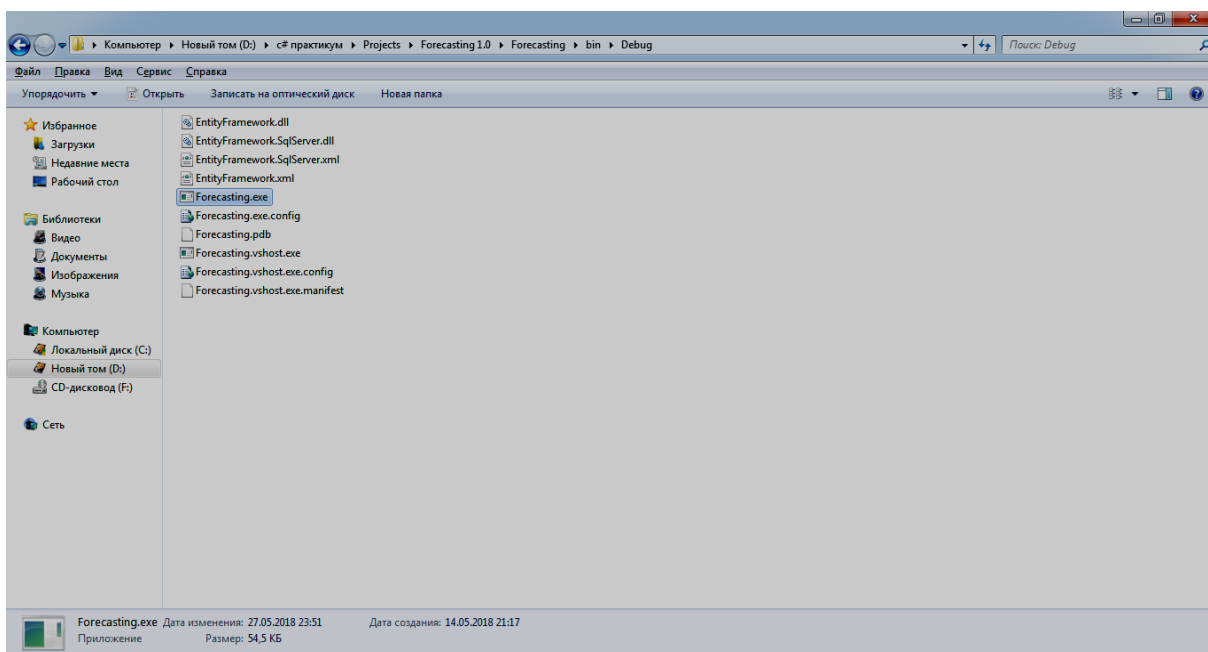
4.2.1-расм даги Forecasting папкасига кирамиз ва ундан



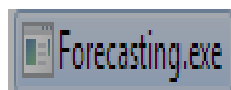
папкасига кирамиз. *bin* папкасида иккита папка жойлашган. Шу ердан



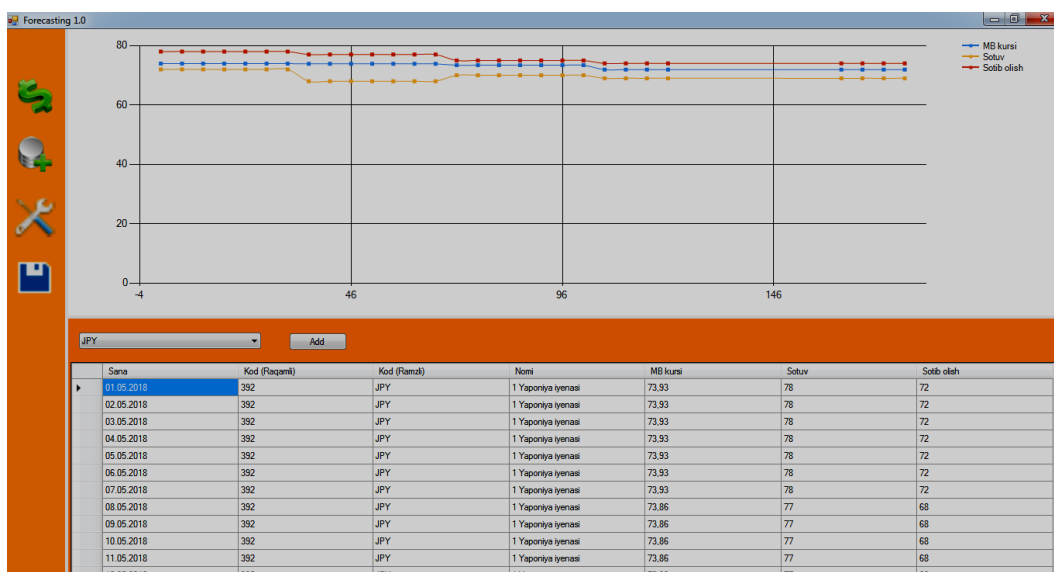
Debug папкаси танланади. У ерда куйидаги файллар жойлашган.



4.2.2-расм. Debug папкасида жойлашган файллар рўйхати



Debug папкасида жойлашган **Forecasting.exe** файли ишга туширилади. Дастурий воситанинг умумий кўриниши куйидаги кўринишда бўлади:



4.2.3-расм. Forecasting 1.0 дастурий воситасининг умумий кўриниши

Forecasting 1.0 дастурий воситаси 4 та қисмдан таркиб топган.

1. Асосий ойна (4.2.3-расм). AddData ойнасидан танланган давлатга мос равишда xb.uz сайти маълумотлари асосида маълумотлар киритиш;

The 'AddData' dialog box contains the following fields and values:

Field	Value
Sana	08.05.2018
MB kursi	8059,24
Sotuv	8060,00
Sotib olish	8000,00
Davlat pul birligi	USD

2. Давлат номларини қўшиш ойнасининг умумий кўриниши

The 'Forecasting 1.0' application window displays the 'Add' dialog box at the top. Below it is a table with three columns: 'Kod (Raqamli)' (Code (Numerical)), 'Kod (Ramzli)' (Code (Symbolic)), and 'Pul birligi' (Currency unit). The table lists several currencies, with the first row highlighted in blue.

Kod (Raqamli)	Kod (Ramzli)	Pul birligi
392	JPY	1 Yaponiya iyenasi
756	CHF	1 Shveysariya franki
826	GBP	1 Angliya funt sterlingi
840	USD	1 AQSh dollari
978	EUR	1 Yevro

Бу ойнадан Add танланади ва қуйидаги маълумотлар киритилади:

AddCountry

Kod (Raqamli) 840

Kod (Ramzli) USD

Pul Birligi 1 AQSh dollari

Add Cancel

3. Жараёнларни бажариш ойнаси (алгоритм ва усулларни акс эттириш ва бир марта ишлатилганда натижани кўрсатиш ойнаси)

Forecasting 1.0

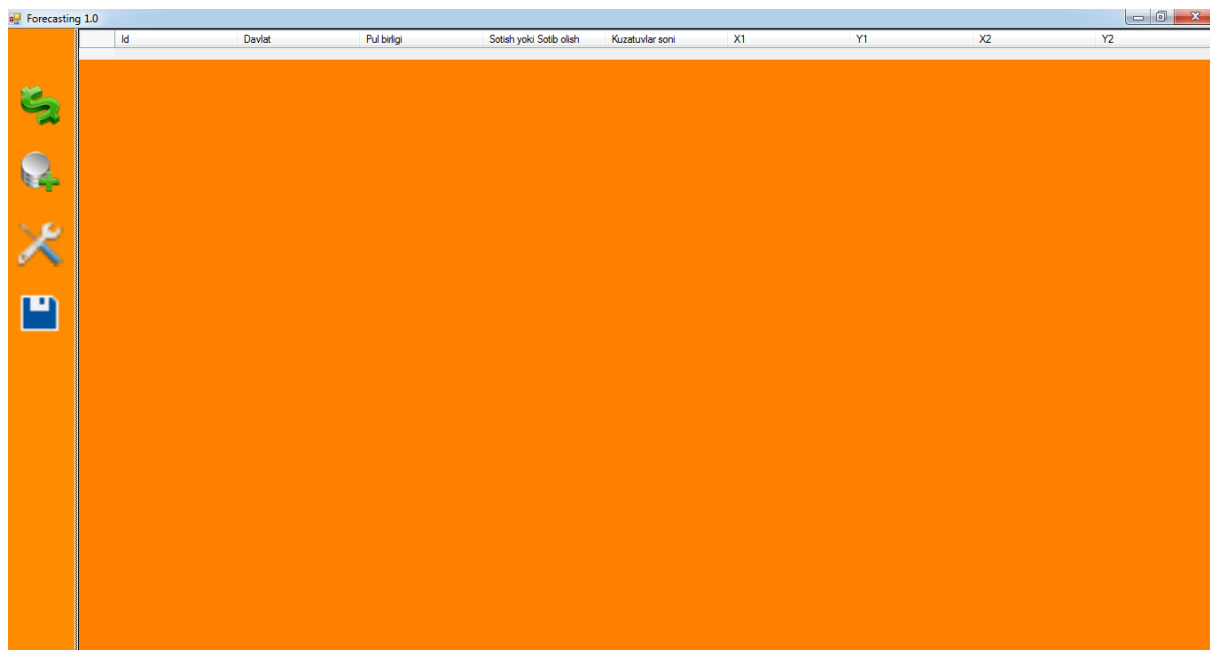
Kuzatuvlar sonini kiriting ☒ Sotuv ☐ Sotib olish JPY

Id	Sana	Sotuv yoki Sotib olish

Bashorat(n+1): Bashorat(n+1):

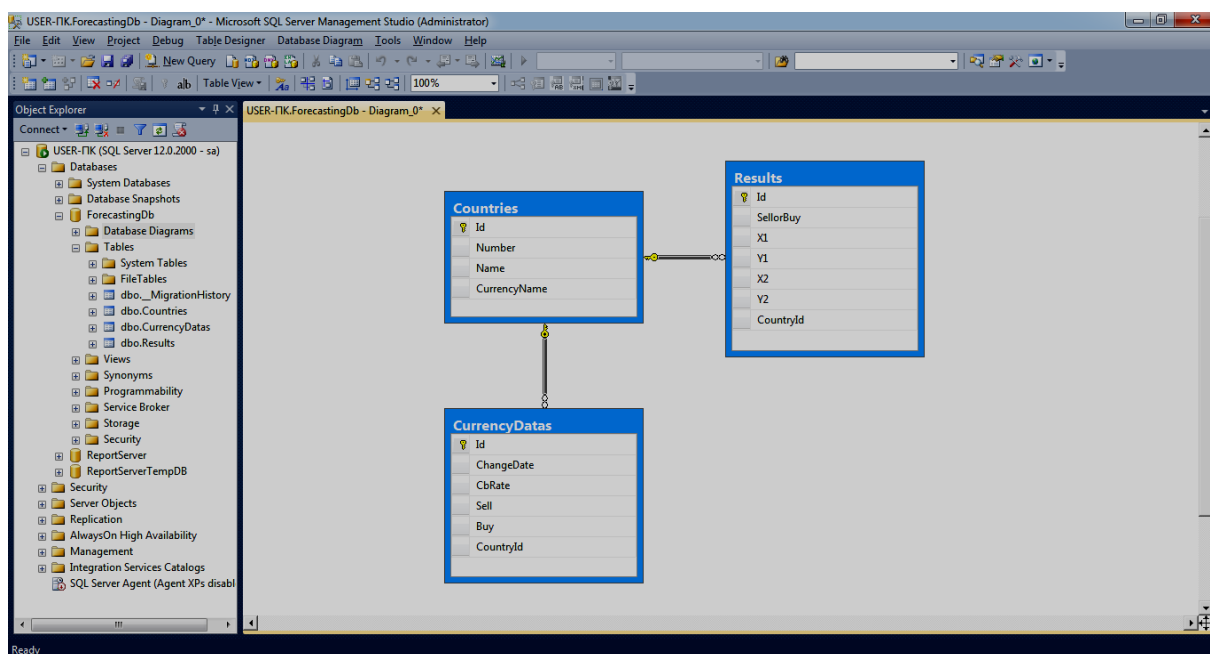
Aniqlik ko'rsatkichi: Aniqlik ko'rsatkichi:

4. Натижаларни сақлаш ойнаси



4.3 Дастурий воситадан фойдаланиш тартиби

Дастурий воситанинг асосий функционал қисмини жараёнларни бажариш бандини ўзида ақс эттиради. Натижаларни ақс эттиришда маълумотлар базасидан керакли миқдорни ўқийди. Маълумотлар базаси куйидаги кўринишда ташкил этилиб, жадваллар ўзаро $1:n$ тарзда боғланган (4.3.1-расм).



4.3.1-расм. ForecastingDb маълумотлар базасида боғланган жадвалларнинг умумий кўриниши

ForecastingDb маълумотлар базасида 3 та ўзаро боғланган жадвалларда маълумотлар сақланади (Countries, CurrencyDatas, Results). Қуйида CurrencyDatas жадвалида сақланаётган маълумотларни келтириб ўтамиз:

Id	ChangeDate	CbRate	Sell	Buy	CountryId
1	01.05.2018	73,93	78	72	1
2	01.05.2018	8167,02	8267	8067	2
3	01.05.2018	11119,59	11220	11020	3
4	01.05.2018	8068,2	8070	8030	4
5	01.05.2018	9785,11	9885	9685	5
6	02.05.2018	73,93	78	72	1
7	02.05.2018	8167,02	8267	8067	2
8	02.05.2018	11119,59	11220	11020	3
9	02.05.2018	8068,2	8070	8030	4
10	02.05.2018	9785,11	9885	9685	5
11	03.05.2018	73,93	78	72	1
12	03.05.2018	8167,02	8267	8067	2
13	03.05.2018	11119,59	11220	11020	3
14	03.05.2018	8068,2	8070	8030	4
15	03.05.2018	9785,11	9885	9685	5
16	04.05.2018	73,93	78	72	1
17	04.05.2018	8167,02	8267	8067	2
18	04.05.2018	11119,59	11220	11020	3
19	04.05.2018	8068,2	8070	8030	4
20	04.05.2018	9785,11	9885	9685	5
21	05.05.2018	73,93	78	72	1
22	05.05.2018	8167,02	8267	8067	2
23	05.05.2018	11119,59	11220	11020	3
24	05.05.2018	8068,2	8070	8030	4

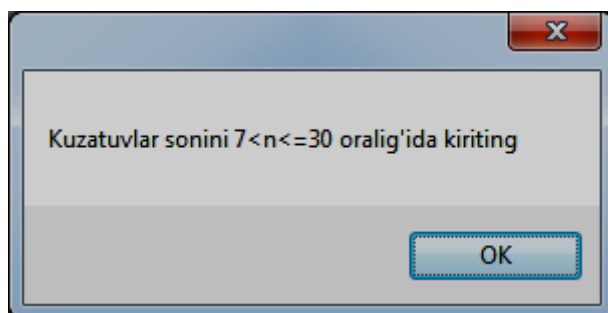
4.3.2-расм. ForecastingDb маълумотлар базасидаги CurrencyDatas жадвалида сақланаётган маълумотлар

Маълумотлар базаси эса xb.uz сайти маълумотлари асосида тўлдирилади(4.3.3-расм)[25].

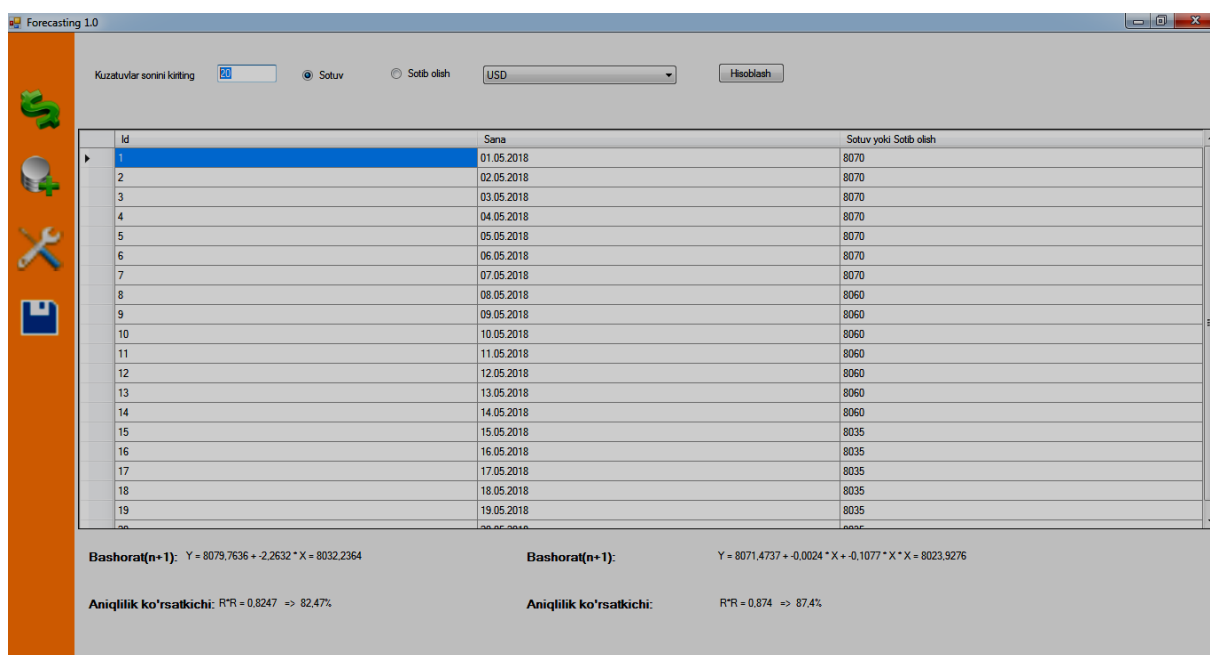
Code	MB kursi	Sotuv	Sotib olish
392 JPY 1 Yaponiya iyenasi	73,86	77,00	68,00
756 CHF 1 Shveytsariya franki	8 063,27	8 165,00	7 965,00
826 GBP 1 Angliya funt sterlingi	10 919,46	11 020,00	10 820,00
840 USD 1 AQSh dollari	8 059,24	8 060,00	8 000,00
978 EUR 1 Yevro	9 638,85	9 740,00	9 540,00

4.3.3-расм. xb.uz расмий веб сайти

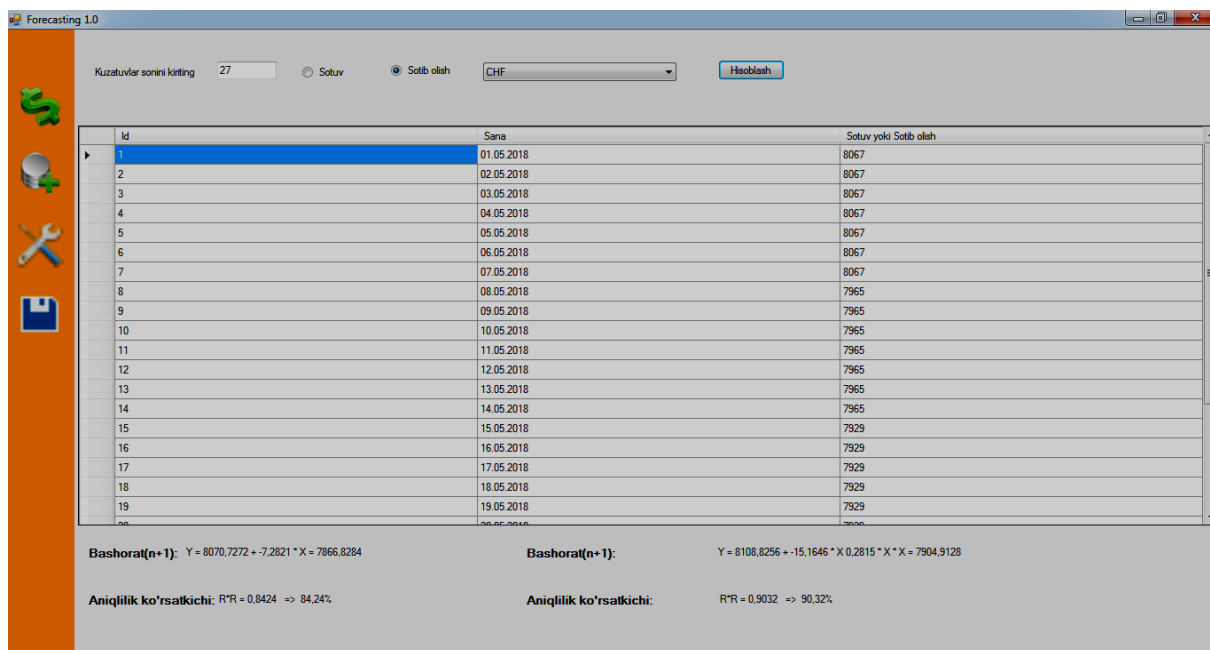
Forecasting 1.0 дастурий воситадаги асосий жараёнларни 3-қисм амалга оширилади. Кузатувлар сони киритилади, сотув ёки сотиб олиш, давлат номи танланади ҳамда Ҳисоблаш тугмаси босилади. Агар кузатувлар жуда кам ёки кўп миқдорда киритилса қуйидаги хабар ойнаси пайдо бўлади(4.3.4-расм).



4.3.4-расм. Кузатувлар сонини текшириш



4.3.5-расм. Сотув ҳамда АҚШ давлати пул бирлиги танланиб ҳосил қилинган ҳисоблашлар натижаси



4.3.6-расм. Сотиб олиш ҳамда Швецария давлати танланган ҳолат бўйича ҳисоблашлар натижаси

Олинган бир неча мартадаги натижалар қуйидаги (4-қисм) ойнада кўрсатилади(4.3.6-расм) ва Results жадвалида сақланади(4.3.7-расм).

Id	Devlat	Pul belgi	Sotish yoki Sotib olish	Kuzatuvlar soni	X1	Y1	X2	Y2
1	JPY	1 Yaponiya iyenasi	Sotuv	12	76,7877	73.42	76,5302	76.92
2	JPY	1 Yaponiya iyenasi	Sotib olish	15	67.2	61.25	68,2881	65.41
3	CHF	1 Shveytsariya franki	Sotuv	23	8079.2688	84.66	8107.9884	88.13
4	CHF	1 Shveytsariya franki	Sotib olish	20	7892.7477	83.47	7915.7554	85.77
5	GBP	1 Angliya funt sterlingi	Sotuv	15	10944.2667	77.65	10953.4494	77.76
6	GBP	1 Angliya funt sterlingi	Sotib olish	22	10684.3636	79.32	10730.6548	81.93
7	GBP	1 Angliya funt sterlingi	Sotuv	8	11119.9999	33.33	10995.0024	66.67
8	USD	1 AQSh dollari	Sotuv	17	8040.4045	72.92	8028.8147	85.35
9	USD	1 AQSh dollari	Sotib olish	19	7971.4035	87.95	7971.4034	87.95
10	EUR	1 Yevro	Sotuv	21	9645.5003	80.45	9690.652	85.3
11	EUR	1 Yevro	Sotib olish	21	9445.5003	80.45	9490.652	85.3
12	EUR	1 Yevro	Sotib olish	21	9445.5003	80.45	9490.652	85.3
13	JPY	1 Yaponiya iyenasi	Sotuv	9	77,1943	52.5	76,4977	80.91
14	JPY	1 Yaponiya iyenasi	Sotib olish	9	68,7776	52.5	66,0017	80.91
15	JPY	1 Yaponiya iyenasi	Sotib olish	9	68,7776	52.5	66,0017	80.91
16	CHF	1 Shveytsariya franki	Sotuv	18	8099.9016	83.83	8111.3963	84.4
17	CHF	1 Shveytsariya franki	Sotib olish	18	7899.9016	83.83	7911.3963	84.4
18	CHF	1 Shveytsariya franki	Sotib olish	18	7899.9016	83.83	7911.3963	84.4
19	USD	1 AQSh dollari	Sotib olish	22	7959.9598	86.31	7957.2954	86.51
20	GBP	1 Angliya funt sterlingi	Sotib olish	16	10733.8501	78.78	10754.3621	79.32
21	GBP	1 Angliya funt sterlingi	Sotuv	16	10933.8501	78.78	10954.3621	79.32
22	USD	1 AQSh dollari	Sotuv	28	7995.5561	88.8	7982.4343	92.59
23	USD	1 AQSh dollari	Sotuv	25	8005.9494	84.69	7988.6927	92.67
24	USD	1 AQSh dollari	Sotib olish	25	7942.0996	89.9	7933.1469	91.31
25	USD	1 AQSh dollari	Sotib olish	24	7947.1017	88.58	7938.5008	90
26	EUR	1 Yevro	Sotuv	11	9721.5457	70	9660.026	78.97
27	EUR	1 Yevro	Sotib olish	11	9521.5457	70	9460.026	78.97
28	GBP	1 Angliya funt sterlingi	Sotuv	25	10826.5006	85.51	10847.7543	85.95
29	GBP	1 Angliya funt sterlingi	Sotuv	26	10812.8981	86.65	10835.1067	87.11
30	GBP	1 Angliya funt sterlingi	Sotib olish	26	10612.8981	86.65	10635.1067	87.11

4.3.6-расм. Натижалар акс эттирилган ойна

Id	SellerBuy	ObserveNumber	X1	Y1	X2	Y2	CountryId
1	Sotuv	12	76,7877	73,42	76,5302	76,92	1
2	Sotib olish	15	67,2	61,250000000000...	68,2881	65,41	1
3	Sotuv	23	8079,2688	84,66	8107,9884	88,13	2
4	Sotib olish	20	7892,7477	83,47	7915,7554	85,77	2
5	Sotuv	15	10944,2667	77,649999999999...	10953,4494	77,759999999999...	3
6	Sotib olish	22	10684,3636	79,320000000000...	10730,6548	81,93	3
7	Sotuv	8	11119,9999	33,33	10995,0024	66,67	3
8	Sotuv	17	8040,4045	72,92	8028,8147	85,350000000000...	4
9	Sotib olish	19	7971,4035	87,949999999999...	7971,4034	87,949999999999...	4
10	Sotuv	21	9645,5003	80,45	9690,652	85,3	5
11	Sotib olish	21	9445,5003	80,45	9490,652	85,3	5
12	Sotib olish	21	9445,5003	80,45	9490,652	85,3	5
13	Sotuv	9	77,1943	52,5	76,4977	80,910000000000...	1
14	Sotib olish	9	68,7776	52,5	66,0017	80,910000000000...	1
15	Sotib olish	9	68,7776	52,5	66,0017	80,910000000000...	1
16	Sotuv	18	8099,9016	83,83	8111,3963	84,399999999999...	2
17	Sotib olish	18	7899,9016	83,83	7911,3963	84,399999999999...	2
18	Sotib olish	18	7899,9016	83,83	7911,3963	84,399999999999...	2
19	Sotib olish	22	7959,9998	86,31	7957,2954	86,509999999999...	4
20	Sotib olish	16	10733,8501	78,78	10754,3621	79,320000000000...	3
21	Sotuv	16	10933,8501	78,78	10954,3621	79,320000000000...	3
22	Sotuv	28	7995,5561	88,8	7982,4343	92,589999999999...	4
23	Sotuv	25	8005,9494	84,69	7988,6927	92,67	4
24	Sotib olish	25	7942,0996	89,9	7933,1469	91,31	4

4.3.7-расм. Натижалар сақланадиган Results жадвали

4. бўйича хулоса

Бунда асосан дастурий восита (Forecasting 1.0) тўғрисида умумий маълумотлар бериб ўтилди. Дастурий восита 1., 2., 3. лар асосида яратилди. Шу билан биргаликда дастурий восита ёрдамида натижалар олинди ва ўзаро қиёсий таҳлил қилинди, маълумотлар базаси яратилди.

ХУЛОСА

Магистрлик диссертациясида қаралган масалалардан қуйидаги натижалар ва хулосаларга келамиз:

1. Башоратлаш алгоритмларининг бир синфи учун алгебраик коррекциялаш усулларининг қиёсий таҳлили масаласига доир башоратлашда қўлланиладиган асосий тамойиллар, айрим функция ва усуллар, чизикли коррекция усуллари таҳлили келтирилди;

2. Масаланинг қўйилиши ва ишнинг мақсади белгилаб олинди, башоратлашда жуда кўп қўлланиладиган тушунчаларнинг таърифлари келтирилди;

3. Алгебраик коррекцияловчи алгоритмлар ўрганилди. Шулардан чизикли (биринчи даражали) ва ночизикли (иккинчи даражали) регрессия усуллари танлаб олинди;

4. Алгоритмларнинг ишлаш жараёни мисолда тушунтирилди;

5. Алгоритмлар асосида математик модел (блок-схема) яратилди;

6. Математик модел асосида C# дастурлаш тилида дастурий восита ишлаб чиқилди;

7. Дастурий восита мисолларда синовдан ўтказилди ва олинган натижалар C# дастурлаш тилида тузилган дастурнинг тўғри ишлашини кўрсатди;

8. Биринчи ва иккинчи тартибли регрессия усуллари ўзаро қиёсий таҳлил қилинди;

9. Биринчи тартибли регрессия усулидан кўра иккинчи тартибли регрессия усулида аниқроқ(юқорироқ) башорат қилиш эҳтимоллиги аниқланди;

10. Дастурий воситани статистик маълумотларга таянган ҳолда таянган ҳолда корхоналарнинг даромадлари, солиқ тушумлари, тадбиркорлик субъектлари даромадлари ва аҳоли даромадлари истиқболини аниқлаш ва ҳ.к. ларни баҳолашда хизмат қилади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Ш.Мирзиёев Миллий тараққиёт йўлимизни қатъият билан давом эттириб, янги босқичга кўтарамиз. Тошкент – «ЎЗБЕКИСТОН» – 2017, 596 б.
2. К.Д.Льюис Методы прогнозирования экономических показателей. – Москва, «Финансы и статистика», 1986.
3. Е.М.Четыркин Статистическое методы прогнозирования. – Москва, “Статистика”, 1975.
4. Исмоилов А.А., Ишназаров А.И. Иқтисодий таҳлилнинг математик усуллари ва башоратлаш. –Т.: ТДИУ, 2007.
5. О., Исмоилов А., Ишназаров А. Иқтисодий-математик усуллар. – Т.: ТДИУ, 2005.
6. Абдуллаев А., Исмоилов А., Ишназаров А. Компьютерные технологии в решении экономических задач. – Т.: ТГЭУ, 2005.
7. Эконометрика. /Под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Финансы и статистика, 2004.
8. Захарченко А.И. Бизнес статистика и прогнозирование в MS EXCEL. – М., 2004.
9. Егоров В.В., Парсаданов Г.А. Прогнозирование национальной экономики. – М., 2001.
10. Кулинич Е.И. Эконометрия. – М.: Финансы и статистика, 2001.
11. Владимирова Л.И. Прогнозирование и планирование в условиях рынка. – М., 2000.
12. Замков О.О. Математические методы и модели. – М.: ДиС, 2005.
13. Эконометрика. /Под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Финансы и статистика, 2004.
14. Кремер Н.Ш., Путко Б.А. Эконометрика. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002.
15. Замков О.О., Толстопятенко А.В., Черемных Ю.Н. Математические методы в экономике: Учебное пособие. МГУ. -М.: Дело и Сервис. 2006.

16. Количественные методы в экономических исследованиях: Учебник для вузов. /Под ред. М.В.Грачевой и др. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004.
17. Беленький И.З. Количественный анализ в экономических исследованиях. -М.: 2002.
18. Росленский В.З. Количественный анализ в моделях экономики. -М.: МГУ, 2002.
19. Гореева Н.М., Демидова Л.Н., Клозогуб Л.М. и другие. Эконометрика: учебное пособие.// М.: Эксмо, 2008. -224 с.
20. Беркинов Х., Беркинова А., Султонов Б., Холдоров Х. Иқтисодий масалаларда корреляцион-регрессион таҳлил моделлари тадбиқи.// Ўқув-услугий қўлланма. Тошкент. «IQTISOD-MOLIYA». 2008. 108 б.
21. Насритдинов Г. Эконометрика. // Ўқув қўлланма. «IQTISOD-MOLIYA». 2008. 252 б.
22. Пак Т.В., Еремеева Я.И. Эконометрика. Учебное пособие. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2009. -70 с.
23. Элов Б.Б. Entity Framework 6. //Ўқув-услугий қўлланма. Тошкент. 2016. 168 б.
24. <http://uza.uz/oz/politics/akhborot-kommunikatsiya-tekhnologiyalari-so-asi-rivozhiga-ba-09-01-2018>
25. <http://xb.uz/uz/interactive/rates>

ИЮБА

Results.cs

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel.DataAnnotations;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
namespace Forecasting.Core
{
    public class Result
    {
        [Key]
        public int Id { get; set; }
        public string SellorBuy { get; set; }
        public int ObserveNumber { get; set; }
        public double X1 { get; set; }
        public double Y1 { get; set; }
        public double X2 { get; set; }
        public double Y2 { get; set; }
        public int CountryId { get; set; }
        public virtual Country Country { get; set; }
    }
}
```

ResultControl.cs

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Drawing;
using System.Data;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;
using Forecasting.Core;
namespace Forecasting.Controllers{
    public partial class ResultControl : UserControl{
        public ResultControl(){
            InitializeComponent();
            dataGridView1.AutoSize = true;
            dataGridView1.AutoSizeColumnsMode = DataGridViewAutoSizeColumnsMode.Fill;
        }
        private void ResultControl_Load(object sender, EventArgs e){
            using (var db = new ApplicationDbContext()){
                foreach (var item in db.Results){
                    dataGridView1.Rows.Add(
                        item.Id,
                        item.Country.Name,
                        item.Country.CurrencyName,
                        item.SellorBuy,
                        item.ObserveNumber,
                        item.X1,
                        item.Y1,
                        item.X2,
                        item.Y2
                    );
                }
            }
        }
    }
}
```


Country.cs

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel.DataAnnotations;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
namespace Forecasting.Core{
    public class Country{
        [Key]
        public int Id { get; set; }
        public int Number { get; set; }
        public string Name { get; set; }
        public string CurrencyName { get; set; }
    }
}
```

CountryControl.cs

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Drawing;
using System.Data;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;
using Forecasting.Controllers.Data;
using Forecasting.Core;
namespace Forecasting.Controllers{
    public partial class CountryControl : UserControl{
        public CountryControl(){
            InitializeComponent();
            dataGridView1.AutoSize = true;
            dataGridView1.AutoSizeColumnsMode = DataGridViewAutoSizeColumnsMode.Fill;
        }
        private void btnAdd_Click(object sender, EventArgs e){
            AddCountry data = new AddCountry();
            data.ShowDialog();
            Refresh();
        }
        private void CountryControl_Load(object sender, EventArgs e){
            Refresh();
        }
        public void Refresh(){
            dataGridView1.Rows.Clear();
            using (var db = new ApplicationDbContext()){
                foreach (var item in db.Countries){
                    dataGridView1.Rows.Add(
                        item.Number,
                        item.Name,
                        item.CurrencyName
                    );
                }
            }
        }
    }
}
```

CurrencyData.cs code

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel.DataAnnotations;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
namespace Forecasting.Core{
    public class CurrencyData{
        [Key]
        public int Id { get; set; }
        public string ChangeDate { get; set; }
        public double CbRate { get; set; }
        public double Sell { get; set; }
        public double Buy { get; set; }
        public int CountryId { get; set; }
        public virtual Country Country { get; set; }
    }
}
```

CurrencyDataExtra.cs

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
namespace Forecasting.Core{
    public class CurrencyDataExtra{
        public int Id { get; set; }
        public string CbRate { get; set; }
        public double SellorBuy { get; set; }
    }
}
```

ApplicationDbContext.cs

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Data.Entity;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;

namespace Forecasting.Core
{
    public class ApplicationDbContext : DbContext
    {
        public ApplicationDbContext()
            : base("NewConnection")
        {
        }

        public DbSet<CurrencyData> CurrencyDatas { get; set; }
        public DbSet<Country> Countries { get; set; }
        public DbSet<Result> Results { get; set; }
    }
}
```

CalculationControl.cs

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Drawing;
using System.Data;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;
using Forecasting.Core;
namespace Forecasting.Controllers{
    public partial class CalculationControl : UserControl{
        public List<CurrencyDataExtra> list = new List<CurrencyDataExtra>();
        public Result result = new Result();
        public CalculationControl(){
            InitializeComponent();
            dataGridView1.AutoSize = true;
            dataGridView1.AutoSizeColumnsMode = DataGridViewAutoSizeColumnsMode.Fill;
        }
        private void CalculationControl_Load(object sender, EventArgs e){
            radioButton1.Checked = true;
            using (var db = new ApplicationDbContext()){
                foreach (var item in db.Countries){
                    cmbCountry.Items.Add(item.Name);
                }
                if (cmbCountry.Items.Count != 0){
                    cmbCountry.SelectedIndex = 0;
                }
            }
        }
        public void RefreshDataGridView(){
            foreach (var item in list){
                dataGridView1.Rows.Add(
                    item.Id,
                    item.CbRate,
                    item.SellorBuy
                );
            }
        }
        private void btnCalc_Click(object sender, EventArgs e){
            if (txtNumber.Text == "" || txtNumber.Text == null){
                return;
            }
            int n = int.Parse(txtNumber.Text);
            if (n > 7 && n <= 30){
                dataGridView1.Rows.Clear();
                list.Clear();
                ChangeObject();
                RefreshDataGridView();
                using (var db = new ApplicationDbContext()){
                    result.CountryId = (from d in db.Countries
                                      where d.Name == cmbCountry.Text
                                      select d.Id).FirstOrDefault();
                    if (radioButton1.Checked == true){
                        MethodLinearRegression();
                        MethodNoLinearRegression();
                        result.SellorBuy = "Sotuv";
                    }
                    else{
                        MethodTwoLinearRegression();
                        MethodTwoNoLinearRegression();
                        result.SellorBuy = "Sotib olish";
                    }
                }
            }
        }
    }
}

```

```

        }
        db.Results.Add(result);
        db.SaveChanges();
    }
}
else{
    MessageBox.Show("Kuzatuvlar sonini 7 yoki 30 oralig'ida kiriting ");
}
}
public void ChangeObject(){
    using (var db = new ApplicationDbContext()){
        int n = int.Parse(txtNumber.Text);
        var query = (from d in db.CurrencyDatas
                     where d.Country.Name == cmbCountry.Text
                     select d
                     ).Take(n);

        int id = 1;
        foreach (var item in query){
            if (radioButton1.Checked == true){
                list.Add(new CurrencyDataExtra{
                    CbRate = item.ChangeDate,
                    Id = id++,
                    SellorBuy = item.Sell
                });
            }
            else{
                list.Add(new CurrencyDataExtra{
                    CbRate = item.ChangeDate,
                    Id = id++,
                    SellorBuy = item.Buy
                });
            }
        }
    }
}

public void MethodLinearRegression(){
    int n = int.Parse(txtNumber.Text);
    double A = 0;
    double B = 0;
    double C = 0;
    double D = 0;
    foreach (var item in list){
        A += item.Id * item.SellorBuy;
        B += item.Id;
        C += item.SellorBuy;
        D += item.Id * item.Id;
    }
    double b1 = Math.Round((n * A - B * C) * 1.0 / (n * D - B * B), 4);
    double b0 = Math.Round((C - b1 * B) * 1.0 / n, 4);
    double F = 0;
    double E = 0;
    foreach (var item in list){
        F += Math.Round((item.SellorBuy - (b0 + b1 * item.Id)) *
            (item.SellorBuy - (b0 + b1 * item.Id)), 4);
        E += Math.Round((item.SellorBuy - C * 1.0 / n) * (item.SellorBuy - C *
            1.0 / n), 4);
    }
    double Y = Math.Round(b0 + b1 * (n + 1), 4);
    double R2 = Math.Round(1 - (F * 1.0 / E), 4);
    result.ObserveNumber = n;
    result.X1 = Y;
    result.Y1 = R2 * 100.0;
}

```

```

        lblForecasting1.Text = "Y = " + b0.ToString() + " + " + b1.ToString() + "
* X = " + Y.ToString();
        lblPercent1.Text = "R*R = " + R2.ToString() + "    => " + (R2 *
100).ToString() + "%";
    }
    public void MethodNoLinearRegression(){
        int n = int.Parse(txtNumber.Text);
        double A = 0;
        double B = 0;
        double C = 0;
        double D = 0;
        double H = 0;
        double G = 0;
        double P = 0;
        foreach (var item in list){
            A += item.Id;
            B += item.Id * item.Id;
            C += item.SellorBuy;
            D += item.Id * item.Id * item.Id;
            H += item.Id * item.SellorBuy;
            G += item.Id * item.Id * item.Id * item.Id;
            P += item.Id * item.Id * item.SellorBuy;
        }
        double d;
        double dx1;
        double dx2;
        double dx3;
        double b0;
        double b1;
        double b2;
        d = ((n * B * G) + (A * D * B) + (B * A * D)) - ((B * B * B) + (A * A * G)
+ (n * D * D));
        dx1 = ((C * B * G) + (A * D * P) + (B * H * D)) - ((B * B * P) + (A * H *
G) + (C * D * D));
        dx2 = ((n * H * G) + (C * D * B) + (B * A * P)) - ((B * H * B) + (C * A *
G) + (n * D * P));
        dx3 = ((n * B * P) + (A * H * B) + (C * A * D)) - ((C * B * B) + (A * A *
P) + (n * H * D));
        b0 = Math.Round(dx1 / d, 4);
        b1 = Math.Round(dx2 / d, 4);
        b2 = Math.Round(dx3 / d, 4);
        double F = 0;
        double E = 0;
        foreach (var item in list){
            F += Math.Round((item.SellorBuy - (b0 + b1 * item.Id + b2 * item.Id *
item.Id)) * (item.SellorBuy - (b0 + b1 * item.Id + b2 * item.Id * item.Id)), 4);
            E += Math.Round((item.SellorBuy - C * 1.0 / n) * (item.SellorBuy - C *
1.0 / n), 4);
        }
        double Y = Math.Round(b0 + b1 * (n + 1) + b2 * (n + 1) * (n + 1), 4);
        double R2 = Math.Round(1 - (F * 1.0 / E), 4);
        result.ObserveNumber = n;
        result.X2 = Y;
        result.Y2 = R2 * 100.0;
        lblForecasting2.Text = "Y = " + b0.ToString() + " + " + b1.ToString() + "
* X + " + b2.ToString() + " * X * X = " + Y.ToString();
        lblPercent2.Text = "R*R = " + R2.ToString() + "    => " + (R2 *
100).ToString() + "%";
    }
    public void MethodTwoLinearRegression(){
        int n = int.Parse(txtNumber.Text);
        double A = 0;
        double B = 0;

```

```

double C = 0;
double D = 0;
foreach (var item in list){
    A += item.Id * item.SellorBuy;
    B += item.Id;
    C += item.SellorBuy;
    D += item.Id * item.Id;
}
double b1 = Math.Round((n * A - B * C) * 1.0 / (n * D - B * B), 4);
double b0 = Math.Round((C - b1 * B) * 1.0 / n, 4);
double F = 0;
double E = 0;
foreach (var item in list){
    F += Math.Round((item.SellorBuy - (b0 + b1 * item.Id)) *
(item.SellorBuy - (b0 + b1 * item.Id)), 4);
    E += Math.Round((item.SellorBuy - C * 1.0 / n) * (item.SellorBuy - C *
1.0 / n), 4);
}
double Y = Math.Round(b0 + b1 * (n + 1), 4);
double R2 = Math.Round(1 - (F * 1.0 / E), 4);
result.ObserveNumber = n;
result.X1 = Y;
result.Y1 = R2 * 100.0;
lblForecasting1.Text = "Y = " + b0.ToString() + " + " + b1.ToString() + "
* X = " + Y.ToString();
lblPercent1.Text = "R*R = " + R2.ToString() + " => " + (R2 *
100).ToString() + "%";
}
public void MethodTwoNoLinearRegression(){
    int n = int.Parse(txtNumber.Text);
    double A = 0;
    double B = 0;
    double C = 0;
    double D = 0;
    double H = 0;
    double G = 0;
    double P = 0;
    foreach (var item in list){
        A += item.Id;
        B += item.Id * item.Id;
        C += item.SellorBuy;
        D += item.Id * item.Id * item.Id;
        H += item.Id * item.SellorBuy;
        G += item.Id * item.Id * item.Id * item.Id;
        P += item.Id * item.Id * item.SellorBuy;
    }
    double d;
    double dx1;
    double dx2;
    double dx3;
    double b0;
    double b1;
    double b2;
    d = ((n * B * G) + (A * D * B) + (B * A * D)) - ((B * B * B) + (A * A * G)
+ (n * D * D));
    dx1 = ((C * B * G) + (A * D * P) + (B * H * D)) - ((B * B * P) + (A * H *
G) + (C * D * D));
    dx2 = ((n * H * G) + (C * D * B) + (B * A * P)) - ((B * H * B) + (C * A *
G) + (n * D * P));
    dx3 = ((n * B * P) + (A * H * B) + (C * A * D)) - ((C * B * B) + (A * A *
P) + (n * H * D));
    b0 = Math.Round(dx1 / d, 4);
    b1 = Math.Round(dx2 / d, 4);

```

```

        b2 = Math.Round(dx3 / d, 4);
        double F = 0;
        double E = 0;
        foreach (var item in list){
            F += Math.Round((item.SellorBuy - (b0 + b1 * item.Id + b2 * item.Id *
item.Id)) * (item.SellorBuy - (b0 + b1 * item.Id + b2 * item.Id * item.Id)), 4);
            E += Math.Round((item.SellorBuy - C * 1.0 / n) * (item.SellorBuy - C *
1.0 / n), 4);
        }
        double Y = Math.Round((b0 + b1 * (n + 1) + b2 * (n + 1) * (n + 1)), 4);
        double R2 = Math.Round((1 - (F * 1.0 / E)), 4);
        result.ObserveNumber = n;
        result.X2 = Y;
        result.Y2 = R2 * 100.0;
        lblForecasting2.Text = "Y = " + b0.ToString() + " + " + b1.ToString() + "
* X " + b2.ToString() + " * X * X = " + Y.ToString();
        lblPercent2.Text = "R*R = " + R2.ToString() + " => " + (R2 *
100).ToString() + "%";
    }
}
}

```

MainControl.cs

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Drawing;
using System.Data;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;
using Forecasting.Core;
using Forecasting.Controllers.Data;
namespace Forecasting.Controllers{
    public partial class MainControl : UserControl{
        public MainControl(){
            InitializeComponent();
            dataGridView1.AutoSize = true;
            dataGridView1.AutoSizeColumnsMode = DataGridViewAutoSizeColumnsMode.Fill;
        }
        private void MainControl_Load(object sender, EventArgs e){
            using (var db = new ApplicationDbContext()){
                foreach (var item in db.Countries){
                    cmbCountry.Items.Add(item.Name);
                }
                if (cmbCountry.Items.Count != 0){
                    cmbCountry.SelectedIndex = 0;
                }
            }
        }
        private void cmbCountry_SelectedIndexChanged(object sender, EventArgs e){
            using (var db = new ApplicationDbContext()){
                List<double> x = new List<double>();
                List<double> y = new List<double>();
                List<double> z = new List<double>();
                List<double> k = new List<double>();
                var query = from d in db.CurrencyDatas
                            where d.Country.Name == cmbCountry.Text
                            select d;
                dataGridView1.Rows.Clear();
                foreach (var item in query){
                    dataGridView1.Rows.Add(
                        item.ChangeDate,

```

```

        item.Country.Number,
        item.Country.Name,
        item.Country.CurrencyName,
        item.CbRate,
        item.Sell,
        item.Buy
    );
    x.Add(item.Id);
    y.Add(item.CbRate);
    z.Add(item.Buy);
    k.Add(item.Sell);
}
chart1.Series[0].Points.DataBindXY(x, y);
chart1.Series[1].Points.DataBindXY(x, z);
chart1.Series[2].Points.DataBindXY(x, k);
}
}
private void btnAdd_Click(object sender, EventArgs e){
    AddData data = new AddData();
    data.ShowDialog();
    if (cmbCountry.Items.Count != 0){
        cmbCountry.SelectedIndex = 0;
    }
}
}
}
}

```

AddCountry.cs

```

using Forecasting.Core;
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;
namespace Forecasting.Controllers.Data{
    public partial class AddCountry : Form{
        public AddCountry(){
            InitializeComponent();
        }
        private void btnAdd_Click(object sender, EventArgs e){
            using (var db = new ApplicationDbContext()){
                try{
                    Country cd = new Country{
                        Number = int.Parse(txtNumber.Text),
                        Name = txtCountryName.Text,
                        CurrencyName = txtCurrencyName.Text
                    };
                    db.Countries.Add(cd);
                    db.SaveChanges();
                    this.Close();
                }
                catch (Exception ex){
                    MessageBox.Show(ex.Message, ex.Source, MessageBoxButtons.OK,
                        MessageBoxIcon.Error);
                }
            }
        }
        private void btnCancel_Click(object sender, EventArgs e){
            this.Close();
        }
    }
}

```



```

    }
}

AddData.cs

using Forecasting.Core;
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;
namespace Forecasting.Controllers.Data{
    public partial class AddData : Form{
        public AddData(){
            InitializeComponent();
        }
        private void btnCancel_Click(object sender, EventArgs e){
            this.Close();
        }
        private void btnAdd_Click(object sender, EventArgs e){
            using (var db = new ApplicationDbContext()){
                try{
                    CurrencyData cd = new CurrencyData{
                        ChangeDate = dateTimePicker1.Text,
                        CbRate = Convert.ToDouble(txtCbRate.Text),
                        Sell = Convert.ToDouble(txtSell.Text),
                        Buy = Convert.ToDouble(txtBuy.Text),
                        CountryId = (from d in db.Countries
                                where d.Name == cmbCountry.Text
                                select d.Id).FirstOrDefault();
                    };
                    db.CurrencyDatas.Add(cd);
                    db.SaveChanges();
                    this.Close();
                }
                catch (Exception ex){
                    MessageBox.Show(ex.Message, ex.Source, MessageBoxButtons.OK,
                    MessageBoxIcon.Error);
                }
            }
        }
        private void AddData_Load(object sender, EventArgs e){
            using (var db = new ApplicationDbContext()){
                foreach (var item in db.Countries){
                    cmbCountry.Items.Add(item.Name);
                }
                if (cmbCountry.Items.Count != 0){
                    cmbCountry.SelectedIndex = 0;
                }
            }
        }
    }
}

```