

1408-901

27



Д. В. ПЕРЕГУДОВ, М. Х. САИДОВ,
Д. Е. АЛИКУЛОВ

ИЛМИЙ ИЖОД МЕТОДОЛОГИЯСИ

"МОЛИЯ"



72
П-27

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

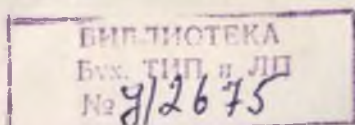
Л. В. ПЕРЕГУДОВ, М. Х. САИДОВ, Д. Е. АЛИҚУЛОВ

ИЛМИЙ ИЖОД МЕТОДОЛОГИЯСИ

т.ф.д., проф. Л. В. Перегудов таҳрири остида

*Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги томонидан ўқув қўлланма
сифатида тавсия этилади*

ТОШКЕНТ — «МОЛИЯ» — 2002



УДК 001:331.102.312;001.891;62.001.85(075)

Л. В. Перегудов, М. Х. Сандов, Д. Е. Аликулов. Илмий ижод методологияси. Тошкент. «Молия» нашриёти, 2002 й. 124 б.

Илмий тадқиқотлар асосий тушунчаси, таърифи, усуллари ва босқичлари; изланиш методикаси, илмий-техникавий ахборотларни урганиш ва таҳлил қилиш ҳақида сўз боради. Илмий тадқиқотдаги математик моделлаштириш асослари, тадқиқот ва системалар турли объектларни моделлари, шунингдек экспериментни режалаштириш йўли билан математик моделлаштириш кўриб чиқилади. Ҳисоблаш эксперименти билан биргаликда экспериментал тадқиқотлар ўтказиш методологияси, эксперимент натижаларини ишлаб чиқиш ва таҳлил усуллари ҳамда эмпирик тенгламаларни танлаш усули келтирилади. Илмий тадқиқот ишларининг натижаларини расмийлаштириш бўйича ва уларни тадбир этиш ҳамда иқтисодий самарасини ҳисоб-китоб қилиш хусусида тавсиялар берилади.

Таълимнинг барча соҳасидаги талабалар, магистрлар учун мулжалланган, қўлланмадан аспирантлар, шунингдек олий ўқув юртларининг ўқитувчилари ўз малакасини оширишда фойдаланишлари мумкин.

Таърифчилар: т.ф.д., проф. Қ. Р. Аллаев
и.ф.д., проф. Ш. О. Бўтаев

© Ўзбекистон Республикаси Банк-молия
академиясининг «Молия» нашриёти, 2002 й.

КИРИШ

Фан бизни қуршаб турган дунё тўғрисида объектив аниқ билимларни ишлаб чиқиш бўйича самарали инсон фаолиятининг алоҳида соҳаси ҳисобланади. Бу соҳа мазкур ижодни таъминловчи, мунтазам ривожланиб боровчи **билимлар тизимини, инсонлар ва муассасаларнинг** илмий ижодларини ўз ичига олади.

Фан ва техниканинг бир-бири боғлиқ ривожланиш жараёни инсонга **моддий ва маънавий бойликларни** олиш учун атроф муҳитга таъсир этишга имкон беради. Зеро бу таъсир ҳозирги вақтда ҳам, истиқболда ҳам атроф муҳитга зарар келтирмаслиги лозим.

Илмий ижод натижаларини ишлаб чиқаришга тадбиқ этиш меҳнат самарадорлигининг ошишида, маҳсулот таннархининг арзонлашишида, унинг сифати ва рақобатбардошлиги ўсишида, эксплуатация кўрсаткичларининг яхшиланишида ва ҳ. кларда акс этади.

Фан — фан-техника тараққиётининг пойдевори.

Илмий муваффақиятлар бевосита олий мактаб ривожига ўз таъсирини кўрсатади. Фан талабаларнинг билимларига, уларнинг ижоди ривожланишига, тегишли фаолият соҳасида оқилона ечимларни топа билиш иқтидорига янги ўсиб бораётган талабларни қўяди. Мутахассисдан ҳам эски, ҳам аввало мутлақо янги вазифаларни қўйиш ва илмий асосда ҳал эта билишликни талаб қилади.

Ўқув қўлланмасидаги олти бобда илмий ижод, назарий ва экспериментал тадқиқотлар методологияси асосий таърифлари ва тушунчалари, шунингдек илмий тадқиқотларни расмийлаштириш, улар иқтисодий самарадорлиги ва жорий этилиши ҳисоб-китоблари хусусидаги масалалар кўриб чиқилади. 2, 3 ва 4- боблар Л. В. Перегудов, 5 ва 6- боб Д. Е. Алиқулов томонидан, 1- боб эса ҳамкорликда ёзилган.

«Илмий ижод методологияси» ўқув қўлланмаси магистратура ҳамда фундаментал фанлар: муҳандислик, ишлов бериш ва қурилиш тармоқлари; қишлоқ хўжалиги, хизмат соҳалари талабаларига мулжалланган.

I БОБ. ФАН ВА ИЖОД

1.1. Асосий таъриф ва тушунча. Илмий-тадқиқот усуллари

Фан — инсон фаолияти соҳаси, борлиқ ҳақидаги объектив билимларни ишлаб чиқиш ва назарий томондан системалаштириш унинг вазифаси ҳисобланади.

Бу соҳа қуйидагиларни ўз ичига олади:

- илмий тушунчалар, тамойиллар ва аксиомалар, илмий қонунлар, назариялар ва фаразлар, эмпирик илмий фактлар, услублар, усуллар ва тадқиқот йўллари тарзидаги *узлуксиз ривожланиб боровчи билимлар системасини*;
- билимларнинг мазкур системаларини яратиш ва ривожлантиришга йўналтирилган *инсонларнинг илмий ижодини*;
- инсонлар ижодини илмий меҳнат объектлари, воситалари ва илмий фаолият шароитлари билан таъминловчи *муассасани*.

Фаннинг ривожланиши фактлар тўплашдан бошланади, улар ўрганилади ва системалаштирилади, умумлаштирилади, маълум бўлганларни тушунтириш ва янгиларини олдиндан айтиб беришга имкон берувчи илмий билимлар мантиқий тузилган системаларини яратиш учун айрим қонуниятларни очишдан иборат бўлади.

Тамойил (постулат)лар ва аксиомалар илмий билишнинг бошланғич ҳолати ҳисобланади, булар системалаштиришнинг бошланғич шакли бўлиб, таълимот, назария ва ҳ.к. (масалан, квант механикасидаги Бор постулати), Евклит ҳандасаси аксиомалари ва ҳ.к.)лар асосида ётади.

Илмий билимни умумлаштириш ва системалаштиришнинг олий шакли бўлиб **таъриф** ҳисобланади. У мавжуд объектлар, жараёнлар ва ҳодисаларни умумлаштириб идроклашга, шунингдек янгиларини олдиндан айтиб беришга имкон берувчи

тадқиқотларнинг илмий тамойиллари, қонунлари ва усуллари-ни ифодалайди.

Илмий билим тизимида **илмий қонунлар** муҳим таркибий қисм бўлиб ҳисобланади, булар табиат, жамият ва тафаккурда-ги энг аҳамиятли, барқарор ва такрорланувчи *объектив ички боғлиқлик*ни акс эттиради. Одатда илмий қонунлар умумий ту-шунчалар, категориялар жумласига киради. Олимлар илмий натижа (ижобий ёки салбий)га эришиш воситаси сифатидаги фактик материалларга етарлича эга бўлмаган ҳолларда **фараз (гипотеза)**дан фойдаланадилар. Фараз илмий тахмин бўлиб, тажрибада текширишни талаб этади ва назарий жиҳатдан ишончли илмий назария бўлиш учун асосланиши лозим.

Фан масалаларни ҳал қилиш омили бўлиб, назариялар иш-лаб чиқиш, борлиқ объектив қонунларини очиш, илмий факт-ларни аниқлаш ва ҳоказолар ҳисобланади. Булар **илмий билиш-нинг умумий ва махсус усуллари**дир.

Умумий усуллар уч гуруҳга бўлинади:

– *эмпирик тадқиқот усуллари* (кузатиш, қиёслаш, ўлчаш, тажриба);

– *назарий тадқиқот усуллари* (мавҳумдан аниқликка то-мон бориш ва б.);

– *эмпирик ва назарий тадқиқот усуллари* (таҳлил ва син-тезлаш, индукция ва дедукция, моделлаштириш, абстрактлаш ва б.).

Кузатиш — билиш усули. Бунда объектни ўрганиш унга аралашувсиз амалга оширилади. Мазкур ҳолда фақат объект-нинг хоссаси, унинг ўзгариш тавсифи қайд этилади ва ўлчанади (масалан, бинонинг чуқиш жараёнини кузатиш). Тадқиқот натижалари реал мавжуд объектларнинг табиий хусу-сиятлари ва муносабат (боғлиқлик)лари хусусида бизга маълум-мот беради.

Бу натижалар субъектнинг иродаси, сезгилари ва истакла-рига боғлиқ эмас.

Қиёслаш — билишнинг кенг тарқалган усули, «барча нарса-лар қиёсланганда билинади» тамойилига асосланади. Қиёслаш натижасида бир қанча объектлар учун умумий ва хос бўлган жиҳатлар аниқланади. Бу маълумки, қонуниятлар ва қонунларни билиш йўлидаги биринчи қадамдир.

Қиёслаш самарали бўлиши учун икки асосий талабга амал қилиниши зарур:

биринчидан, бунда ўртасида муайян объектив умумийлик бўлиши мумкин бўлган объектларгина таққосланиши керак;

иккинчидан, объектларни таққослаш аҳамиятли (билиш вазифаси сифатида) хоссалар, белгилар бўйича амалга оширилиши лозим.

Қиёслашдан фарқли ўлароқ, ўлчаш билишнинг анча аниқ воситаси ҳисобланади. Бу усулнинг қиммати шундан иборатки, атроф борлиқдаги объектлар ҳақида юқори аниқликка эришилинади. Илмий билишнинг эмпирик жараёнида ўлчаш кузатиш ва қиёслашдагига ўхшашдир.

Эксперимент, эмпирик тадқиқотнинг юқорида кўриб ўтилган усулларида фарқли ўлароқ анча умумий илмий қўйилган тажриба ҳисобланади. Бунда фақат кузатиб ва ўлчабгина қолинмай, балки объект ёки тадқиқот объектининг ўзи мавжуд бўлган шароит муайян тарзда ўзгартирилади. Эксперимент натижасида бир ёки бир неча омилларни бошқа ёки бошқаларга таъсирини аниқлаш мумкин. Кузатишдан фарқли ўлароқ эксперимент тажриба такрорланишини таъминлайди, объект хусусиятини турли шароитларда тадқиқ этиш ва объектни «соф ҳолда» ўрганишга имкон беради.

Эмпирик тадқиқот усуллари илмий билишда муҳим аҳамиятга эга. Улар фақат фаразани далиллаш учун асос бўлибгина қолмай, балки купинча янги илмий кашфиётлар, қонунлар ва бошқаларнинг манбаи ҳамдир.

Эмпирик ва назарий тадқиқотларда таҳлил ва синтез, дедукция ва индукция, абстрактлаш каби универсал усуллар кенг қўлланади.

Таҳлил усулининг моҳияти тадқиқот объектини фикран ёки жисман таркибий қисмларга ажратишдан иборатдир. Мазкур ҳолда объектнинг айрим унсурларининг моҳияти, уларнинг боғлиқлиги ва ўзаро таъсири ўрганилади.

Таҳлилдан фарқли ўлароқ **синтез** тадқиқот объектини яхлит бир бутун сифатида қисмларининг бирлиги ва ўзаро боғлиқлигида билишдан иборатдир. Синтез усули таркибий қисмлари таҳлил қилингандан сўнг мураккаб системаларни тадқиқ қилиш учун қўлланади.

Таҳлил ва синтез усуллари бир-бири билан боғлиқ ва илмий-тадқиқот вақтида бири иккинчисини тўлдиради. Улар ўрганилаётган объектнинг хоссаси ва тадқиқот мақсадида боғлиқ ҳолда турли шаклларда қўлланилиши мумкин. Эмпи-

рик, унсурий-назарий, тузилмавий-генетик таҳлил ва синтез мавжуддир.

Эмпирик таҳлил ва синтез объект билан юзаки танишишда қўлланилади. Бу ҳолда объектнинг айрим қисмлари ажратилади, унинг хусусиятлари аниқланади, оддий ўлчашлар ва умумий юзасидаги нарсаларни қайд этиш амалга оширилади. Таҳлил ва синтезнинг бундай шакли тадқиқот объектини ўрганишга имкон беради, лекин буларнинг моҳиятини очиш учун камлик қилади.

Тадқиқ этилаётган объект моҳиятини ўрганиш учун гуманитар-назарий таҳлил ва синтездан фойдаланилади.

Тадқиқ этилаётган объект моҳиятига чуқурроқ кириб бориш учун тузилмавий генетик таҳлил ва синтез имкон беради. Таҳлил ва синтезнинг бундай шаклида тадқиқот объекти моҳиятининг барча томонларига асосий таъсир кўрсатувчи энг муҳим унсурлар ажратилади.

Дедукция ва индукция тадқиқот объектини ўрганишда мантикий хулосалашда ўзига хос «таҳлил ва синтез» ҳисобланади. **Дедукция** умумийдан хусусийга бўлган мантикий хулосаларга асосланади. Бу усул математика ва механикада умумий қонунлар ёки аксиомаларда хусусий боғлиқликлар чиқарилаётганда кенг қўлланилади. Дедукцияга қарама-қарши бўлиб **индукция** ҳисобланади. Бу мантикий хулосалаш хусусийдан умумийга томон амалга ошади. Бу икки усул ҳам таҳлил ва синтез усуллари сингари илмий-тадқиқотда бир-бири билан боғлиқ ва бир-бирини тўлдиради.

Эмпирик ва назарий тадқиқотларда юқорида кўриб ўтилган усуллардан ташқари абстрактлаштириш усули ҳам кенг қўлланади. Бу усулнинг моҳияти шундаки, тадқиқ этилаётган объект аҳамиятсиз томонлари, қисмларидан ажратиб олишдан иборатдир, бу унинг моҳиятини очиб берувчи хоссаларини ажратиш мақсадида қилинади.

Абстракциялаш ёрдамида бошқа ҳодиса контекстидан фикран ажратилган фикрлашнинг умумлаштирилган натижалари шаклланади, бу улар ўзаро боғлиқлигини кузатишга имкон беради. Абстракт фикрлаш ижодий ёндашишнинг зарурий шартларидандир.

Математик абстрактлаш илмий-тадқиқот — формаллаштириш усулининг асоси ҳисобланади. Мазкур ҳолда объектнинг эътиборли томонлари (хоссаси, белгиси, боғлиқлиги) математика

тик термин ва тенгламаларда ифодаланади, булар билан кейинчалик маълум қоида бўйича амаллар бажарилади.

Илмий билишда кўпинча **моделлаштириш** усули қўлланилади. Бунинг моҳияти тадқиқот объекти (асли)ни унинг асосий хоссаларини ифодаловчи сунъий система (**модел**) билан алмаштиришдан иборатдир. Илмий тадқиқотдаги моделлаштириш ҳақида 2.1. бандда тўлиқ тўхталиб ўтилади.

Назарий тадқиқот кўпинча **мавҳумдан конкретга бориш** усулига асосланади. Мазкур ҳолда билиш жараёни икки нисбатан мустақил босқичга ажралади.

Биринчи босқичда **конкретдан унинг абстракт ифодаланган ҳақиқийсига ўтилади**. Тадқиқот объекти қисмларга ажратилади ва кўплаб тушунча ва мулоҳазалар ёрдамида тавсифланади, яъни у фикрий қайд этилган мавҳумлар мажмуига айланади. Бу — абстракция даражасида тадқиқот объектининг таҳлилидир.

Кейинчалик, билишнинг иккинчи босқичида абстрактдан конкретга бориш амалга оширилади. Бунда тадқиқот объектининг яхлитлиги тикланади (синтез), лекин тафаккурда.

Шуни таъкидлаш ўринлики, юқорида кўриб ўтилган илмий билиш усуллари қоидага кўра биргаликда, бир-бирларини тўлдирган ҳолда қўлланилади.

Билиш мантиқи аҳамиятли бўлган, барқарор такрорланувчи ва айримликни аниқлаш жараёни сифатида тасаввур этилади, бу ўрганилаётган объектни бошқалардан фарқлайди.

Билиш жараёнида тирик мушоҳададан абстракт фикрлашга ва ундан амалиётга ўтиш умумий технологиясига риоя этиш муҳимдир.

Резюме. *Фан соҳаси тўхтовсиз ривожланаётган билимлар инсонлар ва муассасаларнинг ана шу ижодиётни таъминловчи илмий ижодларини ўз ичига олади. Илмий билимларни умумлаштириш ва системалаштиришнинг олий шакли бўлиб назария ҳисобланади. У илмий тамойиллар ва қонунлар, тадқиқот усуллари ифода этади. Тадқиқот методларига қуйидагилар киради:*

— *эмпирик тадқиқотлар (кузатиш, қиёслаш, ўлчаш, эксперимент усуллари);*

— *назарий тадқиқот (мавҳумдан аниқликка томон бориш ва б.) усуллари;*

— *эмпирик ва назарий тадқиқотлар (таҳлил ва синтез, индукция ва дедукция, моделлаштириш, мавҳумлаштириш ва б.) усуллари.*

Олимлар илмий натижа (ижобий ёки салбий)га эришиш воситаси сифатида етарлича фактик материалларга эга бўлмаган ҳолларда фараз (гипотеза)дан фойдаланадилар, бу ўз навбатида тажрибада синаб кўриш ва назарий асослашни талаб этади.

1.2. Таснифлаш ва илмий тадқиқотнинг асосий босқичлари

Илмий тадқиқот ёки илмий тадқиқий ишлар (ИТИ) мақсадига, табиат ёки саноат билан боғлиқлик даражаси ва илмий чуқурлигига кўра уч асосий турга ажралади: фундаментал (назарий), амалий ва ишланма.

Фундаментал (назарий) тадқиқотлар атроф борлиқдаги янги қонунларни очишга, ҳодисалараро алоқаларни аниқлашга, янги назария ва тамойиллар яратишга йўналтирилади. Улар ижтимоий билимни кенгайтиришга, табиат қонунларини янада чуқурроқ англашга имконият беради. Бу тадқиқотлар ҳам фаннинг ичида, ҳам ижтимоий ишлаб чиқаришда асос (фундамент) ҳисобланади.

Амалий тадқиқотлар илмий негиз (база) ишлаб чиқишга йўналтирилади. Мазкур негиз ишлаб чиқаришнинг янги воситалари (ускуналар, машиналар, материаллар, ишлаб чиқариш воситалари, ишни ташкил этиш ва б.)ни ёки мавжудларини такомиллаштириш зарурдир. Бу тадқиқотлар жамиятнинг ишлаб чиқариш муайян тармоқларини ривожлантиришга бўлган талабларини қондириши лозим.

Ишланмалар ёки тажриба конструкторлик ишлари (ТКИ)дан мақсад амалий (ёки фундаментал) тадқиқотларнинг натижаларидан техника, ишлаб чиқариш технологиясининг янги хилларини барпо қилиш ва ўзлаштириш ёки мавжуд намуналарини такомиллаштириш мақсадида фойдаланилади. ТКИ жараёнида илмий-тадқиқотлар техникавий таклифларга айланади. *Фан — ишлаб чиқариш* уйғунлашган системасида бундай айланиш тархи 1.01-расмда келтирилди. Фундаментал ва амалий ИТИларни бажариш жараёни бир қатор **асосий босқичларни** ўз ичига олади. Булар муайян мантиқий кетма-кетликда жойлашади.

1-босқич. *Танланган мавзунинг долзарблигини асослаш ва ифода этиш:*

— бўлажак тадқиқотларга тааллуқли муаммолар билан мамлакат ва хорижий адабий манбалар бўйича танишиш, унинг долзарблигини асослаш;

- муаммолар бўйича тадқиқотларнинг муҳим йўналишларини белгилаш ва таснифлаш;
- мавзунини ифодалаш ва тадқиқот аннотациясини тузиш;
- техникавий топшириқни ишлаб чиқиш ва ИТИ умумий календарь режасини тузиш;
- кутилаётган иқтисодий ёки бошқа фойдали самарани олдиндан белгилаш.

2-босқич. Тадқиқотнинг мақсади ва вазифасини ифодалаш:

- мамлакат ва хорижий нашрлар библиографик рўйхатини танлаш ва тузиш (монография, дарсликлар, мақолалар, патентлар, кашфиётлар ва б.), шунингдек, танланган мавзу бўйича илмий-техникавий ҳисобот тузиш;
- мавзу бўйича манбалар ва рефератлар аннотациясини тузиш;
- мавзу бўйича масалаларнинг аҳволини таҳлил қилиш;
- тадқиқот мақсад ва вазифаларининг баёнини тузиш.

3-босқич. Назарий тадқиқотлар.

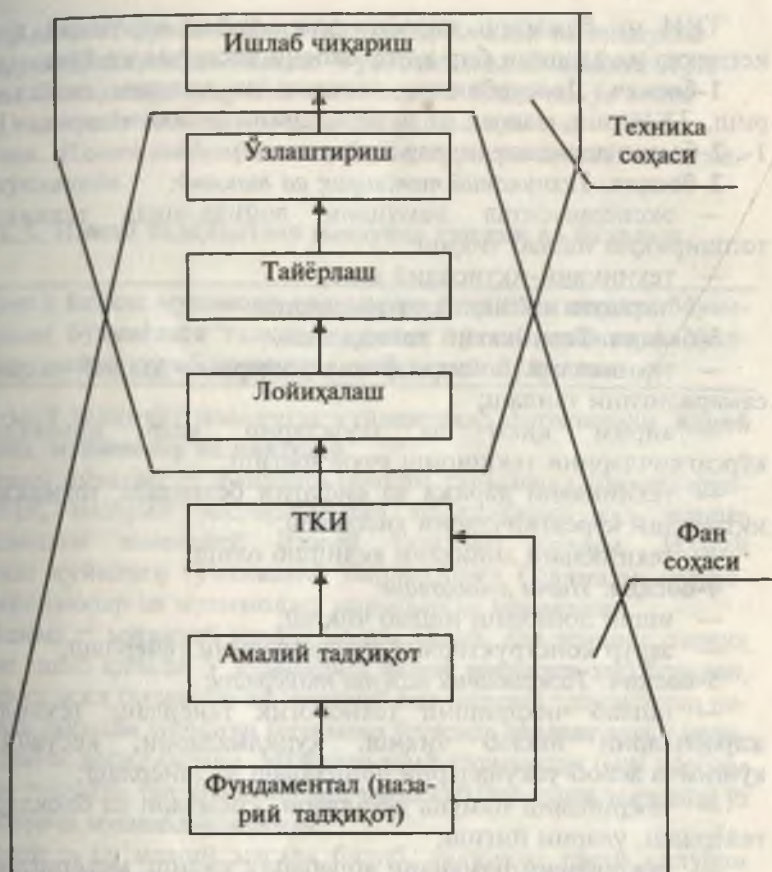
- объект ва тадқиқот предметини танлаш, физик моҳиятини ўрганиш ва тадқиқот топшириғи асосида ишчи фарзани шакллантириш;
- ишчи фарзга мувофиқ моделни аниқлаш ва уни тадқиқ этиш;
- тадқиқ этилаётган муаммо назариясини ишлаб чиқиш, тадқиқот натижаларини таҳлил қилиш.

4-босқич. Экспериментал тадқиқотлар (тасдиқлаш, тўғрилаш ёки назарий тадқиқотларни инкор этиш учун);

- экспериментал тадқиқотлар мақсад ва вазифаларини аниқлаш;
- экспериментни режалаштириш ва уни ўтказиш методикасини ишлаб чиқиш;
- экспериментал қурилмалар ўрнатиш ва экспериментнинг бошқа воситаларини яратиш;
- ўлчов усуллари асослаш ва танлаш;
- экспериментал тадқиқотлар ўтказиш ва улар натижаларини ишлаб чиқиш.

5-босқич. Илмий тадқиқотларни таҳлил қилиш ва расмийлаштириш.

- назарий ва экспериментал тадқиқотлар натижаларини таққослаш, улар фарқларини таҳлил қилиш;
- тадқиқот объекти назарий моделини аниқлаштириш ва хулосалар;



1.01-расм. Илмий-тадқиқотларни фан — ишлаб чиқариш уйғунлашган системасида техникавий таклифларга айлантириш тархи

- ишчи фаразни назарияга ёки унинг раддига айлантириш;
- илмий ва ишлаб чиқариш хулосаларини шакллантириш, тадқиқот натижаларини баҳолаш;
- илмий-техникавий ҳисобот тузиш ва уни рецензия қилдириш.

6-босқич. Жорий этиш ва иқтисодий самарадорлик:

- тадқиқот натижаларини ишлаб чиқаришга жорий этиш;
- иқтисодий самарани белгилаш;

ТКИ ни бажариш жараёни ҳам муайян мантиқий кетма-кетликда жойлашган бир қатор асосий босқичларга бўлинади.

1-босқич. Долзарбликни асослаш ва мавзунини шакллантириш, ТКИнинг мақсад ва вазифаларини шакллантириш (ИТИ 1-, 2-босқичларидаги ишлар бажарилади).

2-босқич. *Техникавий топшириқ ва таклиф:*

— экспериментал намунани лойиҳалашда техникавий топшириқни ишлаб чиқиш;

— техниквий-иқтисодий асос;

— патентга лойиқликни текшириш.

3-босқич. *Техникавий лойиҳалаш:*

— техникавий лойиҳалар талқинларини ишлаб чиқиш ва самаралигини танлаш;

— айрим қисм ва блокларни улар ишончилилик кўрсаткичларини текшириш учун яратиш;

— техникавий даража ва сифатни белгилаш, техникавий-иқтисодий кўрсаткичларни ҳисоблаш;

— техникавий лойиҳани келишиб олиш.

4-босқич. *Ишчи лойиҳалаш:*

— ишчи лойиҳани ишлаб чиқиш;

— зарур конструкторлик ҳужжатларини тайёрлаш;

5-босқич. *Тажрибавий намуна тайёрлаш:*

— ишлаб чиқаришни технологик тайёрлаш: технологик жараёнларни ишлаб чиқиш, қурилмаларни, кесувчи ва қўшимча асбоб-ускуналарни лойиҳалаш ва тайёрлаш;

— тажрибавий намуна деталлари, қисмлари ва блокларини тайёрлаш, уларни йиғиш;

— тажрибавий намунани апрабация қилиш, меъёрига етказиш ва созлаш;

— стендда ва ишлаб чиқаришда синаш.

6-босқич. *Тажрибавий намунани меъёрига етказиш:*

— тажрибавий намунанинг қисмлари, блоклари ва уни тўла равишда синовдан кейин ишлашини таҳлил қилиш;

— ишончилилик талабларига жавоб бермайдиган айрим қисмлар, блоклар ва деталларни алмаштириш.

7-босқич. *Давлат синов:*

— тажрибавий намунани давлат синовига топшириш;

— давлат синовини ўтказиш ва сертификация.

Резюме. *Илмий тадқиқотлар қандай мақсадга қаратилганлиги ва илмий чуқурлиги бўйича уч асосий турга*

таснифланади: фундаментал (назарий), амалий ва тажриба конструкторлик ишланмалари. Фундаментал ва амалий ИТИ ларнинг бажарилиш жараёни олти асосий босқични ўз ичига олади, тажриба конструкторлик ишланмалари эса — етти босқични. Илмий тадқиқотнинг барча турлари жорий этиш билан яқунланади.

1.3. Илмий тадқиқотлар мавзуни танлаш ва баҳолаш

Илмий билиш муаммони ҳал қилиш билан боғлиқдир. Муаммоларнинг бўлмаслиги тадқиқотларнинг тўхтаб қолиши ва фаннинг бир жойда қотиб қолишига олиб келган бўлур эди.

Илмий тадқиқот ишларида қуйидагилар фарқланади: **илмий йўналиш, муаммолар ва мавзулар.**

Илмий йўналиш — фаннинг муайян тармогида йирик, фундаментал, назарий экспериментал масалаларни ҳал этишга бағишланган жамоавий илмий тадқиқот соҳаси. Илмий йўналиш қуйидаги тузилмавий бирликларга бўлинади: мужассама муаммолар ва муаммолар, мавзулар ва масалалар.

Муаммо — мураккаб илмий масала бўлиб, ҳал этишни, тадқиқ этишни талаб қилади. У муаммовий **вазият натижаси** ҳисобланади, бу мавжуд эски билимлар ва эмпирик ёки назарий тадқиқотлар натижасида янгидан топилган билимлар ўртасида **зиддият** юзага келиши туфайли ҳосил бўлади. Мужассамавий муаммолар (ёки проблематика) — одатда, бир йўналишдаги мураккаб бир қанча масалани ўз ичига олувчи **муаммолар мажмун.**

Мавзу — бу илмий масала бўлиб, тадқиқот талаб қилувчи муаммолар муайян соҳасини қамраб олади. У қўплаб тадқиқий масалаларга — муаммонинг аниқ бир соҳасига тааллуқли анча майда илмий масалаларга асосланади. Масалани ёки масалани ҳал этишда муайян тадқиқот вазифаси ечилади, масалан, янги материални ишлаб чиқиш, конструкция, илғор технология ва ш.к.лар ни яратиш. Бунда уларни бажариш фақат назарий аҳамият касб этибгина қолмай, балки асосан кутилаётган муайян иқтисодий самарага эга амалий аҳамият ҳам касб этади.

Муаммо ва мавзунини танлаш қийин ва масъулиятли ишдир, у бир неча босқичда ўз ечимини топади.

Биринчи босқичда, муаммовий вазиятдан келиб чиқиб, муаммо ифода этилади ва кутилаётган натижа умумий тарзда белгиланади.

Иккинчи босқичда, муаммонинг долзарблиги, унинг фан ва техника учун аҳамияти аниқланади.

Учинчи босқичда муаммо тузилмаси ишлаб чиқилади — тема, кичик темалар, саволлар ва улар ўртасидаги боғлиқлик фарқланади. Натижада муаммо дарахти шаклланади.

Кейинчалик, муаммолар асослангандан, унинг тузилмалари ишлаб чиқилгандан сўнг илмий ходим (ёки жамоа) қоидага кўра илмий-тадқиқот мавзуини мустақил тарзда танлайди.

Кўпинча мавзуни танлаш тадқиқотни олиб боришдан кўра мураккаброкдир.

Илмий тадқиқот мавзуга бир қатор талаблар қўйилади.

1. *Мавзу долзарб бўлиши, ҳозирги пайтда ҳал этишни талаб қилиши зарур.* Фундаментал тадқиқотлар билан боғлиқ мавзулар долзарблик даражасини белгилаш учун ҳозирча тегишли мезонлар йўқ. Шунинг учун, мазкур ҳолда долзарбликни йирик олим ёки илмий жамоа белгилайди. Мавзунинг амалий тавсифига келсак, уларнинг долзарблиги, қоидага кўра ишлаб чиқариш муайян тармоғининг ривожланиш ва иқтисодий самарадорлик талабларига кўра белгиланади.

2. *Мавзу янги илмий масалани ҳал этиши ва илмий янгилик тавсифига эга бўлиши керак.*

3. *Илмий мавзуга қўйиладиган муҳим талаблар бўлиб иқтисодий самарадорлик ва аҳамиятлилик ҳисобланади.* Амалий тадқиқотлар билан боғлиқ мавзулар танлаш босқичида тахминий белгиланадиган иқтисодий самара бериши лозим. Фундаментал тавсифдаги мавзуни танлашда иқтисодий самарадорлик мезони аҳамиятлилик мезонига ўз ўрнини бўшатиб беради.

4. *Мавзу илмий йўналишига мос бўлиши керак.* Бу илмий жамоа малакаси ва ваколатидан энг тўлиқ равишда фойдаланишга имкон беради. Натижада ишланманинг назарий даражаси, сифати ва иқтисодий самараси ошади, тадқиқотнинг бажарилиш муддати қисқаради.

5. *Жорий этилиш мавзунинг муҳим тавсифи бўлиб ҳисобланади.* Мавзуни ишлаб чиқувчилар уни режадаги муддатда тугатилиш имкониятини белгилашлари ва буюртмачининг ишлаб чиқариш шароитларига жорий этилишини аниқлашлари керак. Улар тегишли ишлаб чиқаришни, унинг

ҳозирги вақтдаги ва келгусидаги талабларини яхши билишлари лозим.

Мавзуни танлаш мамлакат ва хорижий адабиёт манбаларини, яъни ҳал қилинаётган масалага бағишланган. Диққат билан ўрганиб чиқиш билан қўшиб олиб борилади.

Бу велосипедни қайта кашф этмаслик учун, шунингдек замонавий илмий-тадқиқотлар йўналишини аниқлаш учун зарур.

Кейинги йилларда мавзуни танлашда **эксперимент баҳолаш усули** кенг қўлланилмоқда. Бунинг маъноси шундаки, режалаштирилаётган мавзу **мутахассис-экспертлар** томонидан баҳоланади. Ҳар бир эксперт мавзуларга қўйиладиган тегишли талабларни балларда баҳолайди (юқорида қаранг). Энг юқори балл усули оддий ҳисобланади — бунда энг кўп балл тўплаган мавзу мақбул ҳисобланади.

Резюме. *Илмий тадқиқотлар муаммолари ва мавзуларини танлаш бир неча босқичда бажариладиган мураккаб ва масъулиятли масалалардир. Мавзуни танлаш унга қўйиладиган талаблар мажмуи асосида амалга оширилади.*

1.4. Илмий техникавий информацияни таҳлил қилиш, илмий тадқиқотлар мақсади ва вазифасини ифода этиш

1.4.1. Илмий техникавий информация ва уни излаш

Ҳар қандай илмий тадқиқот тадқиқот ўтказилиши мўлжалланаётган йўналишга бағишланган **илмий техникавий информацияларни** излашдан бошланади.

Илмий техникавий информация манбаи бўлиб қуйидаги ҳужжатлар ҳисобланади:

- китоблар (дарсликлар, ўқув қўлланмалар, монографиялар, брошюралар);
- даврий матбуот (журналлар, бюллетеньлар, институтларнинг ишлари, илмий тўпламлар);
- меъёрий ҳужжатлар (стандартлар, техникавий шартлар, йуриқномалар, меъёрий жадваллар, муваққат кўрсатмалар ва б.);
- каталог ва прејскурантлар;
- патент ҳужжатлари;
- илмий тадқиқотлар ва тажрибавий конструкторлик ишлари ҳақидаги ҳисоботлар;
- информациявий нашрлар (ИТИ тўпламлари, аналитик шарҳлар, информациявий варақалар, экспресс информация, кўргазмаларнинг проспектилари ва б.);

— хорижий илмий-техникавий адабиётлар таржима ва асл нусхалари;

— диссертациялар, авторефератлар;

— илмий-техникавий конференциялар ва ишлаб чиқариш йиғилишларининг илмий-техникавий материаллари;

— иккиламчи ҳужжатлар (рефератив шарҳлар, библиографик каталог, рефератив журналлар ва б.).

Санаб ўтилган ҳужжатлар улкан информация оқимини ҳосил қилади, унинг суръати йилдан йилга ошиб боради. Бунда юқорилама ва қуйилама ахборот оқими бир-биридан фарқланади.

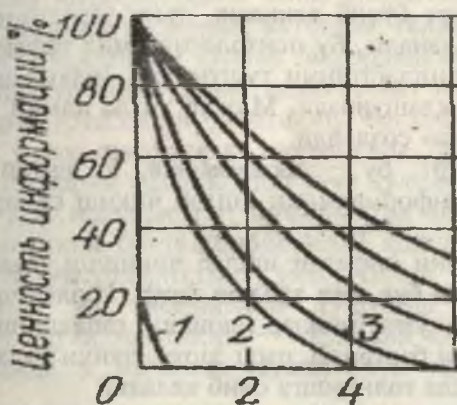
Информациянинг *юқорилама* оқими ижрочилар (ИТИ, олий ўқув юртлари, ТКБ ва б.)дан қайд этувчи идораларга томон йўналади, *қуйилама* оқим эса библиографик, шарҳлар, рефератив ва бошқа маълумотлар кўринишида ижрочиларга уларнинг талабига кўра йўналади.

Информация «эскириш» хусусиятига эга.

Янги илмий ва илмий-техникавий маълумотлар жадал ўсиб бориши муносабати билан информация «эскиради». Унинг «эскириш» [32] қонунияти 1.02-расмда келтирилган. Чет эллик тадқиқотчиларнинг маълумотларига кўра, информация қимматининг пасайиш («эскириш») жадаллиги тахминан газеталар учун бир кунда 10%, бир ойда журналлар учун 10% ва бир йилда китоблар учун 10%ни ташкил этади. Шунинг учун улкан информация оқимида янги, илғор, муайян мавзунини — масалани ҳал қилишда илмийсини топиш фақат битта илмий ходим учунгина эмас, балки катта жамоа учун ҳам анча мураккабдир.

Зарур информацияни излаш — ижодий жараён, шунга кўра уни формаллаштириш ва демак автоматлаштириш мураккаблиги келиб чиқади.

Информация оқими — танланган мавзунини ишлаб чиқиш учун зарур ҳужжатларни излаш бўйича операциялар мажмуи. У қўлда, механик тарзда, механизациялаштирилган ва автоматлаштирилган ҳолда амалга оширилиши мумкин.



1.02-расм. Информационинг «эскириш» қонуният: 1- техникавий информация варақлари; 2- экспресс информация; 3- амалий журнал мақолалари; 4- назарий журнал мақолалари; 5- монографиялар; 6- ихтиролар.

Қўлда излаш одатдаги библиографик варақчалар, картотекалар ва нашр кўрсаткичлари бўйича амалга оширилади. Механик излашда информация етказувчилар бўлиб перфокарталар ҳисобланади. Механизациялаштирилган излаш ҳисоби перфорацион машиналарни, автоматлаштирилгани эса ЭХМни қўллашга асосланади.

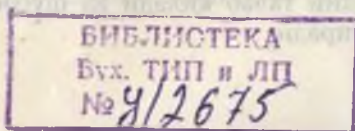
Информациявий излаш системаларида **информациявий излаш тилининг** турли талқинлари қўлланади.

Оптимал натижага эришиш учун излаш зарурдир, чунки бунда у ёки бу даражада мавзун ишлаб чиқувчи (ёки ишлаб чиқарувчилар)нинг ўзи иштирок этади. Излашни амалга ошира бориб, ишлаб чиқувчи излаш қўламини бамисоли тадқиқ этади ва ўз информациявий сўрови ифодасини аниқлайди.

1.4.2. Илмий техникавий информацияни ўрганиш, таҳлил қилиш, илмий-тадқиқот мақсади ва вазифасини ифодалаш

Илмий-техникавий информацияни ўрганиш ва таҳлил қилиш — масалани мавзу бўйича аҳволини ёритиш, илмий-тадқиқот мақсади ва вазифасини исботлаш учун асос.

Информация самарали ишлаб чиқишига эришиш (ўрганиш, ёдда сақлаб қолиш ва таҳлил) учун бир қатор шартларга амал қилиш керак.



Биринчи шарт бўлиб **аниқлаш**, яъни ўқишнинг мақсадини белгилаш ҳисобланади. Бу психологик омил тафаккурни фаоллаштиради, ўрганилаётганни тушунишга ёрдамлашади, идроклашни анча аниқлаштиради. Мазкур ҳолда илмий ходим ўзини «муайян тўлқинга» созлайди.

Кейинги шарт, бу — **илҳомланиш**. У илмий ёндашишга асосланади ва информацияни ишлаб чиқиш самарасини оширади.

Информацияни сифатли ишлаб чиқишни таъминлаш учун **диққат ва фикрни бир ерга тўплаш** зарур. Ишлаб чиқиш жараёнида турли асаб қўзғатувчилар (шовқин, гаплашишлар, хусусий фикрлар ва б.)ни бартараф этиш зарур, чунки булар эътиборни чалғитади ва тезда толиқишга олиб келади.

Информация устида муваффақиятли ишлашнинг муҳим омили бўлиб меҳнатнинг **мустақиллиги** ҳисобланади.

Адабиётларни ўрганишда **қатъият** ва **мунтазамлик** анча муҳим шартлардан ҳисобланади. Айниқса бу нарса мураккаб ва қийин янги матнни ўқишда зарурдир. Материални тўлиқ тушунишга эришиш учун ўқиш ва қайта ўқишга тўғри келади.

Ахборотни ишлаб чиқиш **самарадорлиги** ақлий ишлай олиш қобилиятига боғлиқ. Унинг ошиши учун тўғри **иш тартиби** муҳим шарт ҳисобланади. 1-2 соатлик ақлий меҳнатдан сўнг 5-7 минут танаффус қилиш, жисмоний машқларни бажариш, чуқур, кучли нафас олиш ва бошқаларни бажариш тавсия этилади. Бу марказий нерв системасини рағбатлантиради ва ишлаш қобилиятини оширади.

Илмий-техникавий ахборотни ишлаб чиқишда **кўчирма**, **аннотация**, **конспектлар** қўлланилади.

Кўчирма — ахборот айрим қисмларининг қисқа (ёки тўлиқ) мазмуни. Уларнинг қиммати жуда юқори, чунки улар кичик ҳажмда кўпгина информация тўплашга имкон беради ва кейинги ижодий иш учун асос бўлиб ҳисобланади.

Аннотация — биринчи манба информациясининг қисқача мазмуни. Улар ёрдамида матнни хотирада тезда тиклаш мумкин бўлади.

Конспект — у ёки бу биринчи манбаадаги информациянинг мазмунини тўлиқ баёни. У мазмунга кўра тўлиқ ҳамда ҳажмга кўра иложи борица қисқа бўлиши керак. Конспектни ўз сўзлари билан тузиш керак, бу ўқилганни англаш ва таҳлил этишни талаб қилади ва шу билан ижодий ишга катта фойда келтиради.

Ишланаётган информацияни эслаб қолишнинг турли усуллари мавжуд: **механик, мазмуний, ихтиёрий, ғайриихтиёрий**.

Механик усул ўқилганни қўплаб такрорлаш ва қайта ўқишга асосланган. Мазкур ҳолда эслаб қолинаётган информация айрим унсурлари ўртасидаги мантиқий боғлиқлик бўлмайди. Шунинг учун у кам самарали ва асосан сана, формула, цитата, чет сўзлар ва ҳ.к.ларни эслаб қолиш учун қўлланади.

Маъновий усул ишланаётган информация айрим унсурлари ўртасидаги мантиқий боғлиқликни эслаб қолишга асосланган. Ўқишда айрим унсурларнигина эмас, балки яхлит матнни, унинг мазмуни ва аҳамиятини тушуниш зарур. Эслаб қолишнинг бу усули мантиқий — маъновий ҳисобланади, бунинг натижасида у механик усулдан кўп марта самаралироқдир.

Ихтиёрий усулда эслаб қолиш турли ассоциация қонунлари билан боғлиқ бўлган мнемоник йўлларга асосланади.

Ғайриихтиёрий усул ўқиш жараёнида ҳиссиётга кўра юзага келган эмоция билан боғлиқ матннинг у ёки бу парчасини тасодифан эслаб қолишга асосланган.

Шуни таъкидлаш жоизки, ишланаётган информацияни эслаб қолишнинг универсал усули йўқ. Амалда, кўпинча, **усуллар мажмуи**дан информациянинг у ёки бу қисми тавсифига боғлиқ ҳолда фойдаланилади.

Ишланаётган информацияни таҳлил қилиш — илмий тадқиқотнинг муҳим вазифаларидан бири.

Таҳлил жараёнида ҳам информация манбаини, ҳам улардаги информацияни таснифлаш ва системалаштириш зарур. Манбаларни икки хил системалаштириш мумкин: **хронологик тартибда** ва **мавзу** бўйича.

Биринчи ҳолда барча информация мавзу бўйича **илмий босқич**га кўра системалаштирилади, булар учун сифат сакрашлари хосдир. Кейин ҳар бир босқичда тегишли манбалар (босқичлар) эътибор билан танқидий таҳлил қилинади. Бунинг учун юқори даражада эрудиция ва билимга эга бўлиш зарурдир.

*Иккинчи ҳолда (мавзули таҳлил)*да информациянинг бутун ҳажми ишлаб чиқиляётган мавзу масалалари бўйича системалаштирилади. Бунда катта эътибор илмий-техникавий инфор-

мация сўнгги нашрга қаратилади, уларда мазкур масала тадқиқоти якуни келтирилган бўлиши мумкин. Кейинчалик танлов асосида алоҳида қизиқиш туғдирган бошқа манбалар таҳлил этилади.

Информацияни таҳлил этишнинг иккинчи талқини содда ва кам вақт талаб қилади. Шу билан бирга мазкур талқин бўйича мавзу бўйича тўлиқ бўлмаган информация ҳажми таҳлил этилади.

Ишлаб чиқиш (ўрганиш, эслаб қолиш ва таҳлил) натижалари бўйича илмий-техникавий информация белгиланади:

- долзарблик ва мавзунинг янгилиги;
- мавзу бўйича назарий ва экспериментал тадқиқотлар соҳасидаги сўнгги ютуқлар;
- илмий тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари;
- мавзу бўйича ишлаб чиқариш тавсиялари;
- илмий ишланмаларнинг техникавий, иқтисодий ва экологик мақсадга мувофиқлиги.

Резюме. *Илмий техникавий ахборотни излаш ва ишлаб чиқиш (ўрганиш, эслаб қолиш ва таҳлил) илмий тадқиқотнинг муҳим вазифаларидан ҳисобланади. Уларнинг натижалари асосида мавзунинг долзарблиги ва янгилиги, унинг мақсад ва вазифалари белгиланади.*

Ўз-ўзини назорат қилиш учун саволлар ва топшириқлар

1. *Фан нима ва у ўз ичига нималарни олади?*
2. *Билишнинг қандай усуллари биласиз?*
3. *Таҳлил ва синтез усули нима?*
4. *Тадқиқот объектларини ўрганишда дедукция ва индукция нимани англатади?*
5. *Илмий тадқиқотлар қандай таснифланади ва унинг қандай босқичлари бор?*
6. *Илмий тадқиқот мавзуи нима ва у қандай танланади?*
7. *Илмий техникавий информация нима ва уни излаш қандай амалга оширилади?*
8. *Илмий техникавий информация таҳлили нимадан иборат?*

II БОБ. НАЗАРИЙ ТАДҚИҚОТЛАР МЕТОДОЛОГИЯСИ

2.1. Илмий изланишда математик моделлаштириш

2.1.1. Математик моделлаштириш асослари ва вазифалари

✓ Математик модел - ўрганилаётган объект асосий хоссаларини ифодаловчи ва у ҳақдаги кўплаб информацияни қулай шаклда тасвирловчи сунъий система. ✓

Математик модел инсон фаолиятининг турли-туман соҳаларига тобора кенгроқ ва чуқурроқ кириб бормоқда, тадқиқотнинг самарали воситаларидан фойдаланишга имкон бермоқда. Шунинг учун фан ва техниканинг турли соҳаларидаги мутахассисларнинг математик маданияти ўсуви кўзга ташланмоқда. Улар жиддий қийинчиликларсиз ҳисоблашнинг умумий назарий қоидалари ва усулларини ўрганмоқдалар. Бироқ фақат математик билимларни эгаллаш амалиётда у ёки бу амалий вазифани бажариш учун ҳали етарли бўлмайди, вазифани бошланғич ифодасини математика тилига ўтказиш бўйича малака ҳам ҳосил қилиш зарур, яъни аниқ амалий вазиятларда юзага келувчи математик вазифаларни қўйиш усулларини билиш зарур.

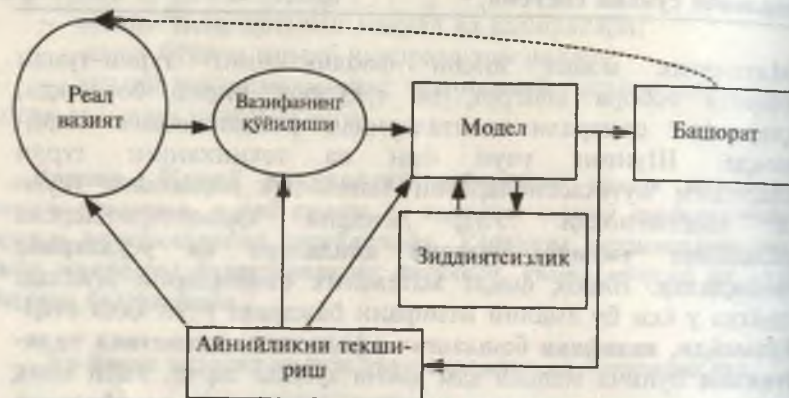
✓ Математик моделлаштириш вазифаси «мавжуд олам»ни математика тилида баён этишдан иборатдир. Бу унинг энг аҳамиятли хусусиятлари ҳақида анча аниқ тасаввурга эга бўлиш учун имкон беради ва айтиш мумкинки, бўлажак ҳодисаларни башоратлаш мумкин бўлади. Бу ҳолат [32] айни «математик моделлаштириш» терминини ифодалайди. ✓

✓ Амалиётда бошланғич нуқта бўлиб, қоидага кўра, баъзи реал вазиятлар ҳисобланади, булар тадқиқотчи олдида жавоб топиш талаб этиладиган вазифаларни қўяди.

Математик таҳлил этиш мумкин бўлган вазифаларни ажратиш (қўйиш) жараёни кўп ҳолларда давомли ҳисобланади ва

фақат математик билимларнигина эмас, балки ўша соҳадаги кўплаб малакаларни ҳам эгаллашни талаб этади. (Бундаги реал вазият математик моделда тасвирланади) 2.01.-расмда математик моделни ишлаб чиқиш тархи келтирилган.

Реал вазиятни таҳлил қилиш натижасида математик тавсифлашга имкон берувчи вазифани қўйиш амалга оширилади. Кўпинча вазифани қўйиш билан баробар ҳодисанинг асосий ёки эътиборли жиҳатларини аниқлаш жараёни ҳам кечади. Кейинчалик аниқланган аҳамиятли омиллар математик тушун-ча ва қийматлар тилига ўтказилади, шунингдек мазкур қийматлар ўртасидаги нисбат қоидалаштирилади, бунинг натижасида математик модел олинади.



2.01-расм. Математик модел ишлаб чиқиш тархи

Қоидада кўра, бу моделлаштириш жараёнининг энг қийин босқичидир, бунинг бажариш учун ҳеч қандай умумий тавсиялар бериш мумкин эмас.

Математик модел ишлаб чиқилгандан сўнг у текширувдан ўтказилиши керак. Шу ўринда таъкидлаш жоизки, модел айниқлигини текшириш қайсидир даражада вазифани қўйиш давомида амалга оширилади, чунки тенглама ёки бошқа математик нисбат, моделда ифодаланган, мунтазам равишда бошланғич реал вазиятга қиёсланади.

Модел айниқлигини текширишнинг бир неча жиҳатлари мавжуд. Биринчидан, моделнинг математик асоси зиддиятсиз ва математик мантиқнинг барча қоидаларига бўйсунishi керак. Иккинчидан модел бошланғич реал вазиятни айнан тасвирла-

ши керак. Бироқ, таклиф этилаётган моделнинг айнанлиги ҳақидаги хулоса бундай текширишда сезиларли даражада субъективдир. Моделни мавжуд нарсани тасвирлашга мажбур этиш мумкин, бироқ у ҳали ўша мавжудлик эмас [32].

Реал вазиятлар турли мақсадларда моделлаштирилади. Улардан асосийси — янги натижаларни ёки ҳодисанинг янги хоссаларини олдиндан айтиб беришдир.

Кўпинча бундай олдиндан айтишлар барча эҳтимолларга кўра келажақда ўз ўрнига эга бўлади. Башорат ҳодисаларга ҳам тааллуқли бўлиши мумкин. Буларни бевосита эксперимент йўли билан тадқиқ этиш мумкин эмас (космик тадқиқотлар программаларидаги башоратлар). Бошқа моделлар ўлчов қуламини анча қулай қилиш мақсадида қурилади. Масалан, ҳарорат учун чизиқлик шкала термометрда фойдаланиладиган математик модел ҳисобланади. Техникавий объектлардаги математик моделлар автоматлаштирилган лойиҳалаш системалари (АЛС)да кенг қўлланилади. Бу моделларни микро-, макро- ва метомикёсларда бажариш мумкин, булар объектдаги жараёнларни кўриб чиқиш деталлаштирилган даражасига кўра фарқланади.

Микромикёсдаги техникавий объектнинг математик модели бўлиб хусусий ҳосилалардаги дифференциал тенгламалар системаси ҳисобланади, булар белгиланган чегара шартлари билан яхлит муҳитдаги жараёнларни ифода этади.

Макромикёсдаги техникавий объект математик модели бўлиб, белгиланган бошланғич шартли оддий дифференциал тенгламалар системаси ҳисобланади.

Метомикёсда автоматлаштирилган бошқарув назарияси ва оммавий хизмат назариясининг тадқиқ этиш предмети бўлган объектлар учун математик модел тузилади.

Моделлаштиришнинг бошланғич жараёнида қабул қилинадиган муҳим ечим бўлиб, кўриб чиқиладиган математик ўзгарувчанлик табиатини белгилаш ҳисобланади. Амалда улар икки синфга бўлинади.

— аниқ ўлчаш ва бошқариш мумкин бўлган детерминланган ўзгарувчилар;

— аниқ ўлчаш мумкин бўлмаган ва тасодифий тавсифга эга бўлган стохастик ўзгарувчилар.

Моделлаштириш жараёни у ёки бу математик моделни оли билан якунланмайди. Математик тилдан бошлангич вазифан ифодаловчи тилга қайта ўтказишни амалга ошириш зарур. Фақат олинган ечимни математик моҳиятини англа қолмай, балки булар мавжуд дунёда нимани ифодалашлигин ҳам англамоқ зарур.

Техникавий объектларнинг кўплари мураккаб системала синфига тааллуқли, улар ўзаро боғлиқ ўзгарувчилар кў миқдордалиги билан тавсифланади. Бундай системаларни тадқиқ этиш қуйидагилардан иборат:

— *кириш параметрлари* — *факторлар ва чиқиш параметрла ри* — *техникавий объект функцияси сифат кўрсаткичлар ўртасидаги боғлиқликни белгилашдан;*

— *техникавий объект чиқиш параметрларини оптималлаш тирувчи факторлар даражаси (аҳамияти)ни белгилашдан.*

Мураккаб системалар математик моделларини ишлашд икки хил ёндашув мавжуд: **детерминик** ва **стохастик**. **Детерми ник** ёндашишда модел ҳодиса механизмини атрофлича тадқи этиш асосида ишлаб чиқилади ва одатда дифференциал тенг ламалар системаси кўринишида тасаввур этилади. Бу ҳолда оп тималлаштириш вазифасини бажариш учун замонави бошқарув назарияси математик аппарати фойдаланилиш мумкин. Детерминик ёндашиш яхши ташкил этилган система ларни ўрганиш (тавсифлаш) учун фойдаланилади, буларда би физик табиатга эга, унча кўп бўлмаган кириш параметрлариг боғлиқ ҳодиса ёки жараёни ажратиш мумкин. Мазкур вазия детерминик ёндашиш қўлланишини чеклайди.

Яхши ўрганилмаган (диффузияли) системаларни ўрганиш ва математик тавсифлаш учун стохастик ёндашишдан фойда ланилади. Бундай системаларда айрим ҳодисаларни фарқлаш ва «ўтиб бўлмас тўсиқларни» аниқ белгилаш мумкин эмас. Шундай яхши ташкил этилмаган системага исталган техника вий жараёни мисол қилиб келтириш мумкин.

Яхши ташкил этилмаган системалар учун ҳодисалар меха низми тўлиқ маълум эмаслик хосдир, математик моделларни ишлаб чиқиш ва оптималлаштириш **экспериментал статистик усуллар** ёрдамида ҳал этилади. Бундай ҳолларда техникавий объект модели **кибернетик система («қора яшик» сифатида)** та саввур этилади, бунинг учун тадқиқотчи чиқиш параметрларни

билан кўплаб кириш параметрлари (мустақил ўзгарувчилар) ўртасидаги боғлиқликни излайди, бу вазифани у системада ке чаётган ҳодисалар механизмидан мутлақо беҳабар амалга оши ради.

Математик моделларга универсаллик (тўлақонлилик), ай нийлик, аниқлик ва тежамлилик талаблари қўйилади.

Математик модел универсаллиги дейилганда унинг реал объект хоссасини тўлиқ ифодалаш тушунилади. Кўпгина ма тематик моделлар объекти кечадиган физик ёки инфорацион жараёнларни акс эттириш учун мўлжаллангандир. Бунда объ ект унсурларини ташкил этувчи геометрик шакллар каби хусу сиятлар тасвирланмайди.

Математик модел аниқлиги реал объектлар ва уларнинг қиймат параметр кўрсаткичлари бир-бирига мослик даражаси билан тавсифланади, бу кўрсаткичлар модел берилганлари (баҳоланаётганлари) ёрдамида ҳисобланади. Биринчи параметр бўйича нисбий хатолик қуйидаги тенгламага кўра аниқланади:

$$\xi_j = (y_{jm} - y_{juic}) / y_{juic}; j=1, 2, \dots, m, \quad (2.01)$$

бунда y_{jm} — математик модел ёрдамида ҳисобланган j -нчи чиқиш параметрининг қиймати; y_{juic} — чиқиш параметри j -нинг ҳақиқий қиймати.

Хатоликнинг вектор тавсифи қуйидагига тенг:

$$\xi = (\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_m) \quad (2.02)$$

Математик модел айнийлиги деганда объектнинг берилган хоссасини йўл қўйилгандан юқори бўлмаган хатолик билан тавсифлаш имкони тушунилади, яъни

$$\xi_m \leq \delta, \quad (2.03)$$

бунда $\delta > 0$ — моделнинг йўл қўйилган чегаравий хатолигига тенг берилган константа; ξ_m — хатоликнинг скаляр қиймати, $\xi_m = |\xi|$.

Математик моделнинг тежамлилиги уни амалга оширишга сарф бўлган ҳисоблаш ресурслари, яъни T_m ва хотира P_m . Ма

шина вақтлари сарфи билан тавсифланади. Табиийки, бу харажатлар қанчалик кам бўлса, модел шунчалик тежамли бўлади.

Моделнинг юқори тежамлилигига бўлган талаб, бир томонда ва юқори аниқлик ҳамда универсаллик даражасига бўлган талаб, иккинчи томондан, шунингдек айнийлик кенг соҳаси бошқа томондан зиддиятлидир. Бу талабларни барчасини уйғунликда қаноатлантириш ечилаётган вазифа ўзига хослиги лойиҳалашнинг иерархиклик даражаси ва жиҳатларига боғлиқ.

2.1.2. Математик моделлар таснифи

Қуйидагилар математик моделларнинг таснифий белгилари ҳисобланади:

- *техникавий объектнинг тасвирланаётган хоссасининг тавсифи;*
- *иерархик даражасига тааллуқлилиқ;*
- *бир даража ичида тавсифнинг деталлаштирилиш даражаси;*
- *техникавий объект хоссасини тасаввур этиш усули;*
- *моделни олиш усули.*

~ **Объект хоссасининг ифодаланиш тавсифи бўйича** математик моделлар **функционал ва тузилмавий**ларга бўлинади.~

Функционал моделлар техникавий объектда у ишлаётганда ёки тайёрланаётганда кечадиган физик ёки информацион жараёнларни акс эттиради. Бу моделлар фаза ўзгарувчилари, ички, ташқи ва чиқиш параметрларини боғловчи тенгламалар системалари сифатида намоён бўлади.

Функционал моделларнинг одатдаги мисоли бўлиб, ёки электрик, иссиқлик, механик жараёнлар, ёки информациянинг қайта ўзгариш жараёнини тавсифловчи тенгламалар системаси ҳисобланади.

Тузилмавий моделлар техникавий объект тузилиш хоссасини унинг геометрик шакли, унсурларнинг фазода ўзаро жойлашуви ва ҳ.к.ларни акс эттиради. Бу моделлар **типологик** ва **геометрик** моделларга бўлинади.

Типологик математик моделларда объект унсурларининг таркиби ва ўзаро алоқаси акс этади. Шундай моделлар ёрдамида жиҳозларни мутаносиблаш, деталларни жойлаштириш, қўшилмаларни трассировкалаш, технологик жараёнларни ишлаб чиқиш ва ҳ.к. масалалар ечилади. Типологик математик

моделлар графалар, турли матрицалар, руйхатлар ва ҳ.к.лар тарзида берилади.

Геометрик математик моделлар бевосита техникавий объектнинг геометрик хоссасини акс эттиради ва конструкциялаш, конструкторлик ҳужжатларини расмийлаштириш учун, технологик жараёнларни ишлаб чиқишда бошланғич маълумотлар киритишда қўлланади. Геометрик математик моделлар линиялар ва сиртлар тенгламалари, алгебраик нисбатлар, соҳани тавсифловчи, объект жисмини ташкил этувчи, графалар, руйхатлар ва ҳ.к.лар мажмуи сифатида акс эттирилиши мумкин.

Иерархик даражага тааллуқлилиги бўйича математик моделлар **микро-, макро-** ва **методаражага** хос бўлиши мумкин, уларда мураккаб техникавий объектларнинг турли хоссалари ифодаланади.

Микродаражада математик моделлар объект унсурларидаги физик ҳолат ва жараёнларни акс эттиради. Бу моделлар (хусусий ҳосилалардаги дифференциал тенгламалар системалари)да мустақил ўзгарувчилар бўлиб фазовий координата ва вақт ҳисобланади.

Макродаражада фазо айрим деталлар унсурларининг сифатини фарқлаган ҳолда дискретлаш амалга оширилади. Шу билан бирга мустақил ўзгарувчилар ичидан фазовий координаталар чиқарилади. Тегишли математик моделлар (алгебраик ёки оддий дифференциал тенгламалар системалари)да эркин бўлмаган ўзгарувчилар векторлари дискретланган фазонинг йириклаштирилган унсурлари ҳолатини тавсифловчи фазовий ўзгарувчиларини ҳосил қилади. Фазовий ўзгарувчиларга электр ва ток кучланиши, кучланишлар, тезликлар, ҳароратлар, сарфлар ва ҳ.к.лар киради. Бу ўзгарувчилар элементларни ўзаро таъсири ва ташқи муҳитга таъсирида ташқи хусусият юзага чиқаришини тавсифлайди.

Методаражада математик моделлар анча мураккаб деталлар мажмуини ифода этувчи унсурлар ўзаро алоқасигагина тааллуқли фазовий ўзгарувчиларни тавсифлайди. Бунда абстрактлаш ёрдамида физик жараёнлар тавсифида лойиҳаланаётган объектда кечувчи информациявий жараёнларни ифодалашга эга бўлинади. Методаражада турли-туман математик моделлардан фойдаланилади: оддий, дифференциал тенгламалар системалари, мантиқий моделлар системалари, оммавий хизмат кўрсатиш системаси имитация модели, топологик моделлар.

Ҳар бир даража ички тавсифини деталлаштириш даражаси бўйича математик моделлар тулиқ ва макромоделларга бўлинади. Биринчиси лойиҳаланаётган объект барча элементлараро алоқасининг аҳволини тавсифласа, иккинчиси унсурларни йириклаштириб ажратишдаги алоқани тавсифлайди.

Техникавий объект хоссасини ифодалаш усули бўйича математик моделлар қуйидаги асосий шаклларга эга бўлиши мумкин.

Аналитик шакл — моделларни кириш ва ички параметрлар функцияси сифатида чиқиш параметри ифодаси кўрилишида моделнинг ёзилиши. Бу моделлар юқори тежамкорлиги билан ажралиб туради, лекин сезиларли йўл қўйишлар қабул қилинганда ва чекланишлар белгиланганида уларнинг аниқлиги пасаяди ва айнийлик соҳаси тораяди.

Алгоритмик шакл — чиқиш параметрларини кириш ва ички параметрлар билан алоқаларини ёзиш, шунингдек методнинг танланган рақамли усули алгоритм шаклида бажарилади. Алгоритмик моделлар ичида кириш таъсири вақт бўйича берилганда объектдаги физик ёки инфор­мацион жараён имитацияси учун мўлжалланган имитацион моделлар муҳим табақани ташкил этади. Динамик объектнинг оддий дифференциал тенгламаларнинг системалари сифатидаги динамик объект модели шундай моделга мисол бўла олади.

Тархли ёки график шакл — моделни баъзи бир графика тилида, масалан, диаграммалар, графалар, муқобил тархлар ва ҳ.к.лар тилида ёзиш. Математик моделларнинг бндай шакли содда ва инсон идроклаши учун қулай. Бунда модел элементларини баён этишнинг ягона қондаси бўлиши керак.

Юқорида қайд этилган шаклдаги математик моделларни олиш учун **формал** ва **ноформал усуллардан** фойдаланилади. **Формал усуллар** унсурларининг моделлари маълум бўлган системанинг математик моделини олишда қўлланилади. **Ноформал** методларга келсак, булардан унсурлар математик моделларни олиш учун турли иерархик даражаларда фойдаланилади. Бу моделлар асосида моделлаштирилаётган техникавий объектда юз берадиган қонуний жараёнлар ва ҳодисаларни ўрганиш, турли омилларни фарқлаш, турли қабул қилинган ва асосланган йўл қўйишлар ва ҳ.к.лар ётади. Бу операцияларни бажарилиш натижасига универсаллик, аниқлик ва математик моделларнинг тежамлили­к даражаси боғлиқдир.

Ноформал усуллар назарий ва эмпирик (эксперимент) математик моделлар олишда қўлланилади. Биринчилари

кўрилаётган объектга хос жараёнлар ва улар қонуниятларини тадқиқ этиш натижасида, иккинчилари ташқи кириш ва чиқишларда фазовий ўзгарувчанларни ўлчаш йўли билан ва ўлчов натижаларини ишлаб чиқиш асосида объект хоссасининг ташқи кўринишини ўрганиш натижасида яратилади.

2.1.3. Математик моделлар ҳосил қилиш методикаси

✓ **Математик моделлар, қондага кўра, муайян техникавий соҳа мутахассислари томонидан турли экспериментал тадқиқотлар ва САПР воситалари ёрдамида тузилади.**

Моделлаштиришнинг қўпгина операциялари эвристик тавсифга эга. Бироқ бир қатор қондалар ва йўллар борки, булар математик моделлар олиш методикасини ташкил этади.

1. **Техникавий объект хоссасини белгилаш**, мазкур объект моделда акс эттирилиши ва бўлажак модел универсаллик даражасини белгилаб берувчи ҳисобланади.

2. **Илмий-техникавий, патент ва маълумотномалар, прототипларни баён этиш**, экспериментал тадқиқотлар натижалари ва ҳ.к.лар сингари турли манбалар бўйича **моделлаштирилаётган техникавий объектнинг танланган хоссалари ҳақида априор информациялар** тўплаш.

3. **Математик модел тузилишини синтезлаш**, кириш ва чиқиш параметрларининг конкрет рақамли қийматларисиз модел тенгламалари умумий кўринишини ҳосил қилиш. Моделлаштиришнинг бу операцияси энг масъул ва қийинчилик билан формаллаштирилади.

4. **Математик моделларнинг параметрлари рақамли қийматларини белгилаш** қуйидагича амалга оширилади:

– **иккинчи босқичда тўпланган априор информацияларни ҳисобга олиб, ўзига хос ҳисоб муносабатларидан фойдаланиш;**

– **экспериментал топшириқни ечиш, бунда мақсадли функция бўлиб объектнинг чиқиш параметрлари маълум қийматларини моделдан фойдаланиш натижалари билан мос келиш даражаси ҳисобланади;**

– **экспериментлар ўтказиш ва улар натижаларини ишлаб чиқиш;**

5. **Моделда олинган аниқликни баҳолаш ва унинг айнийлик соҳасини белгилаш.**

6. Математик моделни фойдаланилаётган кутубхонада қаби-
қилинган модел шаклида тасаввур этиш.

Шуни таъкидлаш зарурки, келтирилган усулларнинг 2.
босқичлари исталган натижага тадрижий равиш
яқинлашишга кўра бир неча марта бажарилиши мумкин.

Резюме. Илмий тадқиқотларда математик моделлар ке-
қўлланади. Булар улар ҳақида кўплаб информацияни қўлай ша-
лда ифодаловчи сунъий системалар ҳисобланади. Моделлашти-
ришдан мақсад «мавжуд олам»ни математика тилида тавсиф-
лашдан иборатдир. Моделлаштириш жараёни муайян тарз
бажарилади. Бунда математик моделлар универсал
(тўлақонлилик), айнийлик, аниқлик ва тежамкорлик талаб-
рига жавоб бериши лозим. Математик моделлар техникавий
объект хоссасини акс эттирувчи, даражавий босқичга та-
луқлилик тавсифи, битта тенглама ичидаги тавсифлаш
қисмларга ажратиш даражаси, техникавий объект хоссасин
намоён қилиш усули, модел олиш усули бўйича таснифланади.

2.2. Тадқиқот объектларининг модели

2.2.1. Топологик математик моделлар

Топологик математик моделлар техникавий объект унсур-
ларининг таркиби ва ўзаро алоқасини графалар, турли матри-
цалар, рўйхатлар ва ҳ.к. лар ёрдамида ифодалайди.

Бундай моделлар технологик жиҳозлар компоновкасини
йиғилиш тарҳини, деталлар жойлашишини, қўшилмалар трассиров-
касини, технологик жараёнлар тузилишини ва ҳ.к.ларни ифодалай-
ди. Графалар тарзидаги математик моделлар САПРда конструктор-
лик ва технологик лойиҳалашдаги синтез топширигини бажаришда
программавий таъминотни, маълумотлар базасини лойиҳалашда
макромиқёсда таҳлил масаласини ечишда кенг фойдаланилади.

Графаларни компоновкалар тузилишининг математик мо-
деллаштиришда қўллашга ўтишдан олдин улар назариясидаги
асосий хулосалар ва тушунчаларни кўриб ўтамиз.

Граф $G = (X, W)$ — кўплаб X чўққи (қисмлар) ва кўплаб W —
уларни боғловчи қобирга (бутоқлар). Граф, агар унинг қобирғаси
муайян йўналишга эга бўлса, мўлжалли (орграф) деб аталади (2.02-
расм).

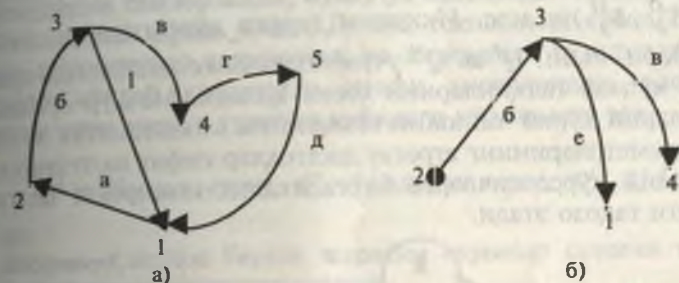
Кичик граф — графнинг қисми (2.02,6-расм), баъзи
қобирғалардан ташкил топади ва ҳамиша улар чўққисига ин-
цидент бўлади.

Йўналиш, маршрут — аралаш қобирғалар мунтазамлиги,
ягона ва айни шу чўққига туташ қобирға ҳам шуларга таал-
луқли. Йўналиш такрорланувчи қобирғалар ва чўққиларга эга
бўлиши мумкин.

Занжир — турли қобирғалардан иборат йўналиш.

Боғланган граф — граф, занжир билан туташтирилган ҳар
қандай қобирға жуфтлиги (2.02- расм, а).

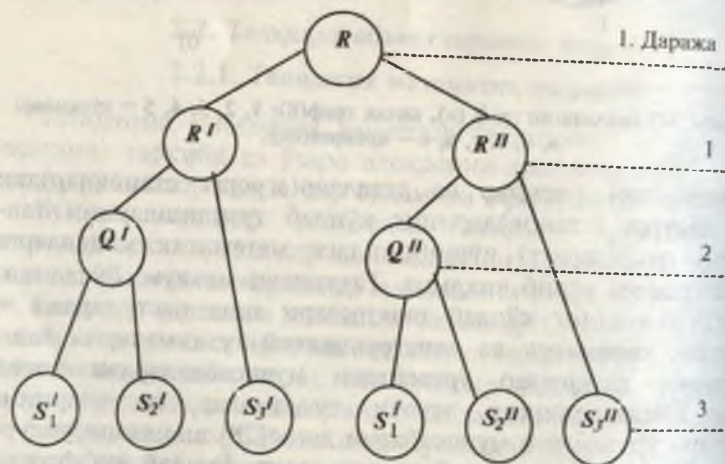
Дарахт — цикларга эга бўлмаган, боғланган граф.



2.02.- расм. Мўлжалланган граф (а), кичик граф(б): 1, 2, 3, 4, 5 — чўққилар;
а, б, в, г, д, е — қобирға(ёй).

Уйғунлашган қисмлар ва деталлар(агрегат станоклар)дан
иборат дастгоҳ (станок)ларнинг кўплаб тузилишларини тав-
сифловчи граф(дарахт) кўринишидаги математик моделларга
оид мисолларни кўриб чиқамиз. Таҳлилдан маълум бўладики,
мазкур тузилманинг кўплаб талқинлари анча паст даража —
технологик, кинематик ва **конструкциявий** тузилмаларни таш-
кил этувчи талқинлар ўртасидаги **муносабатлардан** ҳосил
бўлади. Бунда ташкил этувчи тузилмалар ва уларнинг
талқинлари ўртасидаги муносабатни детал[28] шакллари унсур-
лари икки турига кўра қараб чиқиш зарур. Бундай дифферен-
циация (фарқлаш)ни кўрсатилган шакллар унсурлари учун ту-
зилма талқинлари деталлар параметрларининг икки турли гу-
руҳига боғлиқлиги тақозо этади. Масалан, биринчи гуруҳга
элементар сирт (геометрик параметрлар, аниқлик ва сифат па-
раметрлари)га ишловни тавсифловчи параметрлар, иккинчи
гуруҳга эса — элементар сиртлар ва улар аниқлигининг ўзаро
жойлашишини тавсифловчи параметрлар кириди. Бундан
ташқари технологик-кинематик тузилмани ташкил этувчи
талқинлар ҳосил бўлувчи тарҳда фарқлар ҳам мавжуд.

Ана шундай дифференциявий ёндашилганда компановка қилиниши кўплаб талқинлари шаклланишининг тархини 2-расмда келтирилган дарахт тарзида тасаввур этиш мумкин. Бунда чўққилар тузилмани ташкил этувчи кўплаб талқинлар қобиргалар эса улар ўртасидаги муносабатни англатади. Маълум кур дарахт ташкил этувчи тузилма уч даражасига эга. Учунчи даражада кўплаб технологик, кинематик ва конструкциявий тузилмалар мавжуд бўлиб, бу тузилмалар элементар сиртлар (S_1^I, S_2^I, S_3^I) га мувофиқдир ҳамда улар жуфтликлар $(S_1^{II}, S_2^{II}, S_3^{II})$ га мос. Иккинчи даража кўрсатилаган шакллар унсурлари, яъни, Q^I ва Q^{II} учун технологик-кинематик тузилма (ТКТ) кўплаб талқинларини ҳосил қилади. Мазкур оралиқ тузилмаларни кўриб чиқишни технологик ва кинематик тузилмалар параметрларининг агрегат дастгоҳлар сифат ва техникавий иқтисодий кўрсаткичларга биргаликдаги таъсирини белгилаш зарурати тақозо этади.



2.03- расм. Компановка қилинган тузилмалар кўплаб талқинлари дарахти

R^I ва R^{II} — элементар сиртлар ва уларнинг жуфтликлари учун мос бўлган компановка қилинган тузилмаларнинг кўплаб талқинлари; Q^I ва Q^{II} — деталлар кўрсатилган шакллар унсурлари учун технологик-кинематик тузилмаларнинг кўплаб талқинлари; S_1^I, S_2^I, S_3^I ва $S_1^{II}, S_2^{II}, S_3^{II}$ — деталлар кўрсатилган

шакллари унсурлари учун технологик, кинематик ва конструкциявий тузилмаларнинг кўплаб талқинлари.

Биринчи даражада элементар сиртлар (R^I) уларнинг жуфтликлари (R^{II}) учун компановка қилинган тузилмаларнинг кўплаб талқини мавжуд. Бу тузилмалар ишлов берилаётган детал шакллари унсурлари мажмуи учун компановка қилинган кўплаб R талқинларни ҳосил қилади.

Кўриб ўтилган топологик математик модел компановка қилинган тузилма таркиби ва унинг унсурлари ўртасидаги боғлиқликни тавсифлайди, булар ўз навбатида етарлича мураккаб тузилмани ифода этади. Демак, технологик-кинематик тузилма параметрлар технологик ва кинематик тузилмаларга таъаллуқли кўплаб қийматлар синфи ҳисобланади, элементар сиртлар учун мазкур тузилма қуйидаги кўринишга эга:

$$Q^I = \{\text{босқич}, \text{гуруҳ}, K_1^I, K_n^I, \text{кичик класс}, K_1^I, K_n^I\} \quad (2.04)$$

бунда:

босқич — ишлов бериш жараёни оқимлар сонини тавсифлайди:

Б1 — бир оқимли жараён; Б2 — кўпоқимли жараён.

Гуруҳ — асосий ва ёрдамчи вақтлар алмашинув даражасини тавсифлайди: Г1 — алмашинувсиз $t_{\text{ур}}$ (тановорни ўрнатиш ва детални ечиш вақти)ли узлукли ишлов; Г2 — алмашинув $t_{\text{ур}}$ ли узлукли ишлов;

K_1^I — деталлар ўрнатилиш сони; бир ўрнатишда $K_1^I = 1$, бир нечтада — $K_1^I \geq 2$;

K_n^I — ишлов бериш позицияси сони: бир позицияда $K_n^I = 1$, бир неча позицияда $K_n^I \geq 2$;

кичик класс — технологик ўтишлар бажарилиши тадрижийлигини тавсифлайди, кичик класс А — тадрижий, кичик класс В — технологик ўтишларни паралелл бажариш;

K_1^I ва K_n^I — бериш гуруҳи ва асосий ҳаракат сони.

2.04- расмда икки технологик ўтиш учун кўрсатилган технологик-кинематик тузилмалар кўплаб талқинлари граф (дарахти) берилди.

У кўплаб

$$Q^I = \{q_1^I, \dots, q_2^I, \dots, q_j^I, \dots, q_{64}^I\} \quad (2.05)$$

2.2.2. Матрица кўринишидаги топологик моделлар

Конструкторлик ва технологик лойиҳалашни автоматлаштиришда бинар муносабатлар, аралашлик, мувофиқлик ва б. инцидентлиги матрица кўринишидаги топологик моделлар кенг қўлланади. Улардан объектлар тузилиш хоссаларини, объектлараро кўплаб алоқаларни тавсифлаш учун, информация таъминотини формалаштириш ва ҳ. к. учун фойдаланилади.

Моделлаштиришда кўпинча икки ўринли ёки бинар R муносабатлар қўлланади, булар кўплаб X учун $x_i R_j$ тарзида ёзилади. Бундай ёзиш шуни англатадики, x_i ва x_j R га муносабатда бўлади (кейинги ўринларда қисқалик талабига кўра бинарларни тушириб қолдирамиз). Масалан, кўплаб натурал бутун сонларнинг N га муносабати $\leq$ бўлиши, «бирдан фарқли умумий тақсимловчи бўлиши», «тақсимловчи бўлиши» ва ҳ. к. бўлиши мумкин. $\leq$ муносабат $\langle 7, 9 \rangle$ ва $\langle 7, 7 \rangle$ жуфтлик учун бажарилади, лекин $\langle 9, 7 \rangle$ ва $\langle 14, 13 \rangle$ жуфтлик учун бажарилмайди. «Тақсимловчи бўлиш» муносабати $\langle 2, 4 \rangle$ ва $\langle 3, 3 \rangle$ жуфтлик учун бажарилади, лекин $\langle 4, 2 \rangle$ ва $\langle 7, 9 \rangle$ жуфтлик учун бажарилмайди. Сўнг кўплаб P одамларга «бир шаҳарда истиқомат қилиш», «ёшроқ бўлиш», «ўғил бўлиш», «таниш бўлиш» ва ш. к. муносабатларда бўлиши мумкин.

Сўнгги кўпликлардаги муносабат одатда рўйхат ёки инцидентлик матрицасида берилади. Демак кўплаб M учун муносабат инцидентлик матрицаси $= \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ — бу, m тартибли S квадрат матрица, бунда i -нчи қатор ва j - устун кесишган нуқтадаги C_{ij} унсур қуйидаги тарзда топилади:

$$C_{ij} = \begin{cases} 1, \text{ агар } a_i R a_j \text{ бўлса} \\ \text{акс холда } 0 \end{cases} \quad (2.06)$$

Масалан, сўнгги кўплик учун $N = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ муносабат инцидентлиги матрицаси $\leq$ 2.01- жадвалда келтирилади.

Автоматлаштирилган лойиҳалашнинг информация таъминотини ишлаб чиқишда турли маълумотномалар — ДавС, меъёрий, фармойиш материаллар, технологик жиҳозлар паспорт маълумотлари ва ҳ. к. ларни формал тавсифлаш зарурати туғилади. Шу мақсадда турли матрица жадваллар тарзидаги моделлардан: маълумотнома жадваллар, ечимлар жадвали, мутаносибликлар ва б.лардан кенг фойдаланилади.

2.01- жадвал

Кўплаб N учун муносабат $\leq$ инцидентлик матрицаси

	1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	1	1	1
2	0	1	1	1	1	1
3	0	0	1	1	1	1
4	0	0	0	1	1	1
5	0	0	0	0	1	1
6	0	0	0	0	0	1

Маълумотнома жадваллардан кўплаб намунавий ечимлар (технологик жиҳозлар, асбоб-ускуналар, буюмлар)ни тавсифлашда фойдаланилади, бундан ташқари турли меъёрий-ҳуқуқий информациялардан ҳам фойдаланилади. 2.05- расмда маълумотнома жадвал тузилиш тархи келтирилди ва у билан ишлаш тамойили кўрсатилди. Жадвалнинг сўл қисмида кўплаб намунавий ечимлар — $HE = \{HE_1, \dots, HE_i, \dots, HE_n\}$ ёзилади, юқори қисмида эса, кўплаб қўлланишликлар — $K = \{K_1, \dots, K_j, \dots, K_m\}$ ёзилади. Жадвалнинг марказига қўлланишлик параметрларининг қийматлари X_{ij} , $i=1, \dots, n$; $j=1, \dots, m$, ечимлар тавсифи қўйилади.

Мазкур жадвални ўқиш қуйидагичадир: аввал талаб этилаётган намунавий ечим (масалан, HE_i)ни излаш амалга оширилади, сўнг унинг тавсифи ($X_{i1}, \dots, X_{ij}, \dots, X_{im}$) тегишли қаторда ҳисобланади.

Тишйўнар станоклар асосий тавсифини тасвирлаш учун қўриб ўтилган моделдан фойдаланишга мисол 2.02- жадвалда берилди.

	M_1	...	M_j	...	M_m
HE_1	X_{11}	...	X_{1j}	...	X_{1m}
...	...	...	...	...	...
HE_i	X_{i1}	...	X_{ij}	...	X_{im}
...	...	...	...	...	...
HE_n	X_{n1}	...	X_{nj}	...	X_{nm}

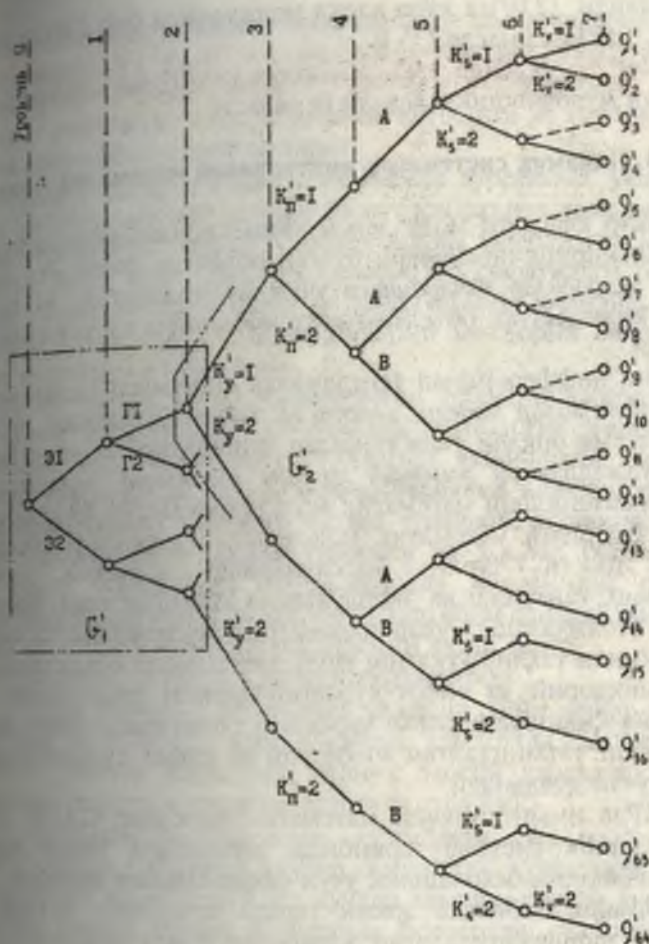
2.05- расм. Маълумотнома жадвал тузилиш тархи

Тишйўниш станоклари тавсифининг маълумотинома жадвали

Станок модели	Деталлар ўлчами, мм				Тишли чамбар параметрлари			
	Диаметр		Узунлик		Модул, мм		Тиш қичми бурч, °	
	D min	D max	L min	L max	m min	m max	β min	β max
5A702Г	60	320	0	110	1,5	6	0	35
5703В	125	500	0	80	1,75	8	0	17
5717С	300	800	0	200	2,0	8	0	35

Маълумотнома жадваллар қайтма топшириқни — қўлланиш параметрлари қиймати бўйича эҳтимолий техник ечимларни излашни — ечишга имкон бермайди. Бу топшириқни мувофиқлик жадвали тарзидаги моделлардан фойдаланиб ечиш мумкин. Мувофиқлик жадвали тузилиши 2.06- расмда келтирилди. Унинг сўл устунда, маълумотнома жадвалдаги каби кўплаб намунавий ечимлар $HE = \{HE_1, \dots, HE_i, \dots, HE_n\}$ ёзилади. Жадвалнинг юқори қисмида эса қўлланишлик параметрлари $K = \{K_1, \dots, K_j, \dots, K_m\}$ билан бир қаторда уларнинг тавсифий қийматлари $X_j^k, j=1, \dots, m; k=1, \dots, s$. Мувофиқлик жадвалининг марказий қисмини мантиқий ўзгарувчанлар массиви $e_{ij}^k, i=1, \dots, n; j=1, \dots, m; k=1, \dots, s$ эгаллайди, булар қуйидагича аниқланади.

Маълумотнома жадваллар қайтма топшириқни — қўлланиш параметрлари қиймати бўйича эҳтимолий техник ечимларни излашни — ечишга имкон бермайди. Бу топшириқни мувофиқлик жадвали тарзидаги моделлардан фойдаланиб ечиш мумкин. Мувофиқлик жадвали тузилиши 2.06- расмда келтирилди. Унинг сўл устунда, маълумотнома жадвалдаги каби кўплаб намунавий ечимлар $HE = \{HE_1, \dots, HE_i, \dots, HE_n\}$ ёзилади. Жадвалнинг юқори қисмида эса қўлланишлик параметрлари $K = \{K_1, \dots, K_j, \dots, K_m\}$ билан бир қаторда уларнинг тавсифий қийматлари $X_j^k, j=1, \dots, m; k=1, \dots, s$. Мувофиқлик жадвалининг марказий қисмини мантиқий ўзгарувчанлар массиви $e_{ij}^k, i=1, \dots, n; j=1, \dots, m; k=1, \dots, s$ эгаллайди, булар қуйидагича аниқланади



2.04- расм. Элементар сиртлар учун технологик-кинематик тузилмалар қўлаб талқинларининг граф (даракхт)и

$$e_{ij}^k = \begin{cases} 1, & \text{агар } x_j^k \in K_i, \quad i = 1, \dots, n; \quad j = 1, \dots, m; \quad k = 1, \dots, s \\ \text{акс ҳолда } 0 \end{cases} \quad (2.07)$$

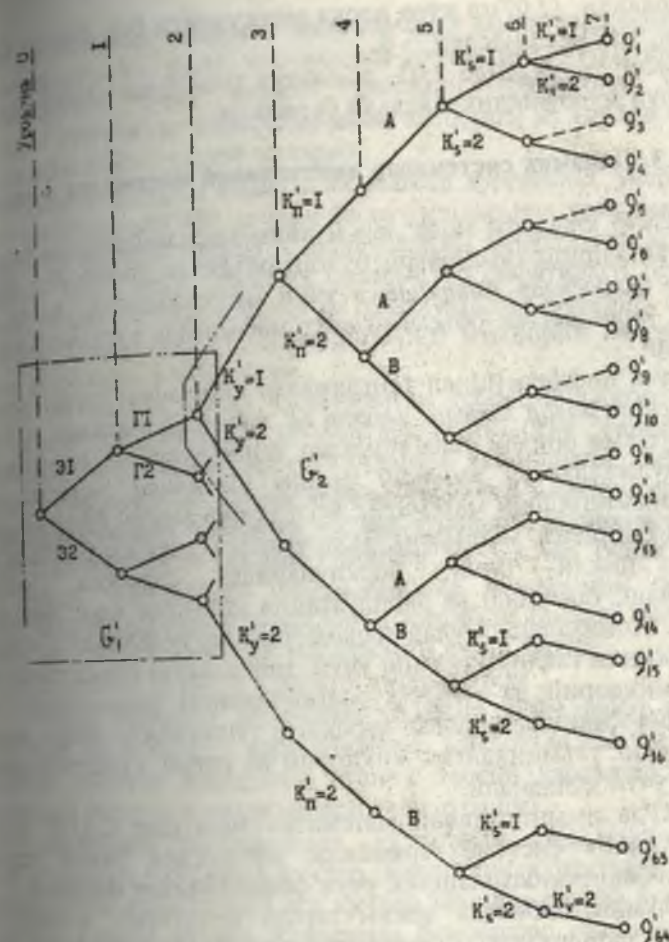
Бу мантиқий қўлашлар техникавий ечимлар ва қўлланишлик параметрлар қиймати ўртасидаги боғлиқликни

Тишйўниш станоклари тавсифининг маълумотнома жадвали

Станок мо- дели	Деталлар ўлчами, мм				Тили чамбар параметрлари			
	Диаметр		Узунлик		Модул, мм		Тили қичири б чаги	
	D min	D max	L min	L max	m min	m max	β min	β max
5A702Г	60	320	0	110	1,5	6	0	35
5703В	125	500	0	80	1,75	8	0	17
5717С	300	800	0	200	2,0	8	0	35

Маълумотнома жадваллар қайтма топшириқни — қўлланиш параметрлари қиймати бўйича эҳтимолий техник ечимларни излашни — ечишга имкон бермайди. Бу топшириқни мувофиқлик жадвали тарзидаги моделлардан фойдаланиб ечиш мумкин. Мувофиқлик жадвали тузилиши 2.06- расмда келтирилди. Унинг сўл устунда, маълумотнома жадвалдаги каби қўлаб намунавий ечимлар $HE = \{HE_1, \dots, HE_i, \dots, HE_n\}$ ёзилади. Жадвалнинг юқори қисмида эса қўлланишлик параметрлари $K = \{K_1, \dots, K_j, \dots, K_m\}$ билан бир қаторда уларнинг тавсифий қийматлари $X_j^k, j=1, \dots, m; k=1, \dots, s$. Мувофиқлик жадвалининг марказий қисмини мантиқий ўзгарувчанлар массиви $e_{ij}^k, i=1, \dots, n; j=1, \dots, m; k=1, \dots, s$ эгаллайди, булар қуйидагича аниқланади.

Маълумотнома жадваллар қайтма топшириқни — қўлланиш параметрлари қиймати бўйича эҳтимолий техник ечимларни излашни — ечишга имкон бермайди. Бу топшириқни мувофиқлик жадвали тарзидаги моделлардан фойдаланиб ечиш мумкин. Мувофиқлик жадвали тузилиши 2.06- расмда келтирилди. Унинг сўл устунда, маълумотнома жадвалдаги каби қўлаб намунавий ечимлар $HE = \{HE_1, \dots, HE_i, \dots, HE_n\}$ ёзилади. Жадвалнинг юқори қисмида эса қўлланишлик параметрлари $K = \{K_1, \dots, K_j, \dots, K_m\}$ билан бир қаторда уларнинг тавсифий қийматлари $X_j^k, j=1, \dots, m; k=1, \dots, s$. Мувофиқлик жадвалининг марказий қисмини мантиқий ўзгарувчанлар массиви $e_{ij}^k, i=1, \dots, n; j=1, \dots, m; k=1, \dots, s$ эгаллайди, булар қуйидагича аниқланади



2.04- расм. Элементар сиртлар учун технологик-кинематик тузилмалар қўлаб талқинларининг граф (даракт)и

$$e_{ij}^k = \begin{cases} 1, & \text{агар } x_j^k \in K_i, i=1, \dots, n; j=1, \dots, m; k=1, \dots, s \\ \text{акс холда } 0 \end{cases} \quad (2.07)$$

Бу мантиқий қўллашлар техникавий ечимлар ва қўлланишлик параметрлар қиймати ўртасидаги боғлиқликни

тавсифлайди. (2.07)га кўра алоқа мавжудлиги бир билан бўлади, мавжуд эмаслик — 0.

Мисол тариқасида 2.03- жадвалда тишйўнар станокни лаш учун мувофиқлик жадвали берилади.

2.2.3. Динамик системалар имитациявий математик модели

Мазкур класдаги моделлар муайян вақт мобайнида турбериш кириш таъсирлари бўлган объектда физик ёки имитацион жараёнлар имитацияси учун мўлжалланган, яъни улар тадқиқ қилинаётган объектни вақт мобайнида хусусиятини эътиради.

Оддий дифференциал тенгламалар системаси тарзидаги динамик системалар модели, электр ва электрон тархлар, шунингдек система орқали талабномалар ўтиш жараёни имитацияси учун мўлжалланган оммавий хизмат кўрсатиш системасининг модели имитациявий математик моделларга мисол бўла олади.

Имитациявий математик моделлардан мураккаб объектлар ҳаётий цикли турли босқичларида, айниқса, улар лойиҳалаш, тайёрлаш ва эксплуатация қилишда кенг фойдаланилади. Лойиҳалашда улар параметрик ва тузилмавий синтез қўп талқинли таҳлил ўтказиш учун; тайёрлашда объектнинг оптимал миқдорий ва сифат-кўрсаткичларини таъминлаш; эксплуатация қилишда — аввал ҳаракатга туширишда «тор» жойни излаш, сўнг таъминланган миқдорий ва сифат кўрсаткичларини сақлаш учун қўлланади.

САПРда имитациявий математик моделлар САПР функционал кичик система таркибида, шунингдек унинг ишлаш кўрсаткичларини баҳолашлик учун фойдаланиши мумкин.

Маълумки, табиатда эркин тарзда кечадиган, шунингдек техникада фойдаланиладиган жараёнлар ичида тебраниш етакчи ўринни эгаллайди. Бир ҳолатда тебраниш зарарли бўлиши қўтилиш, имкон борича, улар зарарли таъсирини бартараф этиш, лозим; бошқа ҳолатда улар фойда келтиради ва тебранишни мақсадли ва самарали қўллаш лозим.

Техника ва инсон фаолиятида тебраниш куйидагича зарар етказилади:

— муҳим конструкциялар пухталигига тўғридан-тўғри ҳаёт тугдиради: сувқувур, турбиналар парралари ва ҳаво парралари, кўприклар, саноат бинолари шифтлари ва ш.к. га;

— техникавий объектни эксплуатация қилиш шароитини издан чиқаради ва улар техникавий-иқтисодий кўрсаткичлари ёмонлашувиға олиб келади (масалан, тебраниш металл қирқувчи станоклар самарадорлиги, аниқлиги ва ишлов бериш сифати пасайишиға олиб келади);

— шахсга зарарли физиологик таъсир кўрсатади, улар организмизми вибрацияли қўл асбоби билан ишлаганда узоқ вақт титришлик таъсирида бўлади. Санаб ўтилган зарарли таъсирларни бартараф этиш учун динамик системалар сифатидаги техникавий объектларни барпо этиш ва эксплуатация қилишда олдиндан кўра билиш ҳамда тебранишларни миқдорий баҳолашдан иборат масалани ечиш зарур.

Сунъий тарзда ҳосил қилинадиган тебранишларнинг фойдаси турли жараёнларда, шунингдек технологик жараёнларда техникавий-иқтисодий кўрсаткичларни яхшилашда кўринади. Қўламли тебранишли ишлов бериш, тебранма қирқиш, сочилувчан материалларни тебранма юклаш-тушириш, шунингдек доналанган танаворларни юклаш-тушириш ва ҳ.к.лар бунга мисол бўла олади. Титрашдан фойдаланишда жараённинг оптимал кириш жараёнларини таъминловчи тартибни танлаш мақсадида уларни миқдорий баҳолаш масаласини ечиш зарур.

Титрашнинг куйидаги асосий турлари бор:

— эркин титраш, мувозанат ҳолатига яқин фақат тикловчи кучлар ва таъсирга қарши кучлар таъсирида амалга ошади (масалан, тўхташ жараёнида станок асосий ҳаракатини ишга туширувчи динамик системаларнинг титраши);

— мажбурий тебранишлар, қўзғатувчи ёки мажбуруловчи деб аталадиган тикловчи кучлар, қаршилиқ кўрсатувчи кучлар ва даврийлик хусусиятига эга кучлар таъсири остида юз беради (масалан, ишлов бериш жараёнида фрезерлаш станогини асосий ҳаракатга келтирувчи динамик системанинг титраши);

— параметрик титрашлар, параметрлари (қаттиқлиги ёки эластиворли) белгиланган тартибда вақт мобайнида даврий ўзгарувчи (масалан, маятникнинг тебраниши, осилиш ўқи тик йўналишда белгиланган тебранишни амалга оширади)ган динамик системаларда юзага келади;

— автотитраш, тебранмас тавсифи манбадан динамик системаларга келтириладиган энергия ёрдамида сақлаб туриладиган сўнмас стационар (муқим) титрашдан иборат (масалан,

автотитраш ишлов бериш жараёнида муайян шароитларда талл қирқувчи станокларда бўлиши мумкин).

Санаб ўтилган титраш турлари муайян шароитларда, маълуман, амалда металл қирқувчи станокларнинг барча турларида учрайди, одатда, улар иши натижасига таъсир кўрсатади. Шунинг учун самарадорлик ва ишлов бериш аниқлигига таъсир этувчи динамик сифат кўрсаткичларни белгилаш учун станокларни динамик ҳисоб-китоб қилиш зарур бўлилади. Станок асосий динамик сифат кўрсаткичи бўлиб қуйидагилар ҳисобланади [24]: **бикрлик захираси, ташқи таъсирга ва тез таъсирга система акс таъсири**, булар системани ўтиш жараёни давомийлигини белгилаб беради.

Бикрлик захираси системанинг у ёки бу параметри (қаттиқлик, масса, чизиқли ўлчами, ҳаракат тезлиги ва б.)нинг бир ҳолда ёки биргаликда унинг бикрлигини йўқотишларга ўзгариш имконини тавсифлайди.

Системанинг ташқи таъсирга акс таъсирига келсак, у асосан танаворнинг (ишлов бериш аниқлигини баҳолашда) нисбатан силжишлари ёки ҳаракат тезлигининг берилгандан чет чиқиш тарзидаги ишорат, зўриққан деталлардаги зўриқиш ёки туташув жойлардаги зўриқиш тарзида (система ишончилиги ва узоқ муддатлилигини баҳолашда), титраш параметрлари таъсири (системанинг титрашга бардошлилигини баҳолашда) қизиш ҳарорати ва қизиб емирилиши ва б. тарзида тавсифланади.

Металл қирқувчи станокнинг реал динамик системаси мураккаб ёпиқ кўп контурли системадан иборатдир [29], унинг ичига мўрт система (станок — мослама — асбоб — детал)ни, унинг ҳаракатчан қўшилмаларидаги иш жараёнини (қирқувчи ишқаланиш, двигателлардаги жараёнларни) ва ташқи муҳит таъсири (ҳарорат, титратишлар ва б.)ни олади. Мазкур титратувчи система тақсимланган инерцион, мўрт ва ёпишоқ диссипатив параметрлар билан саноксиз миқдордаги эркинлик даражасига эга ва мувофиқ тарзда, *саноксиз миқдорда ўз тебраниш частотасига* эга. Табиийки, бундай системани аниқ ҳисоб-китоб қилиш амалда мумкин эмас.

Реал мўрт станок системасининг динамик сифат кўрсаткичларини белгилашда **эркинлик даражаси сўғимли миқдорли** система кўринишидаги **ҳисоб-китоб тархи** билан алмаштирилади, бу осма мўрт ва диссипатив (титраш энергиясини сочиб юборувчи) муайян миқдордаги тўпланма массаларни

ўз ичига олади. Шу билан бирга кўрсатилган унсурлар линияли тавсифга эгаллиги эҳтимоли кўзда тутилади. Реал мўрт станок системасини бундай алмаштириш кўпчилик корпусли ва бошқа деталлар катта ҳажм ҳамда қаттиқликка эга, деформация асосан туташ жойларда содир бўлади. Агар системада тақсимланган параметрли деталлар бўлса, бунда улар мўрт унсурлар (стержен, пластина) тарзидаги бир ерга тўпланган инерциявий параметрли моделлар билан алмаштирилади.

Техник объектлар, шу жумладан металл қирқувчи станоклар реал мўрт системасини алмаштириш, албатта, динамик сифатни белгилашда хатоликларни содир этади. Шунинг учун ҳисоб-китоблар аниқлиги ва уларни амалга ошириш имкониятини таъминлаш учун тардқиқ этилаётган техникавий объектларнинг миқдорий эркинлик даражасини самарали чеклашга интилиш лозим.

Келтирилган динамик системаларнинг ҳолати, маълумки, линияли биржинсли дифференциал тенгламалар тарзидаги математик модел билан тавсифланади. Динамик система ҳаракати дифференциал тенгламаси умумий кўринишда Лагранж тенгламаси шаклида олинishi мумкин, булар консерватив кучларда қуйидаги кўринишга эга бўлади

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} + \frac{\partial \Pi}{\partial q_i} = Q_i \quad (i = 1, 2, \dots, 3) \quad (2.08)$$

бунда T ва Π — кинетик ва потенциал энергия;

q_i ва $\dot{q}_i$ — умумлаштирилган координаталар ва тезликлар;

S — эркинлик даражаси сони (умумлаштирилган координатлар);

Q_i — умумлаштирилган мажбурловчи кучлар.

Мувозанат ҳолатига яқин стационар алоқали системалар секин ҳаракатида кинетик ва потенциал энергия

$$T = \frac{1}{2} \sum_{i,j=1}^S a_{ij} \dot{q}_i \dot{q}_j, \quad \Pi = \frac{1}{2} \sum_{i,j=1}^S c_{ij} q_i q_j, \quad \text{га тенг бўлади} \quad (2.09)$$

Системада Т ва П қийматини қўйиб (2.08) қуйидаги дифференциал тенглама системасига эга бўламиз*

$$\sum_{j=1}^S (a_{ij}\ddot{q}_j + c_{ij}\dot{q}_j) = Q_i \quad (i = 1, 2, \dots, S) \quad (2.10)$$

бунда $a_{ij} = a_{ji}$ — инерциявий коэффициент;

$c_{ij} = c_{ji}$ — қаттиқликнинг умумлашган коэффициенти (параметрлар).

Дифференциал тенгламалар системасидан фойдаланиб (2.08), эркинлик даражаси сўнгги миқдорили привод математик моделини белгилаш мумкин.

Ҳисоб-китоб тарhini ишлаб чиқиш ва уни бир жинсли дифференциал тенглама системаси билан тавсифлаш — техникавий объект динамик системасини тадқиқ этиш ва таҳлил қилишнинг биринчи босқичи. Иккинчи босқич олинган математик моделни ҳисоблаш машинасидан фойдаланиб ечишдан иборатдир.

Электрон рақамли ҳисоблаш машиналари (ЭРХМ)да тузилган программа мувофиқ дискрет тур информацияни тадрижий суратда ишлаб чиқиш амалга оширилади. Ҳисоблаш натижалари, шунингдек, рақамлар дискрет тадрижийлиги кўринишида намоён бўлади. ЭРХМдан фарқли ўлароқ айни ҳисоблаш машиналари (қурилмалари)да ишлаб чиқиладиган информация вақт бўйича тинимсиз ўзгаради, бу тадқиқ этиладиган жараёни вақтнинг узлуксиз функцияси сифатида тасаввур этиш имконини беради. Бундан ташқари айний ҳисоблаш қурилмасидан механик ва титратувчи системаларни тадқиқ қилишда фойдаланиш мумкин, булар шу қурилмалардаги жараёнлар каби турдош (ўхшаш) математик моделлар билан тавсифланади.

Айний ҳисоблаш қурилмалари икки турга бўлинади. Биринчи тур қурилма механик титраш системаларини моделлаштириш унсурлар бўйича амалга оширилади. Тадқиқ этиладиган система ҳар бир унсурга бошқача физик табиатли қурилма унсури (масалан, электрик) мувофиқ келади, лекин у айний

* Дифференциал тенгламанинг мазкур системасида энергия диссипацияси (сочилиши) ҳисобга олинмаган.

математик нисбатда тавсифланади. Хусусан, электрик моделлаштириш маълум даражада тарқалади, бунда механик титратуш билан алмаштирилади, ундаги титраш механик титрашдаги сингари айний дифференциал тенгламаларда ифодаланди.

Иккинчи тур айний ҳисоблаштириш қурилмаларида биринчи тур қурилмалардаги каби тадқиқ этиладиган системанинг ўзи эмас, балки унинг ҳаракатини ифодаловчи дифференциал тенгламалар моделлаштирилади. Бундай тур қурилмалар айний ҳисоблаш машиналари (АХМ) деб аталади.

Биринчи тур айний ҳисоблаш машиналари ёрдамида механик-динамик системалар айнийлари — электрик моделлар қуриш учун механик занжирлар тушунчасини киритиш ва электрик ва механик системалар барча унсурларига икки-кўбلى сифатида қараш қулай [14].

Айний ҳисоблаш иккинчи тур қурилмаларида, яъни АХМларда механик-динамик системаларни системаларни моделлаштириш муайян йиғмаларни танлаш ва системани ташил тувчи функционал блокларнинг ўзаро боғлиқлигидан иборатдир, улардаги жараён тадқиқ этиладиган система айти шундай математик моделда ифодаланади. Мазкур ҳолда, юқоридаги таъкидланганидек динамик системанинг ўзи эмас, балки шу системани ифодаловчи математик модел моделлаштирилади. Муайян функционал блоklar туташуви турли тархлари математик моделларнинг анча мураккаб, хусусан нолинияли динамик системалар айнийи (аналоги)ни тузишга имкон беради.

АХМда айний-тарх тузиш умумий қондасини титрашлар оддий тенгламасини интеграллаш мисолида кўриб ўтамиз

$$\ddot{q} + k^2 q = 0, \quad (2.11)$$

бошланғич шартлар $q(0) = q_0$ ва $\dot{q}(0) = \dot{q}_0$.

Тенглама (2.11) ўрнига биринчи тартибли икки дифференциал тенгламани

$$\frac{dq}{dt} = \dot{q}, \quad \frac{d\dot{q}}{dt} = -k^2 q \quad (2.12)$$

ёки икки интеграл нисбат ёзиш мумкин

$$q = q_0 + \int_0^t \dot{q} dt, \quad \dot{q} = \dot{q}_0 - \int_0^t k^2 q dt.$$

АХМда $q(t)$ умумлашган координатининг айнийси бўлиб, $u(t)$ электр кучланиши ҳисобланади. Бу нисбат (2.13)ни ҳисобланган ҳолда u ва $\dot{u}$ учун қуйидаги кўринишни олади

$$u = u_0 + \int_0^t \dot{u} dt,$$

$$\dot{u} = u_0 - \int_0^t k^2 u dt$$

АХМда (2.14) ва (2.15) тенгламаларни олиш тамойилини кўриб чиқамиз. Ўзгарувчан кучланишни тенг сонли u га шакллантирувчи қуролма бор деб фараз қиламиз. Агар u каттагина интегралловчи блок (интегралловчи кучайтиргич)га киритилса,

унда унинг чиқишида вақт ҳар бир моментида $\int_0^t \dot{u} dt$ интеграл

қиймати олинади. Бу қийматни u_0 билан йиғувчи блок (йиғувчи кучайтиргич) ёрдамида йиғиндига айлантириб, тенглама (2.14) ни оламиз, у u жорий қийматини беради.

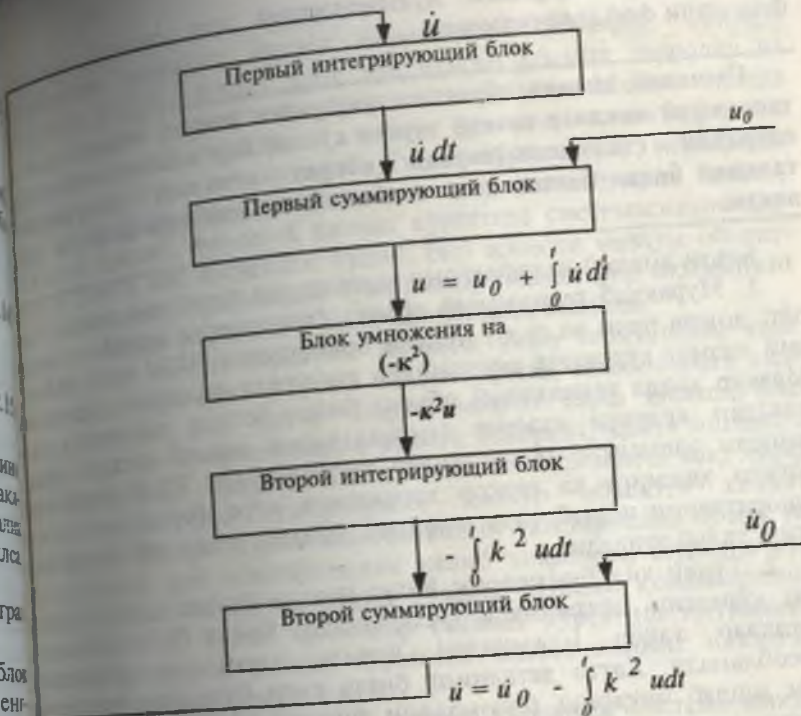
Сўнг, тенглама (2.15)га мувофиқ u олиш учун иккинчи интегралловчи блокка $k^2 u$ қийматни бериш лозим, олинган натижа u_0 билан қўшилади. Кўрсатилган операциявий унсурларни муайян тарзда боғлаб, титраш тенгламасини моделловчи (2.14) ёпиқ занжирга эга бўламиз. Ушбу занжир блок-тархи 2.07-расмда келтирилди.

Агар қандайдир усул билан биринчи йиғинди блок чиқишида кўрсатма олишга муваффақ бўлинса, унда интеграл

нисбат (2.13)га мос функция-айният $u = u_0 + \int_0^t \dot{u} dt$ топилган

бўлади. Агар кўрсатма иккинчи йиғинди блок чиқишидан олинса, унда интеграл нисбат (2.13)га мос функция-айният

$\dot{u} = u_0 - \int_0^t k^2 u dt$ топилган бўлади.



2.07- расм. Титраш тенглама айний блок-тархи

Динамик системалар айний моделлаштириш асослари шунга бағишланган ишларда [11] муфассал баён этилган.

2.2.4. Оммавий хизмат кўрсатиш системасининг иммитациявий математик модели

Оммавий хизмат кўрсатиш назарияси эҳтимоллар назариясининг бўлими сифатида телефон тармоқлари ривожига билан боғлиқ тарзда юзага келди. Шунинг учун бу назарияда телефония терминларидан кенг фойдаланилади: талабнома, чақириқ, буюртма, алоқа каналлари, сўзлашишнинг узунлиги ва ш. к. Бироқ, ҳозирги вақтда оммавий хизмат кўрсатиш назарияси усул ва натижалари мураккаб системалар функциясини таҳлил қилишда, турли соҳа (транспорт, ишлаб чиқариш, алоқа тизими, тиббий хизмат кўрсатиш, таъминот тизими ва ш. к.)да,

ишончилилик назарияси муаммоларини ҳал этишда фақиятли фойдаланилмоқда.

Оммавий хизмат кўрсатиш назарияси амалга оширишда тасодифий омиллар таъсир этувчи кўлаб бир жинсли элементар операция (талабнома)лардан иборат исталган операцияларни тадқиқ билан боғлиқ кенг миқёсдаги амалий вазифаларни этади.

Баъзи амалий вазифаларни мисолларда кўриб чиқамиз.

1. Мураккаб техникавий объект (технологик жараён, ш.к. шундай объектлар бўлиши мумкин. Мазкур ҳолда тасодифий хизмат кўрсатиш операцияси сифатида қаралиши мумкин. Шундай қилиб, оммавий хизмат кўрсатиш системасининг би- вақт давомида кетадиган) мавжудлиги ҳисобланади. Система хизмат кўрсатиш жараёни ушбу терминнинг кенг маъносиди қаралади: хусусан: объект (ариза, талабнома)га хизмат кўрсатиш бир қанча миқдор меҳнат сарф қилиш, бир қанча миқдор операцияларни амалга ошириш, қайта ишлашга бир мунча вақт ошириш, қайта ишлашга бир мунча вақт сарф этиш, кўринишни ўзгартириш, мазкур объектга хизмат кўрсатиш. Хизмат кўрсатиш объектини тавсифлашда қоида ва тартибларни ҳам тавсифлашдан келиб чиқилади, шуларга мувофиқ хизмат кўрсатиш содир бўлади. Муайян қоидаларнинг мавжудлиги ва баъзи тартиблар (хизмат кўрсатиш интизоми) борлиги оммавий хизмат кўрсатиш системасининг иккинчи шундай қилиб, оммавий хизмат кўрсатиш системасининг математик моделини олиш учун қуйидагиларни тавсифлаш ло- зар таъсир этади. Мазкур ҳолда ишлаб чиқариш линияси ш.к. сиз туриб қолиши эҳтимоли қандай, бункерлар тўлиб кетиши эҳтимоли нимага тенг каби масалани ечиш талаб этилади.

3. Ортиш ва тушириш портларига қатъий жадвал асосида келмайдиган кемалар юк ортиш, улардан юк тушириш бўйида денгиз порти ишини оммавий хизмат кўрсатиш операцияси деб ҳисоблаш мумкин. Мазкур ҳолда битта кемадан тушириш ва унга ортиш жараёни элементар операцияларга қисқартирилади. Кема портига кириб келган пайтдан бошлаб, тушириш ва ортиш тугагунча ўтган ўртача вақт нимага тенг қилинган масалани ечиш талаб этилади.

Оммавий хизмат кўрсатиш назариясининг математик модели тартиб даражада мавҳум (абстракт)ликка эга. Шунинг учун хизмат кўрсатилаётган объектнинг табиати, шунингдек унинг физик хоссалари мутлақо аҳамиятсиз. Магазинга келувчи

автоматик линияда ишлов берилаётган деталлар. Тейгер-Маттер ҳисоблагичида қайд этиладиган космик зарралар ва ш.к. шундай объектлар бўлиши мумкин. Мазкур ҳолда кўрсатилаётган объектларнинг пайдо бўлиши моментларигина аҳамият касб этиши мумкин. Чунки кўрилаётган моделнинг би- вақт мобайнидаги эволюцияси ана шу моментларга боғлиқ. Шундай қилиб, оммавий хизмат кўрсатиш системасининг би- вақт давомида кетадиган) мавжудлиги ҳисобланади. Система хизмат кўрсатиш жараёни ушбу терминнинг кенг маъносиди қаралади: хусусан: объект (ариза, талабнома)га хизмат кўрсатиш бир қанча миқдор меҳнат сарф қилиш, бир қанча миқдор операцияларни амалга ошириш, қайта ишлашга бир мунча вақт ошириш, қайта ишлашга бир мунча вақт сарф этиш, кўринишни ўзгартириш, мазкур объектга хизмат кўрсатиш. Хизмат кўрсатиш объектини тавсифлашда қоида ва тартибларни ҳам тавсифлашдан келиб чиқилади, шуларга мувофиқ хизмат кўрсатиш содир бўлади. Муайян қоидаларнинг мавжудлиги ва баъзи тартиблар (хизмат кўрсатиш интизоми) борлиги оммавий хизмат кўрсатиш системасининг иккинчи шундай қилиб, оммавий хизмат кўрсатиш системасининг математик моделини олиш учун қуйидагиларни тавсифлаш ло-

- бир жинсли ҳодисалар оқими кириш хоссаси;
- тадқиқ этилаётган система тузилиши;
- хизмат кўрсатиш интизоми ва хусусияти.

Булардан ташқари, аниқлаш лозим бўлган хусусият (мел-сон)лар кўрсатилиши керак.

Оммавий хизмат кўрсатиш системаси ишлаш жараёни тасо-дифий хусусиятга эга, чунки талабнома тушиш моменти ва уларга хизмат кўрсатишнинг давомийлиги тасодифий катта-ликлардир. Шунинг учун, тадқиқот тавсифи ҳам эҳтимолий ху-сусият касб этади. Шу муносабат билан оммавий хизмат кўрсатиш системасини тадқиқ этиш усуллари система эволю-циясини тавсифловчи ва мазкур жараённи тадқиқ этувчи баъзи тасодифий жараённи тузишга олиб келади.

Оммавий хизмат кўрсатиш системасининг ҳар қандай иши унга келади талабнома ва буюртмаларнинг тасодифий оқимини бажаришдан иборат бўлади. Келган буюртмага хизмат

кўрсатиш муайян вақт (тасодифий катталиқ) давом шундан сўнг хизмат кўрсатиш канали кейинги буюртма қабул қилишга тайёр бўлади. Шунинг учун оммавий кўрсатиш назариясининг вазифаси буюртмалар оқими ҳақида, айрим канал самарадорлиги, каналлар сони ва таъсир кўрсатиш самараси (муваффақияти) ҳисобланади.

Хизмат кўрсатиш самараси (вазифа шартлари ва таъсир мақсадига боғлиқ ҳолда) турли катталиқлар ва функциялар билан тавсифланиши мумкин:

- рад жавоб олган ва системадан хизмат кўрсатилган қайтган аризалар ўртача фоизи;
- айрим каналлар ва бутун система ишсиз турган ўртача вақт;
- навбат кутиб турилган ўртача вақт;
- тушган буюртма хизмат кўрсатишга тўхтовсиз сўраб қабул қилиниш эҳтимоли;
- навбат узунлигини қонуний тақсимланиши ва ҳ.к.

Кўрсатилган тавсифлардан ҳар бири у ёки бу даражада таъсир ўтказиш имконини, яъни унинг аризалар оқимини баҳолашга мослашганлик даражасини тавсифлайди.

Мутлақ ва нисбий ўтказиш имкони фарқланади. Мутлақ ўтказиш имкони дейилганда вақт бирлигида тизим хизмат кўрсатиши мумкин бўлган аризалар ўртача миқдори тушунилади. Нисбий ўтказиш имкони — берилган миқдорга кўра хизмат кўрсатилган аризалар ўртача миқдори. Ҳар иккала ўтказиш имкони фақат система параметригагина боғлиқ бўлмай, балки аризалар оқими тавсифига ҳам боғлиқдир. Шу билан бирга аризалар тушиш моменти ва уларга хизмат кўрсатиш узунлиги тасодифий, система иши номунтазам кечади, айниқса, аризалар оқимида маҳаллий тигизлик ва сийраклик ҳосил бўлади. Тигизлик (ошиб кетиш)да аризаларни рад этиш (хизмат кўрсатмаслик) юз беради ёки навбат ҳосил бўлади, сийраклик (камайиб кетиш)да эса (аризалар сони камайганда) айрим каналлар ва бутун система самарасиз ишсиз туриши кузатилади.

Оммавий хизмат кўрсатишнинг исталган системани ҳисобни кўплаб вазиятли дискрет тур физик системадан иборат бўлади. Унда кечадиган тасодифий жараён вақт тасодифий моментида, қандайдир ҳодиса юз бераётганда (янги ариза келиши, каналнинг бўшаши ва ҳ.к.) система бир ҳолатдан иккинчи ҳолатга гуё сакраб ўтишидан иборатдир.

Шундай X системани ҳисобли кўплаб вазият билан кўриб чиқамиз.

$$X_1, X_2, \dots, X_n, \dots \quad (2.16)$$

t вақт исталган моментида X система кўрсатилган ҳолатлардан бирида бўлади. Маълумки, исталган t учун

$$\sum P_k(t) = 1 \quad (k = 1, 2, \dots, n, \dots) \quad (2.17)$$

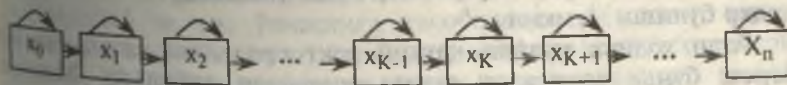
бунда $P_k(t)$ — t моментда система X_k ҳолатда бўлишлиги эҳтимоли.

Ҳисобни кўплаб вазиятли системаларда тасодифий жараённинг икки тури мавжуд: дискрет ёки узлуксиз вақтли, бундан бир ҳолатдан бошқа ҳолатга ўтиш t_1 ва t_2 қатъий муайян вақт моментида мувофиқ ... ёки вақт исталган моментида юз бериши мумкин.

Узлуксиз вақтли тасодифий жараён кечадиган X дискрет системасига мисол [4] бўлиб, n самолётлардан иборат гуруҳнинг қирувчи авиация билан ҳимояланаётган душман ҳудудига ҳужуми ҳисобланади. Мазкур ҳолда гуруҳни пайқаш ва қирувчиларни кўтариш моменти олдиндан маълум эмас ва у тасодифий қиймат ҳисобланади. Системанинг турли ҳолатлари гуруҳ таркибидаги шикастланган самолётлар турли миқдорига мувофиқ келади:

- биронта ҳам самолёт шикастланмади;
- битта самолёт шикастланди;
- ...
- k самолётлар шикастланди;
- ...
- барча n самолётлар шикастланди.

Мазкур тизим эҳтимолий аҳвол тарҳи ва бир ҳолатдан иккинчи ҳолатга ўтиш имкони 2.08- расмда берилди.



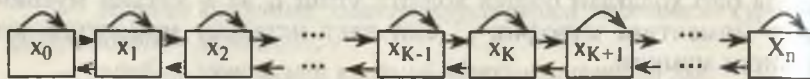
2.08- расм. X дискрет система эҳтимолий ҳолат тарҳи

Бунда кўрсаткич чизиқлар билан системанинг бир ҳолатдан иккинчи ҳолатга ўтиши кўрсатилган. Айланма чизиқ « k » вази-

ятдан унинг ўзига йўналган, бу шуни билдирадики, система «к»нинг аввалги вазиятида қолиши мумкин. Бу система учун қайтмас ўтиш хос, чунки шикастланган самолётлар қайта тикланмайди.

Оммавий хизмат кўрсатиш системаларида тасодифий жараёнлар қоидага кўра, узлуксиз вақтли жараёнга киради, бу аризалар оқими тасодифийлиги билан изоҳланади. Бу системалар учун қайта ўтиш хос, чунки банд канал очилиши мумкин, навбат эса «тарқалиб» кетади.

Мисол тариқасида 2.09- расмда эҳтимолий ўтиш k тархи — оммавий хизмат кўрсатиш канал системаси (масалан, автоматик телефон станцияси) берилган. Бунда X_0 ҳолат — барча каналлар буш; X_1 — битта канал банд; X_2 — иккита канал банд ва ҳ.к.



2.09- расм. Эҳтимолий ўтиш k — оммавий хизмат канал системасининг тархи.

Узлуксиз вақтли дискрет системада кечувчи тасодифий жараёни тавсифлаш учун, аввало системани ҳолатдан ҳолатга ўтишга олиб келувчи сабабларни таҳлил этиш лозим. Оммавий хизмат кўрсатиш системаси учун аризалар оқими шундай сабаб бўлиб ҳисобланади. Шунинг учун исталган системани математик тасвирлаш аризалар оқими (ҳодисалар)ни тавсифлашдан бошланади.

Ҳодисалар оқими ва унинг хоссаси. Ҳодисалар оқими эҳтимоллик назариясида, бу — вақтнинг қандайдир дақиқасида бирин-кетин содир бўладиган ҳодисалар кетма-кетлиги. Оммавий хизмат кўрсатиш системаларида кўриб чиқиладиган бир жинсли ҳодисалар фақат ўзлари содир бўладиган дақиқалар билан фарқланади.

Ҳодисалар оқими мунтазам, муқим, оқибатсиз оқим ва ординар бўлиши мумкин.

Агар ҳодиса муайян қатъий вақт оралиғида кетма-кет юз берса, бунда ҳодисалар оқими мунтазам дейилади. Мавжуд системаларда бундай оқим жуда камдан-кам учрайди.

Агар у ёки бу миқдордаги ҳодисаларнинг узунлиги τ бўлган вақт қисмига тушиш эҳтимоли вақт ўқи O_t нинг қаерида бўлмасин фақат қисм узунлигига боғлиқ бўлса, бунда

ҳодисалар оқими муқим дейилади. Муқимлик шартига аризалар оқими жавоб беради, унинг учун эҳтимоллик тавсифи вақтга боғлиқ эмас. Муқим бўлган оқим доимий зичликка эга бўлади. Амалиётда чекланган вақт оралигида муқим деб қаралиши мумкин бўлган аризалар оқими кўпинча учраб туради. Масалан, телефон станциясидаги чақириш оқими соат 11 дан 12 гача муқим бўлиши мумкин.

Агар банд бўлмаган исталган вақт қисми учун, шулардан бирига тушадиган ҳодисалар миқдори бошқасига тушадиган ҳодисалар миқдорига боғлиқ бўлмаса, бундай ҳодисалар оқими *оқибатсиз оқим* дейилади. Оқибатнинг истисно бўлишлик шарти аризалар системага бир-биридан қатъий назар тушишлигидир.

Бу шартга, масалан, метро станциясига кирувчи йўловчилар тўғри келади. Мазкур ҳолда айрим йўловчининг бошқа дақиқада эмас, балки айна шу дақиқада келиш сабаби, қоидага кўра, бошқа йўловчилар учун худди шундай сабаб билан боғлиқ эмас. Шу билан бир вақтда метро станциясини тарк этувчи йўловчилар оқимини оқибатсиз оқим деб бўлмайди, чунки, айна битта поездда келган йўловчиларнинг чиқиш дақиқалари бир-бири билан боғлиқдир. Шунини таъкидлаш жойизки, чиқаётган оқим (ёки хизмат кўрсатилган аризалар), яъни оммавий хизмат кўрсатиш системасини тарк этаётган ҳодисага кўра оқибатга эга. Агар чиқиш оқими, ўз навбатида, оммавий хизмат кўрсатишнинг қандайдир бошқа системасига кириш бўлса, бу оқибатни ҳисобга олиш зарур. Бу шундай бўлади, қачонки, айна бир ариза тадрижий суратда бир системадан иккинчи системага ўтса.

Агар элементар қисм Δt га икки ва ундан ортиқ ҳодисанинг битта ҳодиса тушиши эҳтимолига қиёслаганда жуда оз даражада тушиш эҳтимоли бўлса, бундай ҳодисалар оқими *ординар* деб аталади.

Ординарлик шарти бўлиб, аризалар оммавий хизмат кўрсатиш системасидан яқка-яқка ҳолда ўтади, жуфт бўлиб, ёки учталаб ва ҳ.к. ўтмаслиги ҳисобланади. Масалан, саргарошхонага мижозларнинг келишини ординар ҳодиса ҳисоблаш мумкин. ФХҚЭ га никоҳдан ўтиш учун келувчилар ҳақида бундай деб бўлмайди.

Агар ҳодисалар оқими барча учта шартга (муқим, оқибатга эга бўлмаган ва ординарликка) жавоб берса, бунда у *оддий (ёки пуассон муқим)* оқими дейилади. Мазкур оқим учун исталган

қайд этилган вақт оралиғида тушувчи ҳодисалар миқдори ассон қонуни бўйича тақсимланади.

Ҳодисалар оддий оқими оммавий хизмат кўрсатиш намунасида муҳим ўрин тутди. Бу, биринчидан, оддий ва шунингдек яқин оқимлар амалиётда тез-тез учраб туради, иккинчидан, уларни оддийси билан ўшандай тигизликда алмаштириш мумкин ва аниқлиги бўйича қониқарли натижага эришса бўлади.

Қўшни ҳодисалар ўртасидаги вақт оралиғи узунлиги тақсимловчи қонун ҳодисалар оқимининг асосий тавсифи ҳисобланади. Тигизликни тақсимловчи намунавий қонун оддий оқимга мувофиқ келади, у қуйидаги тенглама бўйича аниқланади:

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t} (t > 0), \quad (2.11)$$

бунда λ — параметр. Тигизлик графиги $f(t)$ 2.10- расмда берилган.

Намунавий қонун бўйича тақсимланган T қийматнинг математик кутилгани қуйидагига тенг:

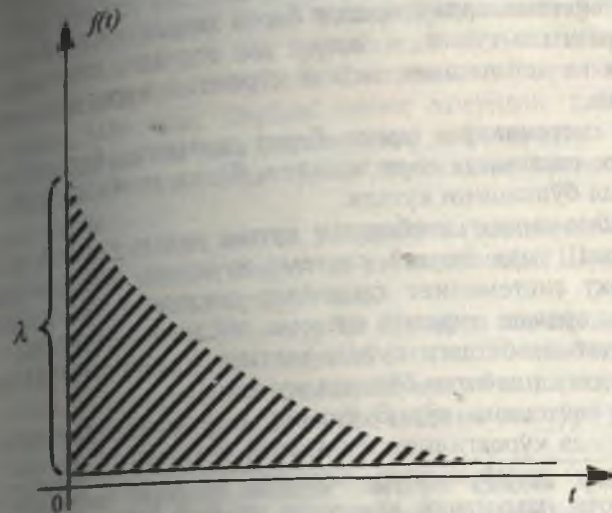
$$m_1 = M[T] = \lambda \int_0^{\infty} t e^{-\lambda t} dt = \frac{1}{\lambda}. \quad (2.12)$$

T қиймат дисперсияси қуйидагича

$$D_1 = D[T] = \int_0^{\infty} \lambda t^2 e^{-\lambda t} dt - \frac{1}{\lambda^2} = \frac{1}{\lambda^2}. \quad (2.20)$$

Тақсимлаш намунавий қонуни қизиқ хусусиятга эга, яъни [6]: агар намунавий қонун бўйича тақсимланган вақт оралиғи қандайдир вақт τ давом этса, бунд у оралиқнинг қолган қисми тақсимлаш қонунига ҳеч бир таъсир этмайди: у барча оралиқ тақсимлаш қонуни қандай бўлса шундай қолади. Намунавий қонуннинг бу хусусияти амалда “оқибат мавжуд эмас”лик учун бошқача ифодага эга бўлади.

Оммавий хизмат кўрсатиш системаларида кенг тарқалган оддий оқимлар билан бир қаторда муқим бўлмаган пуассон оқими ва кейинги таъсири чекланган оқим бўлиши мумкин. Бу оқимлар [6] ишда муфассал кўриб чиқилади.



2.10- расм. Тақсимлаш намунавий қонуни тигизлик графиги $f(t)$

Хизмат кўрсатиш вақти. Оммавий хизмат кўрсатиш системасининг иш тартиби аризалар оқими кириш тавсифидан ташқари системанинг ишлаб чиқариш самарадорлиги тавсифи: каналлар n миқдори ва ҳар бир канал ҳаракат тезлигига ҳам боғлиқ. Система билан боғлиқ муҳим қиймат бўлиб, битта ариза хизмат кўрсатиш $T_{\text{хк}}$ вақт ҳисобланади. У ҳам тасодикий, ҳам тасодикий эмас бўлиши мумкин.

Шуни таъкидлаш керакки, аризага хизмат кўрсатиш тасодикий вақтида у намунавий қонун ёки унга яқин қонунга кура тақсимланади. Бундай тақсимлаш оммавий хизмат кўрсатиш системасини ҳал қилишга қўлланадиган математик аппаратни ўта соддалаштиришга имкон беради. Бундан ташқари аризалар оқими пуассон тавсифидаги ва хизмат кўрсатиш вақти тақсимооти намунавий қонуни йўл қўйишлиги оммавий хизмат кўрсатиш назариясига марков тасодикий жараёнлар аппаратининг [4,31] имконини беради.

Оммавий хизмат кўрсатиш системаларининг самарадорлик тавсифи. Оммавий хизмат кўрсатиш системасининг икки асосий тури мавжуд:

— раддияли системалар;

— кутишли системалар.

Раддияли системаларда аризалар барча хизмат кўрсатиш на-
наллари бандлигида тушса, у дарҳол рад этилади, система
чиқиб кетади ва кейинчалик хизмат кўрсатиш жараёнида
тирок этмайди.

Кутишли системаларда ариза барча каналлар бандлигида
тушади, аммо, системани тарк этмайди, балки навбатга туради
ва бирор канал бўшадини кутади.

Агар талабноманинг навбатдаги кутиш вақти қандай чек-
ланмаган бўлса, унда бундай система кутишли соф система
дейилади. Вақт системанинг қандайдир шартлари билан чек-
ланган бўлса, аралаш турдаги система дейилади. Чеклаш та-
лабномаларнинг навбатдаги кутиш вақтига, талабномаларнинг
навбатдаги сонига нисбатан бўлиши мумкин.

Раддияли системани кўриб ўтамиз. n — канал системаси
учун 2.09- расмда кўрсатилган эҳтимолий ўтишлар тархи оддий
(муқим пуассон) талабномалар оқимида ва хизмат кўрсатиш
вақти тақсимооти намунавий қонунда нисбий ўтказиш имко-
нияти [4]га тенг, бунда $P_{рад}$ — хизмат кўрсатишни рад этиш
эҳтимоли, яъни эҳтимол t вақт дақиқасида келган талабнома
барча каналлар бандлигига дуч келади.

Раддияли системага нишонлар сони $m > n$ бўлганда n — ки-
рувчиларни мўлжалга йўналтириш каналли станция мисол бўли-
олади.

Масалан, $n=3$ бўлганда кирувчини нишонга йўналтириш
ўртача вақти $m[t_n]=2$ мин ва $\lambda=1,5$ (самолёт-минут)
тиғизликдаги нишонлар оддий оқимидаги станцияни раддияли
система деб ҳисоблаш мумкин. [4] иш учун $P_{рад} = 0,346$.

Аралаш турдаги кутишли система учун нисбий ўтказиш им-
конияти [4] тенглама бўйича

$$q(t) = 1 - P_H.$$

бунда P_H — талабнома система (навбат)ни хизмат
кўрсатилмаган ҳолда тарк этади.

2.2.5. Система моделлари

Тузилма — ниманингдир, масалан системанинг таркибий
қисмлари ўзаро жойлашуви ва боғлиқлиги.

Ҳар қандай система яхлитлиги ва ўзига хос — айримлиги билан тавсифланади, булар ташқи хусусият сифатида намоён бўлади. Ички жиҳати эса бир жинсли бўлмайди ва турли таркибий қисмларга эга бўлади. Системанинг ажралмас қисмлари унсурлар дейилади, бирдан ортиқ унсурдан ташкил топган қисм эса кичик система (подсистема) деб аталади.

Иерархия маъносида турли даражадаги кичик системалар фарқланади.

Система ташкил топган унсурлар ва кичик системалар система таркиби модели сифатида тасвирланади. Шундай моделга мисол 2.11- расмда келтирилган.

Мазкур система уч унсур ва биринчи даражадаги икки кичик система 1^I ва 2^I дан ташкил топган. Ўз навбатида 1^I кичик система уч унсур ва икки унсурли иккинчи даражадаги 1^{II} кичик системадан иборат, 2^I кичик система эса тўрт унсурли.

Система таркиби модели система қандай қисмлар (кичик система ва унсурлар)дан иборатлигини белгилайди.

Система таркиби моделини тузиш умуман мураккаб масала ҳисобланади. Масалан, турли экспертлар аynи битта система учун таркибий қисм турлича моделларини, ҳатто, бир-биридан сезиларли фарқланадиган моделларни тузишлари мумкин. Ҳатто аynи бир эксперт турли шароитларда таркиб турлича моделини тузади. Мазкур ҳолат қуйидагича изоҳланади.

Биринчидан, элементарлик тушунчаси нуқтаи назарларга кўра турлича ифода этилиши мумкин. Бир нуқтаи назарга кўра системанинг у ёки бу қисми унсур, иккинчисига кўра кичик система булиши мумкин.

Иккинчидан, система таркиби модели мақсадли бўлади. Шунинг учун аynи бир система турли мақсадлар учун турлича қисмларга бўлинади. Масалан [22] завод директор, бухгалтер, ёнгинга қарши ҳимоя бошлиғи (мақсадлар хилма-хиллиги аён) назарида турли қисмлардан: кичик система, унсурлардан иборат.

Учинчидан, системани қисмларга ҳар қандай ажратиш нисбий, муайян даражада шартлидир.

Система таркиби модели фақат бир қатор амалий мақсадларга эришиш учун кифоядир. Бошқа кўпгина масалаларни ечишда яна қисмлар орасидаги боғлиқлик — муносабатни

ҳам билиш зарур. Мақсадга эришиш учун қисмлар орасида зарур ва етарли муносабатлар мажмуи система тузилмаси дейилади. Унсурлар орасидаги муносабатлар рўйхати қисман мавҳум модел ҳисобланади. У унсурлар орасидаги муносабатнигина белгилайди, унсурларни тавсифламайди.

Система тузилмасининг модели унинг таркиби қисмлари ўртасидаги муносабат (алоқа)ни ифода этади.

Система таркибининг модели ва тузилиши модели бирликда яна битта модел — система тузилмавий тарҳини ташкил этади. Унда системанинг барча қисмлари, система ичидаги қисмлар ўртасидаги барча алоқалар ва айрим қисмларнинг атроф муҳит билан алоқаси, яъни система кириш ва чиқиш кўрсатилади.

2.12- расмда системанинг тузилмавий тарҳи «синхронловчи соат» берилди. Система таркибига уч унсур киради: вақт датчиги, индикатор ва вақт эталони. Система тузилмаси система ичидаги 1, 2 ва 3 муносабатлари (датчик-индикатор, эталон-датчик, эталон-индикатор), киришлар 4 (ташқариш қувватнинг кириши) ва 5 (индикаторни тўғрилагич), шунингдек чиқиш 6 (милларни кўрсатиш) билан белгиланади.

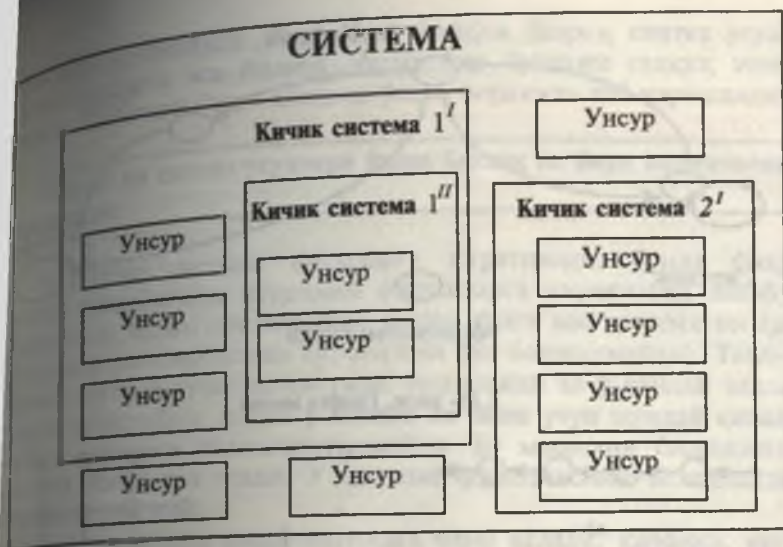
Система тузилмавий тарҳи — унинг таркиби ва система ичи ҳамда атроф муҳит билан муносабати (алоқаси) мажмуи.

Система тузилмавий тарҳини математик тадқиқ қилиш графлардан кенг фойдаланилади, буларда система қисмлари улар ўртасида алоқа мавжудлиги, шунингдек қисмлар ҳамда алоқалар ўртасидаги фарқ белгиланади. Граф чўққиси эркин табиат қисмини, қобирға эса улар ўртасидаги алоқани билдиради. Чўққи чулғамлар тарзида, қобирға эса чиқиш кўринишида берилади (2.13- расм). Агар чўққи ўз-ўзи билан туташган бўлса, унда қобирға сиртмоқ дейилади.

Граф мўлжалсиз дейилади, агар алоқалар йўналиши белгиланмаса, мўлжалланган дейилади, агар алоқа йўналиши кўрсатувчи кўрсаткичлар бўлса. Турли тузилмаларга мос ҳарфчи графларга мисол 2.14- расмда берилди.

Йўналишли, дарахтсимон (иерархик) ва матрицавий тузилмалар (2.14-расм, а, б, в) кўпинча ташкилий системалар тармоқли тузилмалар эса (2.14-расм, г) техникавий системаларда учрайди. Система назариясида алоҳида ўринни [22] қайт

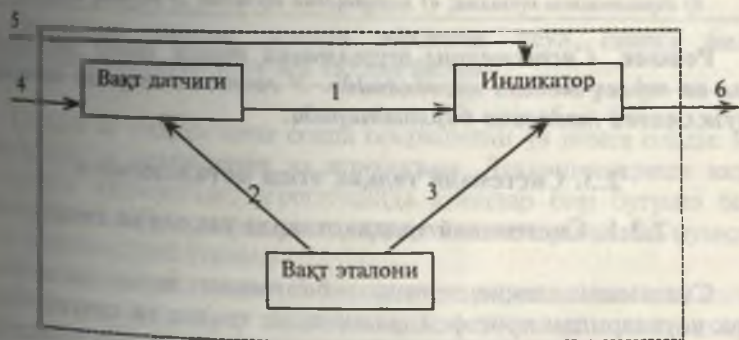
СИСТЕМА



2.11- расм. Система таркибининг модели

алоқали тузилмалар эгаллайди, улар мўлжалли графлардаги хилқа йўлларга мос келади. Тузилмавий тархларни графлар ёрдамида ифодалаш системани математик тадқиқ қилишда графлар [22] назариясидан фойдаланишга имкон беради.

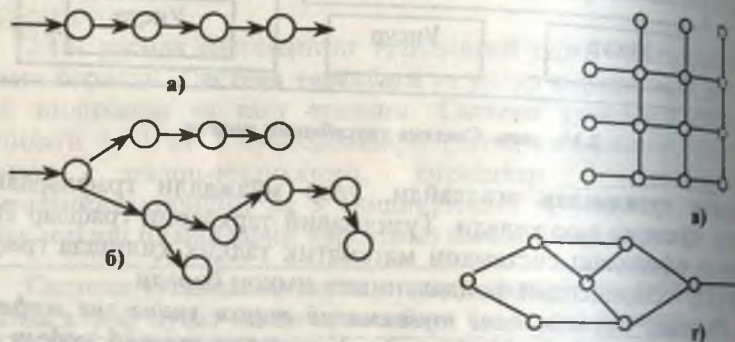
Резюме. Системанинг тузилмавий тархи унинг энг муфассал ва тўлиқ модели ҳисобланади. У система таркиб модели ва тузилмавий моделини бирлаштиради.



2.12- расм. «Синхронловчи соат» системаси тузилмавий тархи:
1, 2 ва 3- система ички муносабати (алоқаси); 4 ва 5- киришлар; 6- чиқиш.



2.13- расм. Графга мисол



2.14- расм. Турли тузилмалар графлари: а) йўналишли (линейла) тузилма; б) дарахтсимон тузилма; в) матрицавий тузилма; г) тармоқ тузилма.

Резюме. Системанинг тузилмавий тархи унинг энг муфассал ва тўлиқ модели ҳисобланади. У система таркиб модели ва тузилмавий моделини бирлаштиради.

2.3. Системани тадқиқ этиш методологияси

2.3.1. Системавий тадқиқотларда таҳлил ва синтез

Системани тадқиқ этишда — билимнинг аналитик ва синтез усулларида кенг фойдаланилади: **таҳлил ва синтез**. Таҳлил усулининг моҳияти тадқиқ объектини фикран ёки амалда таркибий қисмларга ажратишдан иборатдир. Мазкур ҳолда объектнинг айрим унсурларининг моҳияти, уларнинг алоқаси ва ўзаро

муносабати ўрганилади. Таҳлилдан фарқли ўлароқ **синтез** усулининг моҳияти эса билиш, яхлит бир бутунни тадқиқ этиш, унинг қисмлари ўзаро алоқаси ўзаро бирликда деб қарашдир.

Таҳлил ва синтез усуллари ўзаро боғлиқ ва бири-бирини тўлдирди.

Таҳлилда система қисмларга ажратилади, бунда фақат унинг хоссасига йўқолмай (булакларга ажратилган автобус юрмайди), балки системанинг қисми ўзига хос хусусиятни ҳам йўқотмай (автомобилдан ажратилган рул бошқармайди). Таҳлил фақат система тузилишининг белгилайди ва у қандай ишлатилиши аниқлайди, лекин у нимага ва нима учун шундай қилади деган масалани ойдинлаштирмайди. Бу масалани билишнинг синтез усули ҳал этади. У система функциясини белгилайди, тузилишини эмас.

Аналитик усул яхши натижага олиб келади, қачонки, системани бир-бирига боғлиқ бўлмаган қисмларга ажратишга мумкин бўлган бўлинса, яъни **суперпозиция тамойили**га амал қилинса. Бу ҳолда система қисмларини алоҳида кўриб чиқиб, улар умумий самарага қўшадиган улуш ҳақида тўғри тасаввурга эга бўлиш мумкин. Бироқ, бундай ҳоллар камдан-кам учрайди. Кўпинча ҳар бир қисмнинг умумсистема самарасидаги улуши бешқа қисмлар улушига боғлиқ бўлади. Шунинг учун система қисмлари энг яхши ишлаганида ҳам умумий самара юқори бўлмайди.

Системани тадқиқ этишда аналитик усул синтез билан тўлдирлади, синтез усули эса таҳлил билан.

Таҳлил ва синтез анча содда операцияни ўз ичига олади: мувофиқ тарзда **композиция** ва **агрегатлаш**. Декомпозицияда яхлит қисмларга ажратилади, агрегатлашда қисмлар бир бутунга бириктирилади. Бу операциялар алгоритмлаштирилиши мумкин, бунинг қўйида кўриб ўтамиз.

Бутунни қисмга ажратиш декомпозициялашда система кичик системаларга, мақсадлар мақсадчаларга, вазифалар кичик вазифаларга ажратилади. Бу жараён яхлитнинг мураккаблигига боғлиқ ҳолда яна давом этиши мумкин, бу **дарахтсимон (иерархия)** тузилмага олиб келиши мумкин.

2.3.2. Система модели декомпозиция асоси сифатида. Декомпозиция алгоритми

Системанинг ҳар қандай декомпозицияси асос бўлиб, унинг модели ҳисобланади.

Тадқиқот объекти ҳамон, қоидага кўра, мураккаб, қучиқ тузилган ва ёмон формалаштирилган экан, демак декомпозицияни эксперт бажаради. Натижада у тузган дарахтсимон модел унинг вақолати ва қўлланаётган декомпозиция усули боғлиқ бўлади.

Эксперт яхлитни одатда осон қисмларга ажратади, қоидага кўра таклиф этилаётган қисмлар жамланган тўлақонлиги ва керагидан ортиқчаллигини исботлаш қийинчиликка дуч келади. Яхлитни декомпозициялаш қисмлар миқдори асос сифатида олинган моделда қанча бўлган шунча бўлади. Декомпозиция тўлиқлигига келсак, бунда у моделнинг мукамаллигига боғлиқ.

Декомпозиция — яхлитни қисмларга бўйсунганлик, таллуқлилик белгилари сақланган ҳолда ажратиш.

Юқорида таъкидланганидек, тадқиқ этилаётган ёки яратилётган системалар формал тур: таркиб модели, тузилмавий модел ва тузилмавий тарх тарзидаги моделларда тасвирланади. Шундай савол туғилади: **декомпозицияга асос қилиб қандай моделни олиш керак?**

Декомпозицияга асос бўлиб, аниқ мазмунли модел хизм қилиши мумкин. Бу модел танланган формал моделдан унинг мазмун билан тўлдириб олиниши мумкин. У формал модел “қийфа”сида тузилади, аммо айна бирдай бўлмайди. Шу билан бирга декомпозиция тўлақонлиги модел-асос тўлақонлиги билан белгиланади, у формал модел тўлақонлигига боғлиқдир.

Тўлиқ формал моделга мисол бўлиб, — меҳнат жараёни таҳлил қилиш учун қўлланадиган инсоннинг сталган фаолиятининг марксча тархи [22] ҳисобланади (2.15- расм). У ўз ичига қуйидагиларни олади: фаолият **субъекти**; шу фаолият **субъекти** фаолият жараёнида фойдаланиладиган **восита**; **атроф муҳит** улар ўртасидаги турли-туман алоқа (чизиқчаларда кўрсатилган).

Тўлиқ формал моделга бошқа мисол бўлиб, 2.16- расмда берилган ташкилий система киришларининг тархи ҳисобланади. Бунда бирон-бир унсур олинса, у тўлақонлигини йўқотади. Формал моделга яна бир мисол тариқасида маҳсулот ҳаёт циклини келтириш мумкин (2.17- расм), у беш босқич (тадқиқ қилиш ва лойиҳалаш; тайёрлаш; муомалага чиқариш ва сотиш; эксплуатация ёки истеъмол; тугатиш)ни, атроф муҳит ва улар ўртасидаги алоқалар мажмуини қамраб олади. Бироқ, бу модел қўлайан ҳолларда (ҳаёт цикли босқичларида) кам самарали ҳисобланади, чунки у ҳаддан зиёд умумий. Шунинг учун босқичлар бўйича ҳаёт циклини кўриб чиқишда анча муфассал моделлардан фойдаланиш лозим.



2.15- расм. Инсон фаолиятининг умумий тархи,

Шундай қилиб, система тўлақонли декомпозициясининг зарур шarti бўлиб, унинг формал моделининг тўлақонлилиги ҳисобланади. Бироқ, бу ҳали етарли эмас. Оқибатда ҳаммаси **мазмуний модел тўлақонлигига** боғлиқ. Шунинг учун, тўлақонлиликни ва мазмуний моделни кенгайтириш имконини сақлаш учун системалар унсурлари рўйхатини «**барча қолганлар**» компоненти билан якунлаш керак. Бунинг йўқлиги эксперт ёдига ҳамиша, у балки, нимадир муҳим бўлганни ҳисобга олмаганлигини солиб туради.



2.16- расм. Ташкилий системалар киришларининг тархи

Системани декомпозиция қилиш жараёни кўп босқичли ҳисобланади, юқорида таъкидланганидек, у дарахтсимон тузилмага олиб келади. Мазкур тузилмага талабнинг сифат томони икки қарама-қарши тамойилни келтириб чиқаради: **тулақонлик** (муаммо иложи борида ҳар томонлама ва муфассал кўриб чиқиши лозим) ва **оддийлик** (барча дарахтлар иложи борида — “энига” ҳам, “бўйига” ҳам мутаносиб бўлиши лозим). Кўрсатилган миқдорий талабларни бир-бирига мувофиқлаш сифат талабидан келиб чиқади: таҳлилнинг мураккаб объектини оддий объектлар мажмуида келтириш, агар бу муваффақ бўлинмаса, унда мураккабликни бартараф эттириш бўлмасликнинг аниқ сабабини аниқлаш керак. (2.18- расм).

Оддийлик тамойили нуктаи назаридан дарак ҳажмини “энига” қисқартириш лозим (модел унсурлари сони билан белгиланади), шунинг учун анча мутаносиб модел-асос олиш керак. Иккинчи томондан **тулақонли тамойили** иложи борида ривожланган, муфассал модел-асосни олишга мажбур этади. Мазкур ҳолда, мурсага моҳиятлилиқ тушунчаси ёрдамида эришилган моделга фақат таҳлил мақсадида нисбатан моҳиятга эришилган қисмлар қўшилади. Бу вазифани эксперт бажаради. Унинг ишини енгиллатиш учун декомпозиция алгоритмида модел-асосга тузатиш ва қўшимчалар киритиш кўзда тутилган бўлиши керак. Биринчи имконият “барча қолганлар” компонентини фойдаланиш йўли билан таъминлашда иккинчиси модел-асос айрим унсурларини майдалаштириш, қисмларга ажратишдир.

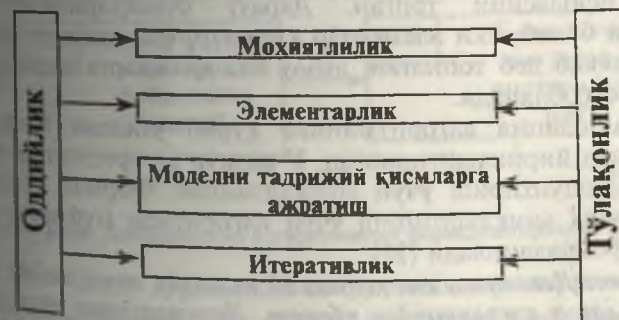
Биринчидан, «бўйлама» декомпозиция шу пайтда тугатилган қачонки у натижага олиб келса (кичик система, кичик мақсад кичик вазифа ва ҳ. к.), булар бошқа қисмларга ажратишни таъмин

лам этмаса, яъни оддий, тушунарли, таъминланган, бажарилиши оддий бўлиши маълум натижага олиб келса. Бу натижа элементлар дейилган (элементар тушунчасини 2.18- расмдан қаранг). Биз масалалар (масалан, математик, техник ва ҳ. к.) учун элементарлиқ тушунчаси формал белгигача аниқлаштирилиши мумкин, бошқа масалаларда эса у ноформал бўлиб қолади ва эксперт томонидан аниқланади.

Иккинчидан, унинг ноэлементар кўринишларида бошқа, қавалги моделни **тадрижий деталлаштириш** йўли билан олинган, аввал фойдаланилмаган модел-асос бўйича **декомпозиция** қилинади. Бундай имконият модел-асосга янги унсурлар киритиб таъминланади. Ваҳоланки, янги моҳиятли унсурлар аввал муаммоларини қисмларга ажратиш олиниши мумкин, декомпо-



2.17- расм. Маҳсулот ҳаёт циклининг модели



2.18- расм. Декомпозиция оддийлиги ва тулақонлиги тамойиллари ўртасидаги мурса тархи

зиция алгоритмида аввал фойдаланилган модел-асосга қайтариб кўриб чиқиш зарурати бўлмайди, фақат янги киритилган қисмларни қўриб чиқилади.

Алгоритмнинг кўрсатилган итеративлиги унга шаҳобчаларда турли деталликдаги моделлардан фойдаланиш имконини беради, шу билан бирга деталлаштириш иставини чуқурлаштирилади.

Декомпозиция алгоритмининг йириклаштирилган блок тархи [22] 2.19- расмда берилди.

1- блок. Тадқиқотнинг мураккаб муаммосини ҳал этиш ҳақида сўз борганда таҳлил объектини белгилаш сезиларли натижада куч-ғайратни талаб этади. Кейинги ҳаракатларнинг зарурийлиги ва тўғрилиги таҳлил объекти тўғри танланганлигидан боғлиқдир.

2- блок. Бунда бизнинг ҳаракатимиз нима учун зарур эканлиги аниқланади. Мақсадли тизим сифатида шундай система танланадики, унга барча таҳлил қаратилган бўлади.

3- блок. Бу блок формал моделлар жамланмасидан ва уларни саралаш учун қоидалар тавсиясидан ёки экспертга назоратдаги моделни ўзи танлаш тўғрисидаги мурожаатдан иборат бўлади.

4- блок. Бунда эксперт мақсадли система ва танланган формал моделни ўрганиш асосида моҳиятли модел тuzатилади, бўйича декомпозиция амалга оширилади.

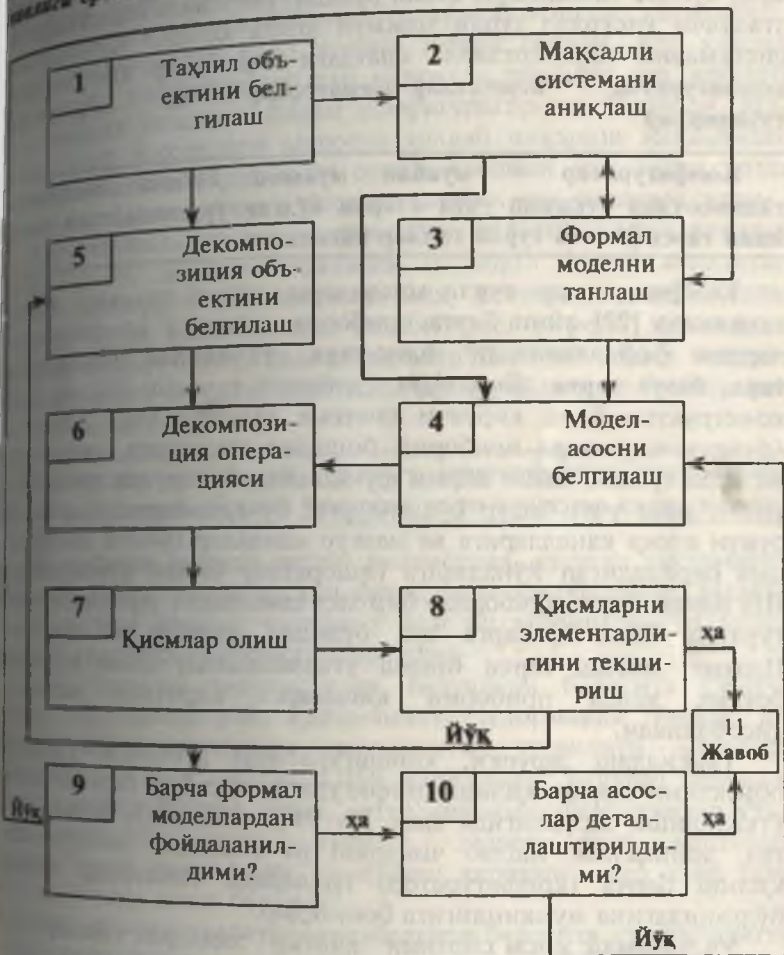
5-10- блок. Бу блокларнинг нима учунлиги декомпозиция алгоритми йириклаштирилган блок-тархда аниқ кўрсатилган.

11- блок. Бунда таҳлилнинг тугал натижаси дарахт шаклида тарзда ифодасини топган. Дарахт бутуқларининг тугал қисмлари бўлиб, ёки элементар қисмлар, ёки эксперт томонидан мураккаб деб топилган, аммо яна қисмларга ажратилган қисмлар ҳисобланади.

Декомпозиция алгоритмининг кўриб ўтилган блок-тархдан зиёд йириклаштирилган. У мазкур алгоритмнинг асосий қисмларини тушунтириш учун мўлжалланган. Формал операцияларни янада аниқлаштириш учун алгоритмда муфассал блок тархдан фойдаланилади [22].

Резюме. Декомпозиция мураккаб яхлитни анча майда ва оддий қисмларга ажратишдан иборат. Декомпозиция учун системанинг моҳиятли модели асос бўлади. Декомпозиция тўлақонлиги ва оддийлигига моҳиятлилик, элементарлик

муносибати ёрдамида, шунингдек моделларни мунотазам равишда
 ёрдамида деталлаштириш ва декомпозиция алгоритми интера-
 ктив ёрдамида эришилади.



2.19.- расм. Декомпозиция алгоритмининг йириклаштирилган блок-тархи

2.3.3. Агрегатлаш ва система эмергентлиги

Агрегатлаш — кўплаб усурларни бир бутун яхлит қилиб
 бирлаштириш ва мазкур кўплаб усурлар муносабатини ўрнатиш.

Классларга агрегатлаш самаралидир, лекин тривиал тартидан анча йироқ.

Агрегатлашнинг муҳим шакли, айниқса синтез босқичда, агрегат-тузилмалар ҳосил қилишдир. Ҳар қандай мавжуд системада, бизнинг истагимиздан қатъий назар лойиҳаланган алоқа (муносабат)дан ташқари, кўплаб бошқа кўзда тутилмаган, аммо битта системага келтирилган унсурлар табиатидан келиб чиқадиганлар мавжуд бўлади, яъни улар ўрнатилади ва «ишлай» бошлаган. Шунинг учун системани лойиҳалашда унинг тузилишини барча жиддий муносабатларга бериш муҳим. Қолган муносабатларда структуранинг ўзи, стихияли тарзда шаклланади. Моҳиятли муносабатлар йиғиндисига келсак, у система конфигуратори томонидан аниқланади.

Ҳар қандай системанинг лойиҳаси, унинг конфигураторига қўшилган тавсиф тили қанча бўлса, шунча тузилма ишланмасига эга бўлиши лозим.

Барча агрегатлар учун битта умумий хусусият — эмергентлик хос. Системаларнинг бу ўзига хослиги шундан иборатки, яхлитнинг хоссаси, унинг қисмлари хоссаси, мажмуига тўғри келмайди.

Қисмларни яхлитга бирлаштиришда, қандайдир янги сифатли ҳосил бўлади, яъни янги сифат юзага келади.

Бу янги сифат системанинг ички бир бутунлиги (яхлитлиги)нинг намоён бўлиши ҳисобланади. У мавжуд бўлади, токи яхлитлик мавжуд экан. Эмергентлик хоссаси расмий тарзда тан олинган. Масалан, ихтиро талабномаларига давлат экспертизасида патентга лойиқ деб, аввал маълум бўлмаган унсурларнинг бирлашмаси ҳисобланади, агар у янги фойдали хоссанинг юзага келишига сабаб бўлса.

Резюме. Агрегатлашнинг турли шакллари мавжуд, яъни кўплаб унсурларни бир бутун яхлитликка бирлаштириш ва мажкур кўплаб унсурларнинг муносабатини ўрнатиш. Агрегатлашнинг энг кўп тарқалган тури қуйидагилардир: конфигуратор (таснифлаш, тартиблаштириш ва ғ. к.) ва агрегат-тузилмалар (алоқаларни конфигуратор барча тилларда таснифлаш). Барча агрегатлар учун битта умумий хусусият

эмергентлик хос, у системанинг ички яхлитлиги ва агрегат-нинг натижаси ҳисобланади. Қисмларни яхлит қилиб бирлаштиришда янги хосса юзага келади.

Ўз-ўзини назорат қилиш учун савол ва топшириқлар

1. Математик модел нима?
2. Математик модел ишлаш тарhini тушунтиринг?
3. Математик моделга қандай талаблар қўйилади?
4. Математик модел қандай таснифланади?
5. Математик модел олиш усулини айтиб беринг?
6. Топологик модел нима ва у қандай ёзиб олинади?
7. Топологик моделга мисоллар келтиринг?
8. Динамик система имитацион математик модели нима ва қасрларда қўлланилади?
9. Оммавий хизмат кўрсатиш тизими имитацион математик модели нима ва улар қасрларда қўлланади?
10. Система таркиби модели, тузилма модели ва система турғаловий тархи нима?
11. Системани декомпозициялаш нима?
12. Декомпозиция алгоритмини тушунтиринг?
13. Декомпозициянинг содда ва тўлақонли қандай тамойиллари биласиз?
14. Системани агрегатлаш нима ва қандай агрегатларни биласиз?
15. Система эмергентлиги нима?

III БОБ. ЭКСПЕРИМЕНТНИ РЕЖАЛАШТИРИШ ЙЎЛИ БИЛАН МАТЕМАТИК МОДЕЛЛАШТИРИШ

3.1. Техникавий объектнинг кибернетик модели

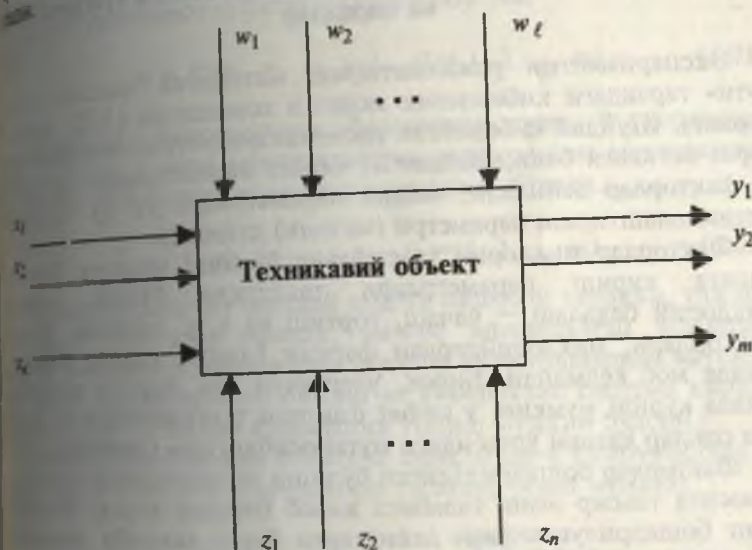
Яхши ташкил этилмаган системаларга тааллуқли мураккаб техникавий объектлар учун кибернетик модел $k+n+1$ кириш (факторларли) ва m чиқишли (системалар ишлаш сифатини кўрсаткичили) «қора қути» тарзида намоён бўлади.

Чиқиш параметрларидан ҳар бир y (3.01- расм) k — ўлчов вектори $X = (x_1, x_2, \dots, x_k)$ билан белгиланувчи киришларнинг назорат остидаги бошқарилувчи қисми, n — ўлчовли вектор $Z = (z_1, z_2, \dots, z_n)$ билан белгиланувчи киришларнинг назорат остидаги бошқарилмайдиган қисми ва l — ўлчови вектор $W = (w_1, w_2, \dots, w_l)$ билан белгиланувчи назорат қилинмайдиган қисм ҳолатига боғлиқ.

Ҳаракати назорат этилмайдиган қўзғатувчи кириш параметрлари шунда намоён бўладики, қачонки система (техникавий объект)нинг чиқиш параметри маълум назорат остидаги бошқариладиган ва бошқарилмайдиган кириш параметрларида бирдек тавсифланмайди. Тасодикий қўзғатувчи параметрлар катта бўлган техникавий объект стохастик объект ҳисобланади. Уни ўрганиш учун эҳтимоллик назарияси математик аппаратидан фойдаланилади.

Техникавий объектни экспериментал-статистик тадқиқ этишда кириш ва чиқиш параметрлари ўртасидаги алоқа олиб полином тарзида математик моделда тасвирланади. Унинг коэффицентини баҳолаш учун ишлаш жараёнида техникавий объектнинг ҳолатини тавсифловчи статистика материалга эришиб бўлиш зарур. Мазкур информация ёки пасив эксперимент йўли билан, яъни техникавий объектнинг ишлашини оддий таътиш йўли билан, яъни техникавий объект ишлашга факторлар аралаштириш ва тажрибаларни бошқариладиган кириш параметрлар йўли қўйилган соҳа миқёси муайян нуқталарида ўтказилишини мумкин.

Яхши ташкил этилмаган системаларга тааллуқли мураккаб техникавий объектлар учун пасив эксперимент кенг тадқиқот топмади. Экспериментни режалаштириш эса кучли экспериментал-статистик тадқиқот ва мураккаб яхши ташкил этилмаган системаларни оптималлаштириш ҳисобланади. Экспериментни режалаштириш кўр-кўрона излашни истисно қилмай, тажрибалар сонини сезиларли даражада қисқартиради ва сифатда эксперимент муддати ва унга кетадиган сарфлар камаяди, шунингдек математик модел олиш имконини беради.



3.01- расм. «Қора қути»: $x_1, x_2, \dots, x_k$ — назорат остидаги бошқариладиган кириш параметрлари; $z_1, z_2, \dots, z_n$ — назорат остидаги бошқарилмайдиган кириш параметрлари; $w_1, w_2, \dots, w_l$ — назорат қилинмайдиган кириш параметрлари.

Экспериментни режалаштириш усуллариининг асосий афзаллиги унинг универсаллигидир, яъни тадқиқотларнинг ишлаб соҳаларида яроқлилигидир: металлунослик ва металлургия, машинасозлик ва материалларга ишлов бериш, кимё ва биологик технология, тиббиёт ва биология, электроника ва ҳисоблаш техникаси ва б.да.

Экспериментни режалаштиришнинг замонавий статистик усуллариини ишлаб чиқиш Фишер [2], Бокс ва Уилсон [1], В. В. Налимов [19] ва б. ишлари билан боғлиқ.

Резюме. Яхши ташкил этилмаган системаларга тааллуқли мураккаб техникавий объектларни тадқиқ қилиш учун кўплаб кириш (факторлар) ва кўплаб чиқиш (система ишлашининг сифат кўрсаткичлари)га эга «қора яшик» кўринишидаги кибернетик модел энг маъқул деб ҳисобланади. Экспериментал статистик тадқиқотларда алоқанинг бундай модели кириш ва чиқиш параметрларига эга бўлиб полиномлар кўринишидаги математик моделда ифодаланади.

3.2. Экспериментни режалаштиришда асосий тушунча ва моделлар

Экспериментни режалаштириш математик модели «қора қути» тарзидаги кибернетик моделга асосланган (3.01- расмга қаранг). Шундай кибернетик системаларни кўриб чиқишда назорат остидаги бошқариладиган кириш параметрлари $x_1, x_2, \dots, x_k$ факторлар дейилади, чиқиш параметрлари $y_1, y_2, \dots, y_m$ — оптималлаштириш параметри (мезони) дейилади.

Факторлар миқдорий ва сифатли бўлиши мумкин. Биринчисига кириш параметрлари тааллуқли бўлиб, уларни миқдорий баҳолаш — ўлчаш, тортиш ва ҳ. к. мумкин. Сифат факторлари, миқдорийлардан фарқли ўлароқ, уларга рақамли шкала мос келмайди. Бироқ, улар учун ҳам шартли тартибли шкала қуриш мумкин, у сифат фактори тенгламалари ва натурал сонлар қатори ўртасидаги мутаносиблигини ўрнатади.

Факторлар бошқариладиган бўлиши ва техникавий объектга бевосита таъсир этиш талабига жавоб бериши керак. Факторнинг бошқарилувчанлиги дейилганда бутун тажриба давомида фактор танланган керакли даражасини доимий ёки белгиланган программа бўйича унинг ўзгаришини таъминлаш ва сақлаб туриш имкони тушунилади. Бевосита таъсир талаби дейилганда факторнинг бошқа факторларга фукционал боғлиқлиги истисно эканлиги тушунилади, чунки бундай боғлиқлик мавжуд бўлса, уларни бошқариш қийин.

Тажриба ўтказишда ҳар бир фактор бир неча қийматлардан бирини, тенглама деб аталувчини қабул қилиш мумкин. Факторларнинг қайд этилган тенгламалар тўплами кибернетик система эҳтимолий ҳолатларидан бирини аниқлайди. Бу қайд этилган тенгламалар тўпламига **фактор фазоси** аталмиш факторлар фазосидаги кўпўлчамли муайян нуқта мос келади.

Тажриба фактор фазосидаги барча нуқталарда амалга оширилмайди, фақат фактор фазоси соҳасидаги рухсат этиладиганга тааллуқли нуқталардагина амалга оширилади. 3.02-расмда танланган тартиқасида икки фактор — x_1 ва x_2 учун рухсат этилган соҳа G кўрсатилган.

Кибернетик система факторлар қайд этилган ҳар бир даража тўпламига турлича муносабат кўрсатади. Бироқ факторлар тенгламалари ва акс муносабат (жавоб) ўртасида муайян алоқа мавжуд. Бу акс муносабат **жавоб функцияси**, унинг геометрик тасвири — **жавоб юзаси** деб аталади (3.02, б расм).

Жавоб функцияси қуйидаги кўринишга эга:

$$y_l = \Psi(x_1, x_2, \dots, x_k) \quad (l = 1, 2, \dots, m). \quad (3.01)$$

Табиийки, тадқиқотчига боғлиқлик тури Ψ олдиндан маълум эмас. У режалаштирилаётган эксперимент маълумотлари бўйича қуйидагига яқин тенглама ҳосил бўлади.

$$\hat{y}_l = e(x_1, x_2, \dots, x_k) \quad (e = 1, 2, \dots, m). \quad (3.02)$$

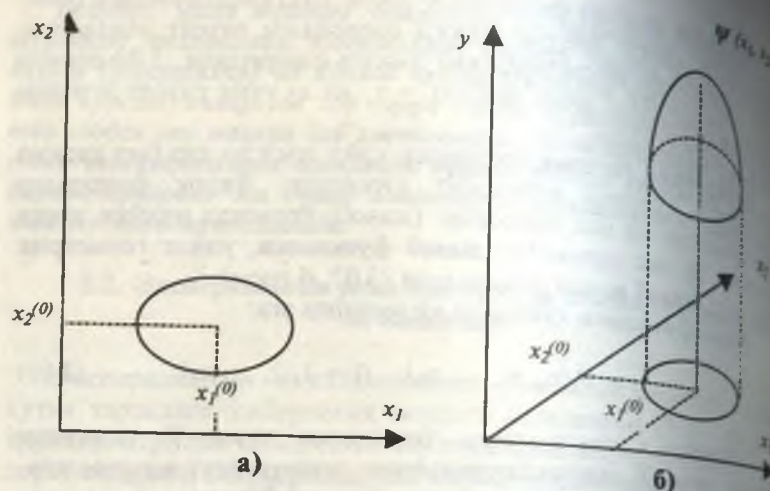
Бу экспериментни шундай амалга ошириш керакки, тажрибаларнинг энг кам сонига, махсус ифодаланган қоидалар бўйича факторлар даражасини турлича кўринишларида математик модел олиш мумкин бўлсин ва кибернетик система кириш параметрлари оптимал қийматини топиш мумкин бўлсин.

Жавоб функциясини етарлича аниқликда k ўзгарувчандан d даражадаги полином кўринишида тасаввур этиш мумкин.

$$M(y) = \eta = \beta_0 + \sum_{1 \leq i \leq k} \beta_i x_i + \sum_{1 \leq i \leq j \leq k} \beta_{ij} x_i x_j + \dots + \sum_{1 \leq i_1 \leq i_2 \leq \dots \leq i_k} \beta_{i_1 i_2 \dots i_k} x_{i_1}^{i_1} x_{i_2}^{i_2} \dots x_{i_k}^{i_k}, \quad \sum ij = d, \quad (3.03)$$

бу ерда $M(y)$ ёки η — жавобнинг математик қутилгани.

Мазкур полином кибернетика системасининг у ёки бу жараёнини тавсифлаш аниқлиги қатор тажриба (даражаси)га, қатор сўнгги аъзолари даражанинг қандай кўриниши билан қатнашишига боғлиқ. Тадқиқотнинг биринчи босқичида тажрибалар сонини камайтириш учун, кўпинча фақат чизиқли тенгламалардан иборат ва биринчи тартибли биргаликдаги тенгламаларга эга моделлар чекланади (3.03),



3.02- расм. Фактор фазоси (а) рухсат этилган соҳаси ва акс садо сирти (б)

$$M(y) = \eta = \beta_0 + \sum_{1 \leq i \leq k} \beta_i x_i + \sum_{1 \leq i \leq j \leq k} \beta_{ij} x_i x_j + \dots + \beta_{i_1 i_2 \dots i_k} x_{i_1} x_{i_2} \dots x_{i_k} \quad (3.04)$$

Деярли муқим (оптимал) моделдаги соҳа (3.03)ни тавсифлаш учун фақат иккинчи, баъзан учинчи тартибдаги аъзолар ҳисобга олинади.

Режалаштирилаётган эксперимент натижалари бўйича регрессия танланма коэффицентлари b_0, b_i, b_{ij} белгиланади, булар регрессиялар назарий коэффицентлари $\beta_0, \beta_i, \beta_{ij}$ лар учун баҳо ҳисобланади, яъни

$$\begin{aligned} b_i &\rightarrow \beta_i, b_{ij} \rightarrow \beta_{ij}, \\ b_0 &\rightarrow \beta_0 + \sum \beta_{ii} + \sum \beta_{iii} + \dots \end{aligned}$$

Натижада модел (регрессия тенгламаси) эксперимент маълумотлар асосида олинган, модел (3.04) дан фарқли ўлароқ куйидаги кўринишга эга бўлади:

$$M(y) = \eta = b_0 + \sum_{1 \leq i \leq k} b_i x_i + \sum_{1 \leq i \leq j \leq k} b_{ij} x_i x_j + \dots + b_{i_1 i_2 \dots i_k} x_{i_1} x_{i_2} \dots x_{i_k} \quad (3.05)$$

бунда η — η жавоб математик кутилган баҳоси.

Регрессия тенгламаси (3.05) ўрганилаётган факторлар кибернетика системаси жараёнига таъсири, факторлар биргаликдаги ҳаракати ва оптимал соҳага ҳаракат йўналиши ҳақида тавсиф беради. Гиперплоскостли жавоб сирти унча катта бўлмаган қисмининг шундай аппроксимацияси деярли муқим (оптимал) соҳага тушиш учун зарур. Кўрсатилган соҳага тушадиган сўнг модел (3.05) ёрдамида масала ечилган ҳисобланади. Агар оптимум соҳасини айти тавсифи зарур бўлса, унда полиномлар анча юқори даражаси — иккинчи, баъзан учинчисига қўйилади.

Резюме. Кибернетик системада система факторлари ва акс садо қийматлари ўртасида муайян алоқа мавжуддир. Бу акс садо акс-садо функцияси дейилади, унинг геометрик тарзи акс-садо сирти деб аталади. Акс-садо функциясини етарли аниқлик билан k ўзгарувчандан d даражадаги полином сўрашида тасаввур қилиш мумкин. Мазкур полином тавсифлаётган аниқликдаги кибернетик системадаги у ёки бу жараён факторлар даражасига боғлиқдир.

3.3. Экспериментни режалаштиришда факторлар тенгламаларини танлаш

Кибернетик системанинг ҳар бир фактори ўз катталигини белгилаш учун муайян чегарасига эга, бунинг ичида у исталган қийматни ёки қатор дискрет қийматларни қабул қилиш мумкин. Агар бу қийматлар мажмун факторни белгилаш соҳасини ташкил этади.

Экспериментни лойиҳалашда ҳар бир факторни аниқлаш соҳасида унинг локал кичик соҳаси мавжуддир, яъни оралиқда тадқиқот ўтказиладиган ўша фактор ўзгариши интервали бор.

Кўрсатилган локал кичик соҳаларни танлаш ҳар бир фактор x_i ($i = 1, 2, \dots, k$) учун x_{i0} асосий (нол) даража ва ўзгариш интервали Δx_i уш танлашга олиб келади. Бунинг учун априор информация асосида факторлар тахминий қиймати белгиланади, булар комбинацияси кибернетик система энг яхши чиқиш натижасини беради. Факторлар қиймати бу комбинациясига фактор фазоси бошланғич нуқтаси мос келади, ундан эксперимент

режасини тузишда фойдаланилади. Бошлангич нукта кўриш натаалари **факторлар асосий(нол) даражаси** дейилади

Δx_i факторлар ўзгариш интерваллари ҳам априор информация асосида танланади, масалан, жавоб сиртининг урганилаётган эгриси тўғрисидаги. Демак, сирт эгрининг кам бўлса, Δx_i ўзгариш интервали шунча катта бўлиши мумкин. Мазкур априор информация дастлабки бир факторли экспериментлардан ёки назарий тахминлардан олиниши мумкин. Бундан ташқари ўзгариш интервали баъзи бир улуш [4] сифатда тегишли факторни аниқлаш соҳаси ўлчамидан аниқланиши мумкин. Ўзгариш тор интервали белгилаш соҳасининг 10% гачасини ташкил этади, ўртачаси — 10% дан 30% гача, кенги — 30% дан ошиқ.

Маълум асосий даража ва фактор ўзгариш интерваллари унинг юқори ва қуйи даражаси тенг:

$$x_{iB} = x_{i0} + \Delta x_i, x_{iH} = x_{i0} - \Delta x_i, \quad (3.06)$$

Шартларни ёзиш соддалаштириш ва эксперимент натижаларини ишлаб чиқиш учун натурал ўзгарувчанлар x_{i0} дан, чексиз $\tilde{x}_i$ (меъёрланган) ларига ўтилади, булар қуйидагича аниқланади:

$$\tilde{x}_i = \frac{x_i - x_{i0}}{\Delta x_i}. \quad (3.07)$$

Бу ҳолда $\tilde{x}_{i0} = 0$, $\tilde{x}_{iB} = +1$, $\tilde{x}_{iH} = -1$, яъни ҳар бир фактор асосий даражасига 0 мос келади, юқори даражага — «+1», қуйи даражага «-1».

Икки даражада экспериментни режалаштириш турли кибернетик системалар математик моделини олишда кенг қўлланилади. Барча факторлар икки даража ўзгарувчи шундай режалар 2^k тур режа деб номланади, бунда k — факторлар сони.

Резюме. Кибернетик системалар («қора яшик»)ни тадқиқ этишда ҳар бир фактор ўз катталигини ўзгартириш муайян чегарасига эга. Мазкур чегара (ўзгариш интерваллари)да у истиқболдан қийматга ёки бир қатор дискрет қийматларга эга бўлиши мумкин. Ўзгариш интерваллари априор информация асосида

аниқланади. Кибернетик система математик моделларини олиш учун факторлар кўпинча икки даражада ўзгаради.

3.4. Тўлиқ факторли эксперимент. Математик модел олиш

Икки даражада ўзгарувчи мустақил факторларнинг барча эҳтимолый такрорланмас комбинациялари амалга оширилаётган эксперимент тўлиқ факторли эксперимент (ТФЭ) деб аталади. Бу комбинациялар миқдори $N = 2^k$.

ТФЭни уч факторли кибернетика системасида ($N = 2^3$) режалаштиришни кўриб ўтамиз. Унинг учун математик модел регрессия тенгласига (3.03) кўра қуйидаги кўринишга эга

$$M(y) = b_0 + \sum_{i=1}^3 b_i \tilde{x}_i + \sum_{1 \leq i < j} b_{ij} \tilde{x}_i \tilde{x}_j + b_{123} \tilde{x}_1 \tilde{x}_2 \tilde{x}_3. \quad (3.08)$$

қўрсатилган математик моделни ТФЭ усулида топиш қуйидаги ҳолатлардан иборат:

- экспериментни режалаштириш;
- эксперимент ўтказиш;
- регрессия танлама коэффициентлари статистик ҳолатини текшириб кибернетик система математик моделини олиш;
- тикланиш (танлама) дисперсия бир жипслилигини текшириш;
- математик тавсиф айнийлигини текшириш.

Уч фактор учун ТФЭ режалаштириш матрицаси 3.01-жадвалда келтирилди. Бунда $\tilde{x}_1, \tilde{x}_2, \tilde{x}_3$ устунчалари режа матрицаси ташкил этади. Шулар бўйича бевосита тажриба шартли аниқланади. $\tilde{x}_1 \tilde{x}_2, \tilde{x}_1 \tilde{x}_3, \tilde{x}_2 \tilde{x}_3, \tilde{x}_1 \tilde{x}_2 \tilde{x}_3$ устунчалар факторлар комбинациялари эҳтимолый комбинациясини кўрсатади, булар факторлар биргаликдаги ҳаракати самарасини баҳолашга имкон беради. $\tilde{x}_0$ (фиктив ўзгарувчан) устунчаси эркин рақам β_0 ни белгилаш учун жадвалга киритилган. x_0 қиймат барча тажриба-ларда бир хил ва +1 га тенг

ТФЭ режалаштириш матрицаси бир қатор хусусиятга эга. Бу хусусиятлар уларни режалаштирилаётган эксперимент натижаларини бўйича математик модел олишнинг оптимал воситасига айланади.

Биринчи хосса — эксперимент марказига нисбатан мустақил. Бу хосса қуйидагича ифодаланади: ҳар бир устунга унсурларининг алгебраик йиғиндиси, $\bar{x}_0$ фактор-устунчадан бошқа, нулга тенг.

$$\sum_{v=1}^n \tilde{x}_{iv} = 0; i = 1, 2, \dots, 2^k - 1, \quad (3.10)$$

бунда n — режадаги турли нуқталар сони, v — режа нуқтасининг тартиб рақами.

РЕЖА

2³ тур режалаштириш матрицаси ва тажрибаларнинг натижалари

Режа нуқта рақами									Оптималлаштириш Параметри
	$\tilde{x}_0$	$\tilde{x}_1$	$\tilde{x}_2$	$\tilde{x}_3$	$\tilde{x}_1 \tilde{x}_2$	$\tilde{x}_1 \tilde{x}_3$	$\tilde{x}_2 \tilde{x}_3$	$\tilde{x}_1 \tilde{x}_2 \tilde{x}_3$	
1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	$\bar{y}_1$
2	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	$\bar{y}_2$
3	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	$\bar{y}_3$
4	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	$\bar{y}_4$
5	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	$\bar{y}_5$
6	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	$\bar{y}_6$
7	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	$\bar{y}_7$
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	$\bar{y}_8$

Иккинчи хосса шундай ифодаланади: ҳар бир устунча унсурларининг квадрати йиғиндиси нуқталарининг сонига тенг.

$$\sum_{v=1}^n \tilde{x}_{iv}^2 = n; i = 0, 1, 2, \dots, 2^k - 1. \quad (3.10)$$

Учинчи хосса — режалаштириш матрицасининг ортогонал вектор-устунчалар. Мазкур хосса қуйидаги ифодага эга: режалаштириш матрицаларининг сталган икки вектор-устунчаси ун-устунча хосса йиғиндиси нулга тенг.

$$\sum_{v=1}^n \tilde{x}_{iv} \tilde{x}_{jv} = 0; i, j = 0, 1, 2, \dots, 2^k - 1. \quad (3.11)$$

Ортогоналлик хоссасидан тенгламалар меъёрий системаси матрицасининг диагоналиги ва регрессия тенгламаси коэффициентлари ўзаро мустақил баҳоси, шунингдек, бу коэффициентларни ҳисоблаш соддалиги келиб чиқади.

2³ тур режалаштириш матрицаси регрессия саккиз коэффициентини баҳолашга имкон беради: $b_0, b_1, b_2, b_3, b_{12}, b_{13}, b_{23}, b_{123}$. Бироқ, ундан регрессия ($b_{11}, b_{22}, \dots$) квадратли коэффициентларини баҳолашда фойдаланиб бўлмайди, чунки вектор-устунча $\tilde{x}_1^2, \tilde{x}_2^2, \tilde{x}_3^2$ бир-бирига ва $\tilde{x}_0$ устунча билан мос тушади.

Экспериментни режалаштиришда экспериментни қунт билан ўтказишликка жиддий талаб қўйилади. Буни шу билан изоҳлаш мумкинки, эксперимент режасини амалга ошириш натижаларини статистик баҳолаш экспериментдаги камчиликларни албатта кўрсатади. Ваҳоланки, тадқиқотнинг анъанавий усуллари (бир факторли эксперимент) эксперимент хатосини эътиборга олиш ва олинган боғлиқликларнинг ишончлилигини (айниий-лигини) текширишни кўзда тутмайди. Бундан ташқари факторлар ўзгариш интервалини танлашга эътибор (ҳаддан зиёд эътибор) билан ёндошиши лозим.

Экспериментни режалаштиришнинг ўзига хос хусусиятларидан қуйидагиларни таъкидлаш мумкин. Агар факторлар бир инсигилигини таъминлаш мумкин бўлмаса, масалан, синов турин ҳажми учун ишланаётган материал бир жинслилигига эришиш мумкин бўлмаса, унда материаллар турли партияси ҳаддорини аниқлаш лозим ва режалаштириш матрицасини те-те-те тарзда ортогонал блокларга тақсимлаш зарур. Шундан кўра вақт мобайнида эксперимент шароити ўзгарувчанлиги таъсирини истисно қилиш учун ҳар бир блок чегарасида тажрибаларнинг тасодикий тадрижийликда бўлиши тавсия этилади,

яъни тажрибаларни тасодифий рақамлар жадвали ёрдамида вақт мобайнида **рандомлаш** зарур.

ТФЭ ўтказишдан мақсад кибернетик системанинг регрессия тенгламаси кўринишидаги (3.05) тавсифини олиб ҳисобланади. $N = 2^j$ турдаги режалаштириш матрицаси учун регрессия тенгламаси 3.08- тенглама кўринишида келтирилади.

Юқорида таъкидланганидек, режалаштириш матрицаси ортогоналлиги регрессия тенгламаси коэффициентларини ҳисоблашни сезиларли тарзда соддалаштиради. Демак, b_i коэффициентлар факторлари исталган миқдори куйидаги тенгламага кўра ҳисобланади:

$$b_i = \frac{\sum_{v=1}^n \tilde{x}_{iv} \bar{y}_v}{n}, \quad (3.12)$$

бунда $i = 0, 1, 2, \dots, k$ — фактор тартиб рақамли (x_0 фиктив ўзгарувчанни ҳам қўшганда; $\bar{y}_v$ ўртача жавоб (яъни чиқиш параметрининг ўртача қиймати), v тартиб рақамли нуқтадаги тажриба бўйича

$$\bar{y}_v = \frac{\sum_{j=1}^r \bar{y}_{vj}}{r} \quad (3.13)$$

Биринчи тартибли ўзаро харажатда b_{ij} коэффициентлари 3.12 даги тенгламага ўхшаш тенгламада ҳисобланади.

$$b_{ij} = \frac{\sum_{v=1}^n \tilde{x}_{iv} \tilde{x}_{jv} \bar{y}_v}{n}; i, \dots, j; i, j = 1, 2, \dots, k. \quad (3.14)$$

Резюме. ТФЭни режалаштириш матрицаси бир қатор хусусиятларга эга бўлиб, режалаштириладиган эксперимент натижалари бўйича математик модел олишнинг самарали воситаси ҳисобланади. Куйидагилар шундай хусусиятга кирилади: эксперимент марказига нисбатан мутаносиблик; вектор устунчалар ортогоналлиги; матрицалар диагоналлиги ва х. к.

3.5. Эксперимент натижаларини ишлаб чиқиш

Модомики, экспериментни режалаштириш боғлиқликнинг статистик тавсифидан келиб чиқар экан, унда кириш ва чиқиш параметрлари боғлиқлигининг олинган тенгламалари статистик таҳлилдан ўтказилади. Таҳлилдан мақсад:

- олинган боғлиқлик ҳақиқийлиги, унинг аниқлигига эътибор қилиш;
 - эксперимент натижаларидан энг кўп информация олиш.
- Эксперимент натижалари бўйича режа нуқталаридаги тажриба хатосини тавсифловчи дисперсия ва оптималлаштириш параметри дисперсияси аниқланади. Режа нуқталаридаги дисперсия куйидагича аниқланади:

$$S_v^2 = \frac{\sum_{j=1}^r (y_{vj} - \bar{y}_v)^2}{r - 1}, \quad (3.15)$$

бунда r — режа нуқталаридаги такрорий тажрибалар сони. **Оптималлаштириш параметри дисперсияси** — режа барча нуқталаридаги дисперсиялар ўртача арифметик қиймати.

$$S^2\{y\} = \frac{\sum_{v=1}^n S_v^2}{n} = \frac{\sum_{v=1}^n \sum_{j=1}^r (y_{vj} - \bar{y}_v)^2}{n(r - 1)}, \quad (3.16)$$

бунда n — режа нуқталари сони

Дисперсиялар бир жинслилигини текшириш Фишер, Кохрен, Бартлет турли статистик мезонлари ёрдамида амалга оширилади. Кохрен мезони режа барча нуқталаридаги такрорий тажрибалар сони бир хил бўлган ҳолларда қўлланади. Мазкур мезон барча дисперсиялар йиғиндисига максимал дисперсия мутаносибати сифатида намоён бўлади.

$$G = \frac{S_v^2 \max}{\sum_{v=1}^n S_v^2}. \quad (3.17)$$

яъни тажрибаларни тасодифий рақамлар жадвали ёрдамида вақт мобайнида **рандомлаш** зарур.

ТФЭ ўтказишдан мақсад кибернетик системанинг регрессия тенгламаси кўринишидаги (3.05) тавсифини ҳисобланади. $N = 2^j$ турдаги режалаштириш матрицаси регрессия тенгламаси 3.08- тенглама кўринишида келтирилган.

Юқорида таъкидланганидек, режалаштириш матрицаси ортогоналлиги регрессия тенгламаси коэффициентларини ҳисоблашни сезиларли тарзда соддалаштиради. Демак, b_i коэффициентлар факторлари исталган миқдори қуйидаги тенгламага кўра ҳисобланади:

$$b_i = \frac{\sum_{v=1}^n \tilde{x}_{iv} \bar{y}_v}{n}, \quad (3.12)$$

бунда $i = 0, 1, 2, \dots, k$ — фактор тартиб рақамли (x_0 фиктив ўзгарувчанни ҳам қўшганда; $\bar{y}_v$ ўртача жавоб (яъни чиқиш параметрининг ўртача қиймати), v тартиб рақамли нуқтадаги тажриба бўйича

$$\bar{y}_v = \frac{\sum_{j=1}^r \bar{y}_{vj}}{r} \quad (3.13)$$

Биринчи тартибли ўзаро харажатда b_{ij} коэффициентлари 3.12 даги тенгламага ўхшаш тенгламада ҳисобланади.

$$b_{ij} = \frac{\sum_{v=1}^n \tilde{x}_{iv} \tilde{x}_{jv} \bar{y}_v}{n}; i, \dots, j; i, j = 1, 2, \dots, k \quad (3.14)$$

Резюме. ТФЭни режалаштириш матрицаси бир қатор хусусиятларга эга бўлиб, режалаштириладиган эксперимент натижалари бўйича математик модел олишнинг самарали воситаси ҳисобланади. Қуйидагилар шундай хусусиятга киради: эксперимент марказига нисбатан мутаносиблик; вектор-устунчалар ортогоналлиги; матрицалар диагоналлиги ва ҳ.к.

3.5. Эксперимент натижаларини ишлаб чиқиш

Модомики, экспериментни режалаштириш боғлиқликнинг статистик тавсифидан келиб чиқар экан, унда кириш ва чиқиш параметрлари боғлиқлигининг олинган тенгламалари статистик таҳлилдан ўтказилади. Таҳлилдан мақсад:

- олинган боғлиқлик ҳақиқийлиги, унинг аниқлигига амон ҳосил қилиш;
- эксперимент натижаларидан энг кўп информация олиш.

Эксперимент натижалари бўйича режа нуқталаридаги тажриба хатосини тавсифловчи дисперсия ва оптималлаштириш параметри дисперсияси аниқланади. Режа нуқталаридаги дисперсия қуйидагича аниқланади:

$$S_v^2 = \frac{\sum_{j=1}^r (y_{vj} - \bar{y}_v)^2}{r - 1}, \quad (3.15)$$

бунда r — режа нуқталаридаги такрорий тажрибалар сони. **Оптималлаштириш параметри дисперсияси** — режа барча нуқталаридаги дисперсиялар ўртача арифметик қиймати.

$$S^2\{y\} = \frac{\sum_{v=1}^n S_v^2}{n} = \frac{\sum_{v=1}^n \sum_{j=1}^r (y_{vj} - \bar{y}_v)^2}{n(r - 1)}, \quad (3.16)$$

бунда n — режа нуқталари сони

Дисперсиялар бир жинслилигини текшириш Фишер, Кохрен, Бартлет турли статистик мезонлари ёрдамида амалга оширилади. Кохрен мезони режа барча нуқталаридаги такрорий тажрибалар сони бир хил бўлган ҳолларда қўлланади. Мазкур мезон барча дисперсиялар йиғиндисига максимал дисперсия муносибати сифатида намоён бўлади.

$$G = \frac{S_v^2 \max}{\sum_{v=1}^n S_v^2}. \quad (3.17)$$

Дисперсиялар бир жипслилиги гинетезаси Кохрен мезони экспериментал қиймати. нинг жадвал қийматидан ошиб кетган ҳолларда қабул қилинади.

$$G < G_{кр}$$

(3.18)

Модел (регрессия) коэффиценти аҳамиятлилигини текшириш Стьюдент мезони t бўйича амалга оширилади. t мезон қадалиги қуйидагича аниқланади

$$t_i = \frac{|b_i|}{S\{b\}}, \quad (3.19)$$

бунда $|b_i|$ — регрессия i -чи коэффицентининг қиймати модули;

$S\{b\}$ — регрессия коэффицентлари дисперсияси квадратилди, бу қуйидагича аниқланади.

$$S^2\{b\} = \frac{S^2\{y\}}{n - r} \quad (3.20)$$

Агар $t_i > t_{кр}$ бўлса, b_i коэффицент аҳамиятли ҳисобланади. Акс ҳолда b_i статистик жиҳатдан аҳамиятсиз ҳисобланади, яъни $\beta_0 = 0$.

b_i коэффицентнинг статистик аҳамиятсизлигига сабаб қуйидагичадир:

- x_{i0} асосий даражаси x_i ўзгарувчи бўйича жорий экстремум нуқтасига яқин;
 - Δx_i ўзгариш интервали кичик танланган;
 - берилган ўзгарувчан (ўзгарувчилар ҳосиласи) чиқиш параметри $\bar{y}$ билан функционал боғлиқликка эга эмас;
 - назорат қилинмайдиган ва бошқарилмайдиганлар мавжудлиги оқибатида экспериментда хатолик юқори даражада.
- Эксперимент натижаларини ишлаб чиқиш модел айнийлигини текшириш билан якунланди. Бу кириш параметри (ўртача жавоб) ўртача қиймати $\bar{y}$ ни фактор фазоси айна нуқталарида олинган регрессия тенгламаси бўйича ҳисоблаш натижаси y билан қиёслаб олинади. Изланаётган функционал боғлиқлиқни аниқ-

аппроксимирувчи регрессия тенгламасига нисбатан эксперимент
натижалари тарқалишини қолдиқ дисперсия ёки қуйидаги тенглама

$$S_{ag}^2 = \frac{r}{n} \sum_{v=1}^n (\bar{y}_v - y_v)^2 \quad (3.21)$$

бўйича аниқланадиган S_{ag}^2 дисперсия айнийлиги ёрдамида таъ-
сирлаш мумкин бунда m — регрессиянинг аппроксимирувчи бар-
иқимларининг сони

Айнийликни текшириш F — Фишер мезони ёрдамида амалга
оширилади, у $F = \frac{S_{ag}^2}{S^2(y)}$ нисбат сифатида ифодаланади. Математик
модел айний ҳисобланади, агар

$$F = \frac{S_{ag}^2}{S^2\{y\}} < F_{кр}, \quad (3.22)$$

қанда $F_{кр}$ — Фишер мезони — F нинг критик қиймати, у жад-
валга кўра топилади.

Резюме. *Режалаштириладиган эксперимент натижалари
ёйича олинган кибернетик моделлар факторлари ва чиқиш па-
раметрлари ўртасидаги алоқа тенгламаси статистик таҳлил
қилиниши шарт. Анализнинг мақсади қуйидагича: олинган
натижалар ва унинг аниқлиги ишончли эканлигига қаноат ҳосил
қилиш, эксперимент натижаларида иллати борица кўпроқ ин-
формация олиш.*

3.6. Каср, фактор эксперимент.жавоб сирти бўйлаб бурама юқорилаш

Тўлиқ факторли эксперимент (ТФЭ) фақат чизиқли эф-
фектгагина эмас, балки улар ўзаро ҳаракати барча эффектлари-
ни тааллуқли регрессия коэффициентларини айрим-айрим бел-
гилаш имконини беради. Бироқ, ТФЭдан фойдаланиш ҳамма
вақт ҳам самарали эмас, айниқса, факторлар сони кўп
бўлганда. Чунки ТФЭ $N = 2^k$ тажрибалар сонини чизиқли эф-
фектлар k баҳоловчи сонидан анча кўпроқ қўйишни талаб эта-
ди. ТФЭ $\Delta = 2^k - k$ тажрибалар кўплаб ортиқчалигига эга.

Касрли фактор экспериментлар (КФЭ) анча қимматли ва қўлдан келтириш қийин. Булар ТФЭнинг муайян қисмини акс эттирмайди. Мазкур ҳолда тажрибалар гиперкубнинг барча 2^k чўққиларини ўқитиш бийки, бунда баъзи информациялар йўқотилади. Бирок, гиперкуб чўққисини оқилона танлаш йўли билан чизикли босқичи учун етарлича ўзаро ҳаракат эффекти қисмини олиш мумкин.

Мустақил факторлар $k + p$ учун КФЭ режасини олиш учун k факторлар учун ТФЭ тузиш зарур ва энг юқори тартибдаги ўзаро ҳаракати эффектларини қолган мустақил факторлар p чизикли эффектга тенглаштириш лозим. Бунда қолган p факторлар даражаси ўзаро ҳаракатга мос устунчалар қиммат комбинацияларига мувофиқ ўзгариши лозим. Шундай йўл билан олинган КФЭ 2^{k+p} тур ТФЭдан касрли реплика ҳисобланади. Факторлар чегаравий сонидagi режа мазкур миқдор тажрибалар ва берилган модел учун тигиз деб аталади. 2^k тур режа тигиз эмас дейилади.

Шуни таъкидлаш жоизки, КФЭ режалаштириш матричаси ўзининг оптимал — ортогонал, ротатабел хусусиятларини йўқотмайди. КФЭ тўлиқ тавсифи [17,19] ишларда келтирилади.

Режалаштирилаётган ТФЭ ва КФЭ натижалари асосидан олинган регрессия тенгламалари фақат кибернетика системалари жараёнига ва улар ўзаро ҳаракатига факторлар таъсири тўғрисидагина тасаввур бериб қолмайди, балки унинг хоссасини оптималлаштиришга ҳам имкон беради, яъни система чизикли параметрлари экстремал қийматларини таъминловчи фактор даражаларини топишга ҳам имкон беради.

Бундай оптималлаштириш турли усулларда амалга оширилиши мумкин. Булардан *жавоб сирти бўйлаб буралиб юқорилаш* усули амалда энг кўп қўлланиладиган бўлди. Бу усул 1951 йилда Бокс ва Уилсонлар томонидан таклиф этилади [19]. *Буралиб юқорилаш* — жавоб сирти бўйлаб градиент усулини факторлар

эксперимент билан қўшиб фойдаланиш йўли билан мақсадли бўлиб "силжиш". Буралиб юқорилаш усули билан чиқиш параметри экстремуми (экстремум нуқтасини) излаш қуйидагича амалга оширилади [1].

ТФЭ ёки КФЭ экспериментни режалаштиришнинг тегишлилиги буйича амалга оширилади.

Экспериментнинг олинган натижаларини статистик қилиб қилиш йўли билан регрессия коэффиценти ҳисоблаб (3.12) ва (3.14) тенгламага қаранг) ва улар дисперсиялар бир (3.17) ва (3.18) тенгламаларга қаранг) ҳамда математик модел айнийлиги (3.22) тенгламага қаранг) аниқланади. Регрессия коэффиценти ва вектор-градиентни таъкидлаш этиувчи ҳисобланади.

λ параметрнинг танланган қиймати асосида факторлар қиймати t_i қадам (асосий даражага нисбатан) ва буралиб юқорилаш чизигидаги уларнинг координати $x_i^{(h)}$ аниқланади.

$$t_i = \lambda b_i \Delta x_i, \quad (3.23)$$

$$\xi_i^{(n)} = \xi_{i,0} + \eta \lambda \beta_i \Delta \xi_i; \quad i = 1, 2, \dots, k; \quad \eta = 1, 2, \dots,$$

бу λ — буралиб юқорилаш йўналишидаги қадам тартиби.

λ параметр турлича танланади. Танлашнинг энг кўп қўлланган усули қуйидагичадир:

$|\beta_i| \Delta x_i$ ҳосила абсолют қиймати энг катта ҳисобланган фактор топилади. Бу фактор таянч ҳисобланади.

$$|\beta_i| \Delta \xi_i = \mu \alpha \xi_i \{ \beta_i | \Delta \xi_i \}; \quad i = 1, 2, \dots, k; \quad (3.24)$$

буралиб юқорилаш йўналишига биринчи қадам учун $\lambda = \lambda_1$ қиймати шундай танланадики, таянч фактор буйича қадам Δx_0 унинг қисми ўзгариш интервалига тенг бўлсин, яъни

$$\lambda_1 | \beta_0 | \Delta x_0 = \mu \Delta x_0, \quad 0 < \mu \leq 1. \quad (3.25)$$

бунда $0 < \mu \leq 1$.

ундан $\lambda_i = \frac{\mu}{b_i}$

– Тенглама (3.23) бўйича танланган қиймат λ_i ни ҳисобла олиб, факторлар ўзгариш қадами ва буралиб юқорилаш зиғидаги кейинги нуқталар координати аниқланади.

– Буралиб юқорилаш нуқталарида эксперимент амалга оширилади, булардан кейин чиқиш параметри бўйича энг яхши эксперимент танланади. Бу фактор экспериментлари қиймати кейинги экспериментлар туркумида асос қилиб олинади.

– Экстремум нуқтасини излаш кибернетик система чизилган моделининг барча коэффициентлари $b_i (i = 1, 2, \dots, k)$ аҳамиятига бўлмагунча давом этади. Бу экстремум соҳаси чиқишидан далолат беради.

Резюме. Тулиқ факторли эксперимент (ТФЭ) тажрибалар ҳаддан зиёд кўплигига эга. Шунинг учун қатор ҳолларда касрли факторли эксперимент (КФЭ)дан фойдаланилади, бу ТФЭнинг бир қисми ҳисобланади. КФЭ камроқ ортиқчаликка эга, аммо уни амалга оширишда информациянинг бир қисми йўқотилади.

ТФЭ ёки КФЭ натижалари асосида олинган регрессия тенг-ламаси факторларнинг кибернетик система жараёнига таъсир ҳақида тасаввур берибгина қолмай, балки унинг хоссасини оптималлаштириш имконини ҳам беради. Бундай оптималлашти-ришнинг усулларида бири бўлиб акс-садо сирти бўйлаб кескин кўтарилиш ҳисобланади.

Ўз-ўзини назорат қилиш учун савол ва топшириқлар

1. Техникавий объект кибернетик модели нимадан иборат?
2. Экспериментни режалаштиришдаги асосий тушунча ва мо-деллар ҳақида сўзлаб беринг.
3. Акс-садо сирти нима ва у нима билан тавсифланади?
4. Экспериментни режалаштиришда факторлар даражаси қандай танланади?

5. Тулиқ факторли экспериментлар нима ва у қандай режа-штиради?

6. Тулиқ факторли экспериментда математик тенглама қандай ҳисобланади?

7. Экспериментни режалаштириш матрицаси нима ва у қандай хусусиятларга эга?

8. Режалаштирилаётган экспериментлар натижаси қандай ҳисобланади?

9. Касрли факторли эксперимент нима?

10. Корень мезони ва Фишер мезони нима?

11. Акс-садо сирти бўйлаб кескин юқорилаш нимадан иборат?

IV БОБ. ЭКСПЕРИМЕНТАЛ ТАДҚИҚОТЛАР МЕТОДОЛОГИЯСИ

4.1. Экспериментал тадқиқотлар асоси

4.1.1. Экспериментал тадқиқотлар тури

Экспериментал тадқиқот — янги илмий билимлар олиниш асосий усулларида бири.

Экспериментдан бош мақсад назарий қоидаларни текшириш (ишчи гипотезани тасдиқлаш), шунингдек илмий тадқиқот мавзуини янада кенгроқ ва чуқурроқ ўрганишидир. Экспериментлар **табiiй ва сунъий** бўлиши мумкин.

Табиий экспериментлар ишлаб чиқариш, турмуш ва ҳ.к. ларда ижтимоий ҳодисаларни ўрганишда муҳимдир. **Сунъий экспериментлар** эса техника ва б. фанларда кенг қўлланади.

Объект ёки жараён модели хусусиятига, экспериментларни танлаш ва ўтказишга боғлиқ ҳолда улар **лаборатория ва ишлаб чиқариш** турига бўлинади.

Лаборатория экспериментлари махсус моделлаштирувчи қурилма, стендларда намунавий приборлар ва тегишли аппаратларни қўллаб ўтказилади. Булар кам харажат қилган ҳолда қимматли илмий информация олиш имконини беради. Лекин, экспериментал тадқиқотнинг бундай натижалари ҳамма вақт ҳам жараён ёки объект ишининг боришини тўлиқ акс эттира бермайди.

Ишлаб чиқариш экспериментлари атроф муҳит турли тасодифий омилларини ҳисобга олган ҳолда мавжуд шароитларда ўтказилади. Бундай экспериментлар лабораториядагидан мураккаб, тажриба натураси (мавжуд жараён ёки объект) ҳажмдорлиги оқибатида пухта фикрлаш ва режалаштиришни талаб этади.

Эксплуатация қилинадиган объектнинг турли дала **символлари** ҳам ишлаб чиқариш тадқиқотларига киради.

Тегишли методика ва шакл бўйича ташқилотлар ёки муассасалардан, корхоналардан у ёки бу тадқиқ этилаётган масала бўйича **материаллар** тўплаш ишлаб чиқариш экспериментларининг бир тури ҳисобланади.

Экспериментал тадқиқотларни самарали ўтказиш учун **эксперимент методологияси** ишлаб чиқилади. У қуйидаги асосий тадқиқотларни ўз ичига олади:

- экспериментни **режа-программасини** ишлаб чиқиш;
- ўлчамларни баҳолаш ва эксперимент ўтказиш воситаларини танлаш;
- экспериментни ўтказиш;
- эксперимент натижасида олинган маълумотларни ишлаб чиқиш ва таҳлил қилиш.

4.1.2. Эксперимент режа-программасини ишлаб чиқиш

Эксперимент режа-программаси — экспериментал тадқиқотларнинг методологик асоси.

Режа-программа қуйидагиларни ўз ичига олади:

- тадқиқот мавзулари **руйхати** ва ишчи гипотеза мазмуни;
- эксперимент методикаси ва уни бажариш учун зарур материаллар, приборлар, қурилмалар ва ҳ. к.лар **руйхати**;
- бажарувчилар **руйхати** ва улар календар иш режаси;
- экспериментни бажариш учун **харажатлар руйхати**.

Эксперимент методикаси — методлар, экспериментал тадқиқотларни мақсадга мувофиқ усуллари мажмуи. Умумий тарзда у ўз ичига олади:

- эксперимент **мақсад ва вазифасини**;
- **факторлар танлаш** ва улар ўзгариш даражасини;
- **воситалар** ва ўлчашлар зарур миқдорини асослашни;
- эксперимент **моҳияти** ва тартибининг баёнини;
- эксперимент **натижаларини** ишлаб чиқиш ва таҳлил қилиш усуллари асослашни.

Экспериментнинг **мақсад ва вазифаси** ишчи гипотеза ва тегишли назарий ишланмани таҳлил қилиш асосида аниқланади. Вазифа аниқ бўлиши, уларнинг сони — унча кўп бўлмаслиги зарур. Оддий эксперимент учун — 3... 4, мажмуа эксперимент учун эса — 8... 10 та.

Жараён ёки объектга таъсир этувчи **факторларни танлаш** қўл қилинган ишчи гипотезага мувофиқ назарий ишланмаларни таҳлил қилиш асосида амалга оширилади. Барча факторлар мазкур эксперимент учун аввал муҳимлик даражасига кўра сараланади, сўнг улардан асосийлари ва ёрдамчилари ажратилади.

Факторлар сони унга кўп бўлмаганда (3 гача бўлганда) уларнинг муҳимлик даражаси бир факторли эксперимент бўйича аниқланади (битта фактор қолганлар муҳим бўлганда ўзгаради). Агар факторлар сони катта бўлса, юқорида (3- бобга қаранг) кўриб ўтилганидек кўп факторлик таҳлил қўлланилади.

Ўлчаш воситалари экспериментнинг мақсад ва вазифасидан, ўлчанадиган параметрлар тавсифи ва талаб этилатгани аниқликдан келиб чиқиб танланади.

Қоидага кўра, стандарт, ялпи ишлаб чиқиладиган ўлчаш воситалари (мамлакатда, чет элда ишланган)дан фойдаланилади. Айрим ҳолларда камёб ўлчовлар прибор ва аппаратлари бунёд этилади.

Ўлчаш техникасининг назарий ва физик асоси, физик катталикларни ўлчаш усуллари[24, 38] ишларда муфассал кўриб ўтилган.

Эксперимент ўтказишнинг мазмун ва тартиби — методиканинг марказий қисми. Унда эксперимент ўтказиш жараёни тўла лойиҳаланади:

— *кузатиш ва ўлчаш операцияларини ўтказиш кетма-кетликда тузилади;*

— *эксперимент ўтказишнинг танланган воситаларини ҳисобга олган ҳолда ҳар бир операция айрим-айрим муфассал тавсифланади;*

— *операциялар сифатини назорат қилишда қўлланадиган усуллар тасвирланади;*

— *кузатиш ва ўлчаш натижаларини ёзиш учун дафтар тузилади.*

Экспериментал маълумотларни **ишлаб чиқиш ва таҳлил қилиш усуллари**ни асослаш методикани муҳим бўлими ҳисобланади.

Экспериментларнинг натижалари намоиш этишнинг кўргазма шаклига келтирилиши лозим (жадваллар, график, номограммалар ва ҳ. к.) токи уларни қиёслаш ва таҳлил қилиш мумкин бўлсин. Алоҳида эътибор **ишлаб чиқиш математик усуллари** — эмпирик боғлиқлик, факторлар ва чиқиш параметрлари ўртасидаги алоқа аппроксимацияси, мезонлар, ишончли интерваллар ўрнатиш ва б. га қаратилади. Бу ишлаб чиқиш усуллари муфассал [6, 15, 34 ва б.] ишларда кўриб чиқилган.

Эксперимент методикаси ишлаб чиқилгандан сўнг экспериментал тадқиқот ҳажми ва меҳнат талаблиги аниқланади. Улар назарий ишланмалар чуқурлиги ва қабул қилинган ўлчаш

воситалари тавсифи (аниқлик, ишончлик, тез ҳаракатланиш ва к.) га боғлиқ. Тадқиқотнинг назарий қисми қанчалик аниқ содаланган бўлса, эксперимент ҳажми ва меҳнат талаблиги анча кам бўлади [32].

Табиийки, ҳажм ва меҳнат талаблик эксперимент турига боғлиқ. Дала синовлари, қоидага кўра, кўп меҳнат талабдир.

4.3.1. Экспериментни ўтказиш

Эксперимент — илмий тадқиқотнинг энг муҳим ва анча меҳнат талаб босқичи.

Эксперимент ишлари тасдиқланган режа-программа ва эксперимент методикасига мувофиқ ўтказилади. Экспериментчи киришилар экан синовларни ўтказиш методикаси ва кетма-кетлиги тугал аниқланади.

Экспериментал тадқиқотлар ўтказиш жараёнида қуйидаги асосий қоидаларга риоя қилиш лозим;

- экспериментчи ўлчаш натижаларига субъектив таъсирга эъл қўймай тадқиқ этилаётган жараён ёки объект параметрининг барча тавсифини **виждонан қайд этиши** лозим;

- экспериментчи **эҳтиётсизлигига** йўл қўйиб бўлмайди, чунки бу ҳол кўпинча катта хатолик ва сахталаштиришга, оқибатда, экспериментларни такрорлашга олиб келади;

- экспериментчи кузатиш ва ўлчаш дафтарини **албатта яритиши** керак, уни тартибли ва ҳеч қандай тузатишларсиз тўлдириб бориш лозим;

- эксперимент жараёнида бажарувчи ўлчаш воситалари шини, улар тўғри кўрсатаётганлигини ва қурилма, жиҳоз, тенд ва ҳ. к. лар иши барқарорлигини, атроф муҳит ҳолатини **мунтазам кузатиши**, иш зонасига бегоналарни **киритмаслиги** шарт.

- экспериментчи ўлчов воситаларини, улар тўғрилигини назорат қилган ҳолда ишчи текширувини **мунтазам ўтказиши** керак;

- ўлчашлар ўтказиш билан бир вақтда бажарувчи натижаларни дастлабки ишлаб чиқиш ва таҳлил қилишни **ўтказиши** лозим. Бу тадқиқ этилаётган жараённи назорат қилиш, экспериментни тўғрилаш, методикани яхшилаш ва эксперимент самараларлигини оширишга имкон беради;

— экспериментчи техника хавфсизлиги, саноат санитарияси ва ёнғинни олдини олиш бўйича йўриқномалар талабига амал қилиши лозим.

Юқорида қайд этилган барча қоидаларга айниқса ишлаб чиқариш экспериментини ўтказётганда амал қилиш керак.

Резюме. Илмий маълумотлар олишнинг асосий усулларида бири бўлиб, экспериментал тадқиқотлар ҳисобланади. Экспериментлар табиий ва сунъий, лабораториядаги ва ишлаб чиқаришдагига бўлинади. Ҳар қандай экспериментал тадқиқотлар методологиясининг асоси бўлиб, режа-программа, методика ва эксперимент ўтказиш қоидаси ҳисобланади.

4.2. Эксперимент натижаларини ишлаб чиқиш усули ва таҳлил

4.2.1. Ўлчашлар натижаларини график тасвирлаш усуллари.

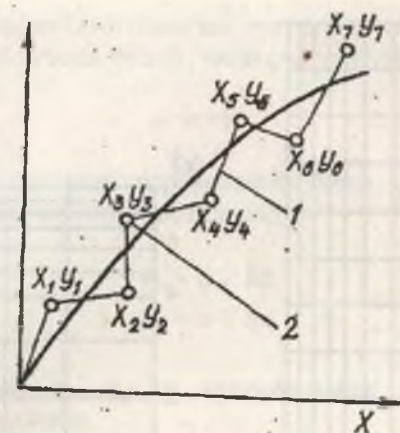
График тасвир эксперимент натижалари ҳақида кўргазмали тасаввур беради, тадқиқ этилаётган жараён физик моҳиятини яхшироқ тушунишга имкон яратади, функционал боғлиқлик тавсифини аниқлайди ва унга нисбатан минимум ёки максимум белгилайди.

Ўлчаш (ёки кузатиш) натижаларини график тасвирлаш учун кўпгина координаталар тўғри бурчакли системасидан фойдаланилади. X ўқ бўйлаб фактор қийматлари $x_1, x_2, \dots, x_n$, Y ўқ бўйлаб эса унга мос жараён чиқиш параметри чиқиш қийматлари $y_1, y_2, \dots, y_n$ (4.01- расм) қўйилади.

Агар $x_1, y_1; x_2, y_2; \dots; x_n, y_n$ нуқталар кесмалар билан бирлаштирилса, бунда синиқ эгри 1 ҳосил бўлади, у эксперимент маълумотлари бўйича $y=f(x)$ функция ўзгаришини тавсифлайди. Бу синиқ эгрини барча эксперимент нуқталари яқинидан ўтувчи бир текисдаги эгри аппрокслайди.

Баъзан 1 ... 2 графада нуқталар эгридан кескин узоқлашади. Бу ҳолда аввал ҳодисанинг физик моҳияти таҳлил қилинади. Агар $y=f(x)$ функциясининг бундай кескин сакраши учун асос бўлмаса, бунда четга чиқишни қўпол хато ёки адашиш дейиш мумкин.

$y=f(x)$ экспериментал функцияси график тасвирига координата турини танлаш жиддий таъсир этади. Улар бир текис ёки бир текисмас бўлиши мумкин. Бир текис координата турлари ордината ва абсциссалари бир текис шкалага эга.

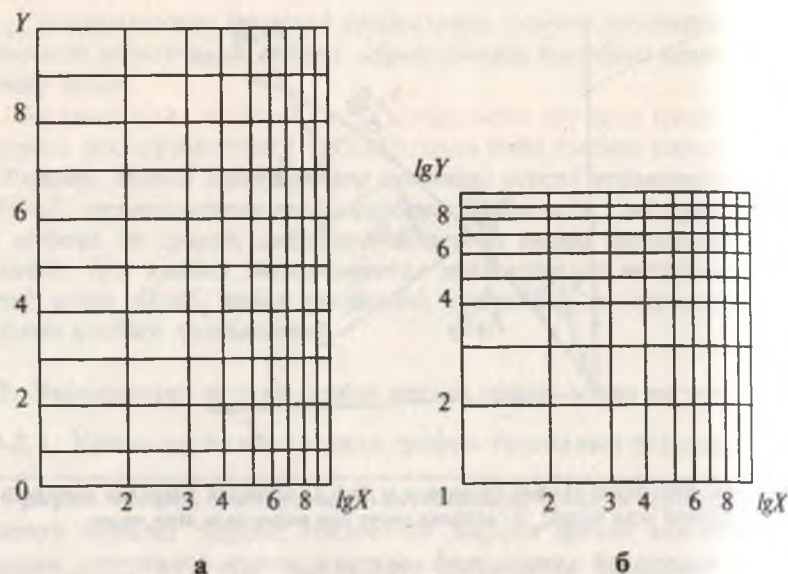


4.01- расм. Боғлиқлик график тасвири $y=f(x)$: 1- бевосита ўлчамлар натижаси бўйича эгри чизик; 2- аппроксимация бир маромдаги эгри чизик

Бир текисмас координат турларидан энг кўп тарқалгани ярим логарифмик (4.02- расм, а), логарифмик (4.02- расм, б), ҳтимолийлардир. Улардан турли сабабларга кўра фойдаланилади. Хусусан, ярим логарифмик, логарифмик координата турларидан, одатда, факторлар ва (ёки) чиқиш параметрлари ўзгариш интервали катта бўлганда фойдаланилади. Бундан шқари улар кўплаб эгри чизикли функцияларни тўғрилайди.

Графикларни чизишда қуйидаги амалий мулоҳазаларга амал қилиш лозим:

- координата тури ва график масштабни тўғри танлаш керак. Масштаб қанча катта бўлса, графикдан олинadиган қиймат аниқлиги шунча юқори бўлади. Бироқ, графиклар, қоидага кўра, 200×150 мм ҳажмдан ошиб кетмаслиги керак;
- координата ўқлари бўйича масштабни график тор ёки кенг қолмайдиган қилиб танлаш керак;
- графикни миллиметрли қоғозга чизиш мақсадга мувофиқ.



4.02- расм. Яримлогарифмик (а) ва логарифмик (б) координата тўрлари

4.2.2. Эмпирик формулаларни танлаш усули

Эмпирик формулалар аналитик формулаларга яқин ифодали ҳисобланади.

Эксперимент маълумотлари асосида олинган алгебраик ифодалар, эмпирик формулалар дейилади. Улар фактор берилган қиймати (x_1 дан x_n гача) ва чизиш параметри (y_1 дан y_n гача) ўлчанган қийматлар чегарасида танланади.

Бу формулалар, имкон борича, оддий ва факторнинг кўрсатилган чегарасида эксперимент маълумотларига юқори аниқликда мос бўлиши керак.

Эмпирик формулаларни танлаш жараёни икки босқичда амалга оширилади. *Биринчи босқичда* координата системаси тўғри тўртбурчак турича нуқталар кўринишида ўлчаш натижалари қўйилади, улар орасидан аппроксловчи эгри ўтказилади (4.01- расмга қаранг). Сўнг формула тури мўлжаллаб танланади. *Иккинчи босқичда* қайд қилинган формулага энг мувофиқ тарзда параметрлар ҳисобланади.

Эмпирик формулани танлаш энг содда ифодадан бошланади. Шундай ифода бўлиб, чизикли тенглама ҳисобланади.

$$y = a + bx, \quad (4.01)$$

шунда a ва b — доимий параметрлар, улар қиймати қуйидаги тенгламалар системасидан аниқланади:

$$\begin{aligned} y_1 &= a + bx_1 \\ y_n &= a + bx_n \end{aligned} \quad (4.02)$$

шунда x_1, y_1 ва x_n, y_n — аппроксловчи тўғрининг чекка нуқталари координати.

Эгри чизикли эксперимент графикларда $y = ax^b$, $y = ax^b + c$, $y = ae^{bx} + c$, тур аппроксловчи формула танланади. Бу формуларга мос келувчи эгрилар тенгламаси ва параметрларни аниқлаш усули [32] ишда берилган.

4.2.3. Назарий-экспериментал тадқиқотлар натижаларини таҳлил қилиш, хулоса ва таклифларни формулалаштириш

Назарий ва экспериментал тадқиқотларни биргаликда таҳлил қилишдан асосий мақсад — эксперимент натижалари билан ишчи гипотеза илгари сурган фикрларни қиёслаш.

Назарий (ишчи гипотезага мувофиқ) ва экспериментал маълумотларни қиёслашда турли мезонлардан фойдаланилади. Асосан, экспериментал маълумотларни берилганлардан, назарий боғлиқлик асосидаги ҳисоблашлар туфайли олинган минимал, ўртача ва максимал четга чиқиш.

Аммо, энг ишончли деб, эксперименталга назарий боғлиқликнинг (мувофиқ) мезонлар ҳисобланади [32].

Ишчи гипотезани эксперимент маълумотлари билан қиёслаш натижасида қуйидаги ҳоллар кузатилиши мумкин:

1. *Ишчи гипотеза тўлиқ ёки деярли тўлиқ экспериментда тасдиқланади.* Бундай вазиятда ишчи гипотеза назарий қоида, теорияга кўра исботланган бўлади.

2. *Ишчи гипотеза экспериментда қисман тасдиқланади,* яъни қолган ҳолларда унга зид бўлади. Мазкур ҳолда ишчи гипотеза эксперимент натижасига тўлиқ ёки деярли тўлиқ мосланиши

учун модификацияланади. Ишчи гипотеза ўзгаришини тасдиқлаш мақсадида тўғриловчи эксперимент ўтказилади. Шундан сўнг гипотеза, биринчи галдаги каби, назарияга айланади.

3. Ишчи гипотеза экспериментда тасдиқланмайди. Бундай ҳолда аввал қабул қилинган гипотеза тўлиқ кўриб чиқилади, яъни янгиси ишлаб чиқилади. Салбий илмий натижалар эса янги гипотеза излаш доирасини торайтириш имконини беради.

Гипотеза назарий қоида деб тан олинган, ҳулосалар ва (ёки) таклифлар ифода топади, яъни тадқиқот натижасида олинган янги, моҳиятлиги илгари сурилади. Асосий ҳулосалар миқдори 5...10 тадан ошмаслиги керак. Асосий ҳулосалар билан бир қаторда айрим ҳолда бошқа ҳулосалар ҳам қилиш мумкин (миноси 2- даражали).

Барча ҳулосалар икки гуруҳга бўлинади: илмий ва ишлаб чиқариш. Илмий ҳулосаларда янгилик ҳиссаси кўрсатилади, булар бажарилган тадқиқотлар туфайли фанга киритилган бўлади. Ишлаб чиқариш ҳулосалари, фойда билан боғлиқ бўлади, буларни иқтисодиёт соҳасида ўтказилган экспериментлар беради (ёки бериши мумкин).

Резюме. Эксперимент натижалари график таъсири тадқиқ жараёни физик моҳиятини яхши тушунишга имкон беради. Назарий ва эксперимент натижалар қийслашиб экспериментни тасдиқловчи бир неча ишчи гипотеза белгиланади.

4.3. Ҳисоблаш эксперименти

Ҳисоблаш экспериментини асоси бўлиб, математик моделлаштириш, назарий асоси бўлиб, амалий математика, техникавийси эса электрон ҳисоблаш машиналари ҳисобланади.

Ҳисоблаш экспериментидан фан ва техниканинг турли соҳаларида мураккаб амалий вазифаларни ҳал қилиш учун воқеа сифатида фойдаланилади. Ҳисоблаш эксперименти учун ҳал этилиши лозим бўлган вазифалар хилма-хил бўлишига қарамай умумий *технологик туркум* хосдир, у шартли равишда бир қатор босқичларга бўлинади.

Биринчи босқичда тадқиқ этилаётган объектнинг математик модели яратилади, у қоидага кўра дифференциал ёки интеграл дифференциал тенгламалар кўринишида бўлади. Математик модели тузиш кўпинча у ёки бу фан (физика, кимё, биология, тиббиёт, иқтисодиёт ва ҳ.к.) соҳаларининг мутахассис-

лари томонидан бажарилади. Математиклар юзага келган математик вазифаларни ечиш имконини баҳолайдилар ва моделдан бошланғич тадқиқотини ўтказадилар: масала тўғри чиқилганми, у ечимга эгами, у биргинами ва ҳ.к.ларни аниқлайдилар.

Иккинчи босқичда шакллантирилган математик масала ёки таъкидлаш жоида, ҳисоблаш алгоритминини ҳисоблаш усули ишлатилиши мумкинлиги, алгебраик тенгламалар халқалари мажмуидан натижа чиқиладими, шулар бўйича ҳисоблаш олиб борилади ва бу натижа нозорат бўлади, шулар бўйича ҳисоблаш олиб борилади ва бу формулаларни қўллаш мунтазамлигини белгиловчи мантиқий натижа нозорат юзага келтирилади.

Шуни таъкидлаш жоизки, айтиш мумкин, бир математик масалани ҳал қилиш учун кўплаб ҳисоблаш алгоритмлари — яхши ва ёмонлари ишлаб чиқиладими. Шунинг учун алгоритмни самарали ҳисоблашни ишлаб чиқиш зарурати юзага келади, бунинг учун мукамил ҳисоблаш назариясидан фойдаланилади.

Учинчи босқичда ишлаб чиқилган ҳисоблаш алгоритминини ЭХМда бажариш программаси тузилади.

Тўртинчи босқич ҳисоблаш экспериментини бажариш билан боғлиқ. ЭХМ ҳисоблаш жараёнида тадқиқотчини қизиқтирган ҳар қандай информацияни бериш мумкин. Табиийки, мазкур информацияни аниқлиги математик модели ишончилиги билан белгиланади. Шунга кўра жиддий амалий тадқиқотларда баъзан ҳозиргина тузилган программа бўйича тўлақонли ҳисоблашни ўтказиш дарҳол бошланмайди. Бундан аввал программани «созлаш» учун зарур бўлган *тест ҳисоб-китоблари* ўтказилади.

Дастлабки ҳисоб-китобларни ўтказишда математик модел соддаланади: ўрганилаётган объект, жараён ёки ҳодисани у қанчалик яхши тавсифлайди, қай даражада ҳақиқатга яқинлиги аниқланади. Бунинг учун етарлича ишончли ўлчашлар бўлган таъзи нозорат экспериментларини «тафтишлаш» ўтказилади. Бунда эксперимент ва ҳисоблаш натижалари таққосланади, математик модел аниқланади.

Бешинчи босқичда ҳисоб-китоб натижаларини ишлаб чиқиш ЭХМда амалга оширилади, улар атрофлича таҳлил ўтказилади ва ҳулоса қилинади. Бунда ҳулосаларнинг икки тури бўлиши мумкин: ёки математик модели, ёки олинган натижаларни турли мезонлар бўйича текширувдан ўтказиб аниқлаш зарурлиги белгиланади, булар илмий ютуққа айланади ҳамда буюртмачига берилилади. Амалда эса ҳар икки ҳулосалар кўпинча учраб туради.

Ҳисоблаш эксперименти технологик туркумининг кўриб ўтилган тархи 4.03- расмда келтирилди.

1. Математик модел тузиш. 2. Ҳисоб-китоблар натижасини ишлаб чиқиш, таҳлил ва хулосалар. 3. Ҳисоблаш алгоритминини ишлаб чиқиш. 4. ЭҲМда ҳисоблаш. 5. Программалаштириш.



4.03- расм. Ҳисоблаш эксперименти технологик туркумининг тархи

ЭҲМда амалий масалаларни ечиш — мураккаб илмий ишлаб чиқариш жараёни, уларнинг эгаллаш ва бошқариш учун уни ўрганиш зарур [24].

Ҳисоблаш экспериментидан фан ва техниканинг кўпгина соҳаларида турли амалий масалаларни ҳал этишда фойдаланилади.

Ядро энергетикасида физик жараёнларда содир бўладиган ҳодисаларни муфассал моделлаштириш асосида реакторларнинг ишлари башоратланади. Бунда ҳисоблаш эксперименти табиийсига жуда яқин ўтади, бу бутун тадқиқот туркумини тезлаштиради ва харажатларни камайтиради.

Космик техникада учувчи аппаратлар траекторияси, оғиш масаласи ҳисобланади, радиолокация маълумотлари, йўлдошдан олинган тасвирлар ва ҳ.к.лар ишлаб чиқилади.

Экологияда башоратлаш ва экологик тизимларни бошқариш масаласи ҳал этилади.

Кимёда кимёвий реакциялар ҳисобланади, улар константаси аниқланади, жадаллаштириш мақсадида макро ва микро даражада кимёвий жараёнлар тадқиқ этилади ва ҳ.к.

Техникада биллурлар ва плёнкалар олиш жараёни, белгиланган хоссали материалларни яратиш технологик жараёнлари ҳ.к.лар ҳисоб-китоб қилинади.

Ҳисоблаш экспериментини қўллаш энг муҳим соҳаси физикадир. Масалан, микродунёдаги чизиксиз жараёнларни ўрганишда бу қўл келади.

Юқорида келтирилган ва ҳисоблаш экспериментини қўллашнинг бошқа мисоллари амалий муаммоларга назарий таҳлил қилиш асосида янги замонавий методологиясининг самаралилигидан далолат беради.

Резюме. Ҳисоблаш эксперименти мураккаб амалий масалаларни ҳал қилишда фан ва техниканинг турли соҳаларида кенг қўлланади. Ҳисоблаш экспериментини асоси бўлиб математик моделлаштириш, назарий асоси бўлиб амалий математика, техникавий асоси бўлиб ЭҲМ ҳисобланади. Ҳал қилинадиган масалаларнинг турли-туманлигидан қатъи назар ҳисоблаш эксперименти учун умумий технологик туркум ҳосилдир. У ўз ичига қиёс босқични олади: математик модел тузиш; ҳисоблаш алгоритминини ишлаб чиқиш, программалаштириш, ЭҲМда ҳисоблаш; ҳисоб-китоблар натижасини ишлаб чиқиш, таҳлил ва хулосалар.

Ўз-ўзини назорат қилиш учун савол ва топшириқлар

1. Экспериментал тадқиқотлар қандай турини биласиз?
2. Эксперимент ўтказиш методологияси нимадан иборат?
3. Эксперимент режа программаси нималарни кўзда тутади?
4. Эксперимент методикаси нимдан иборат?
5. Эмпирик формулаларини танлаш қандай амалга оширилади?
6. Назарий экспериментал тадқиқотларнинг натижаларини таҳлил қилиш нимадан иборат бўлади?
7. Ҳисоблаш эксперименти нима?
8. Ҳисоблаш экспериментини ўтказиш технологик туркуминини тушуинтиринг?
9. Ҳисоблаш экспериментини самарали қўлланиш фан ва техника соҳасига мисоллар келтиринг.

V БОБ. ИЛМИЙ ТАДҚИҚОТЛАРНИ РАСМИЙЛАШТИРИШ

5.1. Илмий тадқиқот ишлари тўғрисидаги ҳисоботларни расмийлаштириш

Илмий тадқиқот ишлари (ИТИ) тўғрисидаги ҳисоботларни расмийлаштириш умумий талаблари, шакли ва қоидалари умумқабул қилинган мезонларда белгиланган.

ИТИ ҳисоботларига қуйидаги талаблар қўйилади:

- тузилишнинг аниқлиги;
- материалларни баён қилишнинг мантиқий кетма-кетлиги;
- далиллашнинг ишончлилиги;
- ифодалашнинг қисқа ва аниқлиги;
- иш натижалари баёнининг аниқлиги;
- хулосаларнинг исботланиши ва тавсияларнинг асослилиги.

Ҳисоботларни расмийлаштириш умумий талаблари ва қоидалари “илмий тадқиқот ишлари тўғрисидаги ҳисобот” бўйича Давлат стандарти 7.32-91 да берилган.

ИТИ ҳақидаги ҳисобот қуйидагиларни ўз ичига олади:

- бош варақ;
- бажарилган ишларнинг қисқача мазмунли бажарувчилар рўйхати;
- реферат;
- мундарижа (сарлавҳа);
- қисқартмалар, белгилар ва махсус терминлар рўйхати, зарур ҳолда уларга тушунтириш берилади;
- асосий қисм;
- адабиётлар рўйхати;
- илова.

Реферат ўтказилган ИТИ асосий мазмунини ифодалаш кс-рак, унда ҳисоботнинг ҳажми, тасвирлар миқдори ва тавсифи, жадваллар миқдори, ҳисобот ёзилган тил, асосий сўзлар рўхати ва реферат матни ҳақидаги маълумот бўлиши лозим.

Реферат матни қуйидагиларни ўз ичига олади:

— бажарилган иш моҳиятини ва тадқиқот усулини фойдаловчи асосий қисм;
— реферат асосий қисми мазмунини очиб берувчи аниқ муомотлар;

— олинган натижаларнинг ўзига хослиги, самарадорлиги, янгилиги мумкин бўлган соҳаларга тааллуқли қисқача хулоса-

Рефератнинг энг мақбул ҳажми 1100-1200 босма белги.
Ҳисоботнинг асосий қисми қуйидаги бўлимларни ўз ичига олади:

- кириш;
- аналитик шарх (масаланинг қўйилиши);
- ишнинг танланган йўналишини асослаш;
- бажарилган иш методикаси, мазмуни ва натижаларини фойдаловчи ҳисобот бўлимлари;
- хулоса (хулоса ва таклифлар).

Кириш иш бағишланган илмий-техникавий муаммо (масаланинг) замонавий аҳволини, шунингдек ишни мақсадини қисқача тавсифлаш керак. Кириш қисмида тавсифланаётган муаммо янгилик ва долзарблик нимадан иборатлигини баён қилиш ва уни ўтказиш зарурлигини асослаш зарур.

Аналитик шарҳда тадқиқотни методикаси ва ҳал этиш воситалари бўйича адабиётларда келтирилган маълумотлар, ИТИ таълидида турган масалани янгича ҳал этиш йўллари баён қилиниши лозим. Ишнинг танланган йўлини асослаш бошқа мумкин бўлган йўналишларга таққослаш бўйича афзалликларини асосланади. ИТИ танланган йўналиши ва ишчи гипотеза ИТИ ўтказиш аниқ шартларини ҳисобга олган ҳолда аналитик шарҳда мавжуд бўлган тавсияларга асосланиши керак. ИТИнинг танланган йўлини асослаш ишнинг мақсадга мувофиқлиги (ёқ зарурлиги)ни асослаш билан алмаштирмаслиги керак. ИТИ танланган йўналиши тегишли топшириқлар билан асосланмаслиги лозим.

Бажарилган иш методикаси, мазмуни ва натижаларни фойдаловчи ҳисоботнинг қисмлари барча оралиқ ва якуний натижалар, шу жумладан салбийлари билан биргаликда тўла ва тадрижий тарзда баён этилиши керак.

Тадқиқот методикаси тадқиқот ўтказиш методологиясини танлашни асосланишини, бунда фойдаланилаётган ёхуд ишлаб чиқарилаётган техникавий воситалар, математик ёхуд тадқиқот натижаларини ишлаб чиқишнинг бошқа методини асосланган

информациянинг тегишли манбаига ҳавола қилинган ҳолда ўз ичига олиши керак.

Мазмун ва бажарилган иш натижалари қисмида қуйидагилар кўрсатилиши лозим: мақсад, муайян экспериментлар программасининг, улар моҳиятининг тавсифи; олинган маълумотлар аниқлиги ва ишончилиги баҳоланиши ҳамда назарий маълумотлар билан таққосланиши. Бундай таққослаш бўлмаганда у ҳол асосланиши керак. Олинган натижалар таъкидланиши ва уларни қўлланилиш имконияти тавсифланиши зарур.

Иловада асосий матнга қўшилганда қўп жойни эгаллайдиган қўшимча материаллар берилади. Қуйидагилар ана шундай материаллар ҳисобланади:

- оралиқ математик қистирмалар ва ҳисоб-китоблар;
- ёрдамчи рақамли маълумотлар жадвали;
- синов баёни ва ҳужжатлари;
- эксперимент ўтказишда қўлланилган аппаратлар ва приборлар тавсифи, ўлчашлар ва синашлар;
- жорий техникавий ечимлар йўриқномаси, методикаси, тавсифи, қўшимча тарздаги тасвирлар ва ш. к.

Матн қисми, тасвирлар, жадвал ва формулалар илмий тадқиқот иши ҳақидаги ҳисоботни расмийлаштириш қоидаларига бўлган меъёрий талабларга мувофиқ расмийлаштирилади.

Ҳисоботда бериладиган тасвирлар миқдори мазмунига кўра белгиланади ва баён этилаётган материал равшан ва аниқ бўлиши учун етарли миқдорда берилиши лозим. Тасвирлар шундай тайёрланиши керакки, қисмлари ва ёзувлар сифатли репродукция ёки компьютерда акс эттириш имконини таъминлайдиган бўлиши лозим. Микрофильми тайёрланиши зарур бўлган ҳисоботлар учун штрихли тасвирлар ва фотосуратларни асл нусхаси қўшимча қилиниши керак. Нусха ва рангли расмлар қўшилмайди.

Барча тасвирлар (фотография, тархлар, чизмалар ва б.) расмлар деб аталади. Расмлар ҳар бир қисм ичида араб рақамлари билан тадрижий равишда рақамланади. Расм рақами боб тартиб рақами ва расм тартиб рақамидан иборат, бир-бири билан нуқта ёрдамида ажратилган бўлиши керак. Масалан, «2.01-расм» (иккинчи боб, биринчи расм).

Ҳисобот матнида расмга ҳавола қилинганда унинг аниқ тартиб рақамини кўрсатиш керак, масалан «2.01- расм», «2.02-расм». Айни бир расмга такрор ҳаволага йўл қўйилади. Бунда

ҳавола қисқартма сўз «қрнг» билан берилади, масалан, «қрнг. 2.01- расм», «қрнг. 3.02- расм».

Расмлар уларга матнда ҳавола қилингандан сўнг ҳисобот матнида кетма-кет жойлаштирилади. Расмларни шундай жойлаштириш керакки уларни ҳисоботни варақламай кўриш мумкин бўлсин. Агар расмларни бундай жойлаштириш имкони бўлмаса, уларни шундай жойлаштириш лозимки, токи ҳисоботни соат стрелкаси бўйлаб айлантириш мумкин бўлсин. Ҳисоботда А4 формати ҳажмидан катта бўлган расмларни бешта тавсия этилмайди.

Ҳар бир расм батафсил тавсифий ёзувга эга бўлиши лозим. Ёзув расм тартиб рақами билан бир қаторга қўшиб жойлаштирилади. Расмдаги ёзувлар ҳисоботдаги барча расмлар ҳажми бўйича бир хил шрифтда бажарилади. Ҳисоботлардаги илмий тадқиқотнинг рақамли материаллари жадвал тарзида жойлаштирилади. Ҳар бир жадвал тавсифий сарлавҳага эга бўлиши керак. Жадвал юқорисиди «жадвал» ва унинг тартиб рақам жойлаштирилади. Жадвал тартиб рақами худди расмдаги каби бўлади. Сарлавҳа «жадвал» сўзидан юқорида жойлашади. «Жадвал» сўзи ва сарлавҳа ёзма ҳарфларда ёзилади. Жадвал графалари сарлавҳаси катта ҳарфларда ёзилади, сарлавҳачалар эса кичик ҳарфларда.

Ҳисобот матнида зарур ҳолларда формулалар жойлаштирилади. Формулалардан сўнг символлар, коэффициентлар ва бошқа экспликацияларга тушунтириш берилади. Экспликацияларда символлар ва рақамли коэффициентлар қиймати формула тагидан улар формулада қандай тартибда берилган бўлса худди шундай тартибда келтирилади. Ҳар бир символ ва рақамли коэффициентни қиймати янги қатордан берилгани шарт. Экспликациянинг биринчи сатри «бунда» сўзи билан бошланади. Бу сўздан кейин икки нуқта қўйилмайди.

Формула охирида ёки нуқта, ёки вергул қўйилади. Экспликация келтирилатган ҳолдагина вергул қўйилади.

Формулалар боб ичида араб рақамлари билан тартибланади. Формуланинг тартиб рақами боб тартиб рақами ва формуланинг тартиб рақамидан иборат бўлиши керак. Ҳар иккала тартиб рақами нуқта билан ажратилади ва қавс ичида берилади. Масалан, «(1.02)» (биринчи боб иккинчи формула). Формула тартиб рақами саҳифанинг ўнг томонида формуланинг қуйидаги қатори билан бир хил сатрда берилади. Матнда фор-

мулага ҳавола қилинганда унинг аниқ тартиб рақами қавс ичида берилиши зарур, масалан: «(1.02) формулада».

Ҳисоботга адабиётлар рўйхати илова қилинади. Рўйхатга барча фойдаланиладиган манбалар киритилади.

Монографиялар, мақолалар, стандартлар, кашфиётлар, маъруза тезислари, газетадаги мақолалар, ИТИ ҳисоботлари, депонентланган материаллар, каталоглар ва бошқа материаллар ҳақидаги маълумот ОАКнинг 1985 йил 5- сонида эълон қилинган талабларга мувофиқ расмийлаштирилади.

Резюме. ИТИ тўғрисидаги ҳисоботларни расмийлаштириш умумқабул қилинган мезонларга мувофиқ амалга оширилади. Ҳисоботлар ўз ичига қуйидагиларни олиши керак: бош варақ, бажарувчиларнинг улар бажарган ишлар қисқача мазмун берилган рўйхат, реферат, сарлавҳа, қисқартмалар рўйхати, символлар ва махсус терминлар, асосий қисм, адабиётлар рўйхати ва илова. Методикани ифодаловчи, бажарилган ишнинг мазмун ва натижалари ҳақидаги ҳисоботнинг қисмлари тўлиқ ва тадрижий тарзда барча ораліқ ва якуний натижалар, шу жумладан салбийлари билан бирга баён этилиши керак.

5.2. Илмий материалларни нашрга тайёрлаш

Илмий материалларни нашр қилиш — илмий ходим, илмий муассаса ёки корхона жамоаси бажарадиган илмий тадқиқот ва тажриба конструкторлик ишлари натижаларига муаллифлик ҳуқуқини ошкора ҳимоя қилиш шаклларида бири.

Илмий материалларни нашр қилиш ёки ошкора ёки ёпиқ тарзда амалга оширилиши мумкин. Очиқ матбуотда муайян талабларга зид бўлмаган ишлар эълон қилинади.

Илмий материаллар қуйидаги кўринишда эълон қилиниши мумкин:

- монография;
- вақтли журналдаги мақола;
- ОУЮ, ИТИ асарлари тўпламидаги, халқаро, соҳа ва бошқа хил конференциялар тўпламидаги мақола;
- расмий кенгаш ва конференцияларнинг докладлари тезиси;
- реформатив журналлардаги мақола;
- давлат қайдномасига эга ИТИ бўйича ҳисоботлар;
- кашфиёт ва очилган янгиликка патентлар;

— республика илмий-техникавий кутубхоналарда депонентланган ишлар;

— газетадаги мақолалар.

Илмий материалларни нашрга тайёрлаш ўз ичига қуйидаги босқичларни олади:

— илмий материални нашр қилувчи ношир қўйган талаблар-ни ўрганиш;

— танланган илмий иш бўлими мазмунини ёзма баён қилиш;

— соф патентликка кўра мақола мазмунини текшириш;

— очиқ матбуотда эълон қилиш учун мақолани экспертиза-дан ўтказиш, кашф этиш, янгилик яратиш унсурларини йўқлиги;

— мақолани ички ва ташқи тақризга бериш;

— мақолани ноширге топшириш.

Илмий материалларни расмийлаштириш талаби материал ту-

нга боғлиқ ва у қуйидагиларни ўз ичига олади:

— қорғоз ва унинг ҳажмига бўлган талаб;

— чап, ўнг томондан, юқори қуйидан қолдириладиган очиқ

жой ҳажми;

— саҳифаларга тартиб рақамларини қўйиш;

— расмийлаштириш муҳаррири;

— жадвал ва расмларни берилишига талаблар;

— босиш шрифти ва интервали;

— баён этилиш тили;

— бошқа тилдаги аннотацияларга бўлган талаб.

Нашр этилаётган илмий материал кириш қисмидан, амалда

баён этилаётган илмий материал мазмуни ва баён қилинаётган

мавзу бўйича хулосадан иборат бўлиши керак. Агар муаллиф

маълум илмий ишларга ҳавола қилса ёки улардан фойдаланса

улар адабиётлар рўйхатида кўрсатилиши керак.

Муаллиф патент софлигига илмий мақола мустақил текши-

рувини амалга ошириши, буни мақолани нашрга тайёрлаш жа-

раёнида бажариш керак. Патент софлигига кўра текширув ўз

ичига прототиплар ва аналогларни топиш, фарқли томонларни

белгилашни олади.

Ҳар бир нашрга экспертиза далолатномаси тузилади. Буни

мазкур иш бажарилган ташкилот тузади, очиқ матбуотда эълон

қилиш имкони ва мазмуни тегишли хулоса беради.

Эълон қилишга тақдим этилаётган илмий материалга айрим

ҳолларда тақриз талаб қилинади. Тақриз ички ёки ташқи

бўлиши мумкин. Ички тақриз иш бажарилган ташкилот мута-

хассис томонидан берилади. Ташқи тақриз эса бошқа ташкилот мутахассис томонидан ёзилади.

Шуни таъкидлаш жоизки, ишлаб чиқариш босқичида бўлган илмий тадқиқот ишларининг материаллари, агар тугалланмаган ва муайян аниқ хулосалар ёки яқунга етмаган бўлса эълон этиш учун тавсия қилинмайди.

Резюме. *Илмий материалларни нашр қилиш — илмий ходим, илмий муассаса ёхуд корхона жамоаси бажарган илмий тадқиқот ва тажриба конструкторлик ишлари натижасига муаллифлик ҳуқуқини ошкора ҳимоя қилиш шаклларида бири. Муаллиф (ёки муаллифлар) илмий тадқиқотларни уларни эълон қилишга тайёрлаш босқичида патент софлигига мустақил текширишни амалга оширишлари шарт.*

Ўз-ўзини текшириш учун саволлар ва топшириқлар

1. ИТИ ҳисоботига қандай талаблар қўйилади?
2. ИТИ ҳақидаги ҳисобот ўз ичига нимани олиши керак?
3. Ҳисобот реферати ўз ичига нимани олиши керак?
4. Тасвирий материаллар, жадваллар ва формулалар қандай берилиши керак?
5. Илмий материаллар қандай кўринишда нашр қилиниши мумкин?
6. Илмий материалларни беришга қандай талаблар қўйилади?

VI БОБ. ИЛМИЙ ТАДҚИҚОТЛАРНИНГ ЖОРИЙ ЭТИЛИШИ ВА САМАРАСИ

6.1. Илмий-тадқиқот ишлари натижаларини жорий этиш, улар самарадорлик мезонлари

Жорий этиш — техникавий-иқтисодий самарани бевосита ёки билвосита таъминловчи илмий маҳсулотни ишлаб чиқариш ёки истеъмол соҳасига бериш.

Илмий маҳсулот буюртмачи ёки истеъмолчига ҳисоботлар, йуриқномалар, методика, муваққат кўрсатмалар, техникавий шартлар, техникавий лойиҳа ва ҳ. к.лар тарзида берилади. Иқтисодиётнинг кўпгина соҳаларида ундан мавжуд маҳсулотни рақобатбардошлигини таъминлаш учун такомиллаштириш ёки янгисини яратишда фойдаланилади. Бундай ҳолда жорий этиш жараёни икки босқичда жорий этилади: биринчи босқич — тажрибавий-ишлаб чиқаришга жорий этиш, иккинчиси — серияли.

Биринчи босқичда конструкциялар, машиналар, материаллар ва ҳ.к. ларнинг тайёрланган тажриба намуналари режалаштирилган турлича ишлаб чиқариш шароитларида, шунингдек, тасодикий табиий омиллар таъсирида қунт билан ўрганилади. Эксплуатация кўрсаткичлари ва харажатлар, ишончлилик ва узоқ муддатлилик, тайёрлаш ва эксплуатация қилишнинг технологиявийлиги, экологик ва антропотехник кўрсаткичлар ва ҳ.к. ларга алоҳида эътибор қаратилади.

Тажриба-ишлаб чиқариш натижалари бўйича турли ҳужжатлар билан тушунтириш хати тайёрланади. Буларда тажриба-намуналарга конструкциявий, технологик, эксплуатациявий, иқтисодий, экологик, эргономик, тиббий-гигиеник, ёнгинга қарши ва бошқа хусусиятлари бўйича баҳо берилади. Ҳужжатлар буюртмачининг ва ИТИни бажарган илмий-тадқиқот ташкилотининг вакиллари томонидан имзоланади.

Жорий этишнинг биринчи босқичи катта молиявий харажатларни талаб этади. Чунки тажриба намунасини тайёрлаш кўп меҳнат талаб қилади ва кўпинча тўғрилаш қайта ўзгартиришлар қилишга мажбур бўлинади.

Янги маҳсулот намунаси тажриба-ишлаб-чиқариш синови-дан сўнг иккинчи босқичда серияни ишлаб чиқаришга жорий этилади. Бунда жорий этиш ҳажми буюртмачи томонидан харидор бозори талабидан келиб чиқилган ҳолда белгиланади.

Илмий маҳсулотни жорий этишни тезлаштириш учун илмий-тадқиқот ташкилоти лойиҳалаш ташкилоти билан бирлашади. Бундай вазиятда барча ишларга битта марказ раҳбарлик қилади. Натижада жорий этиш муддати қисқаради, маҳсулот сифати ва рақобатбардошлиги ошади. Ривожланган мамлакатларда мазкур муаммо технопарклар ёрдамида ҳал этилади. Технопарк бир ёки бир неча ИТИ билан яқин алоқага эга, илмий ва информация муҳитини ривожлантириш билан шуғулланувчи, илмий маҳсулот янги технологиялар бозорига жадал кириб бориши учун илмий маҳсулот ишлаб чиқариш базасини ўзлаштиришга база яратувчи ташкилот (юридик шахс)дир. 90- йилларнинг бошларида жаҳонда 340 га яқин технопарк тузилган эди.

Фан ижтимоий ишлаб чиқариш турларидан биридир.

Илмий тадқиқотлар самараси турлича бўлди[32]:

— *иқтисодий самарадорлик* (миллий даромаднинг ошиши, иш самарадорлиги ва маҳсулот сифатининг ошиши, илмий тадқиқотларга бўлган харажатнинг камайиши);

— *ижтимоий-иқтисодий самарадорлик* (оғир меҳнат шароитини бартараф этиш, атроф муҳитни тозалаш, тиббий-гигиена шароитини яхшилаш ва ҳ. к.);

— мамлакат муҳофаа қудратини мустаҳкамлаш;

— мамлакат илмий салоҳиятининг обрўси.

Илмий тадқиқотлар самарадорлигини баҳолаш учун улар натижаси қай даражадалигини тасвирловчи турли мезонлар қўлланади.

Фундаментал назарий тадқиқотларни самарадорликнинг *миқдорий курсаткичлари* билан баҳолаш қийин. Улар, одатда,

тамаллар бошлангандан сўнг анча кейин самара бера бош-ляди. Бундан ташқари, улар натижасидан иқтисодиётнинг оли соҳаларида фойдаланилади. Шунинг учун кутилаётган самарани баҳолаш қийин. Бундай татқиқотлар учун, қоидага кўра, *сифат мезонлари* белгиланади: ҳодисанинг янгилиги, амалкат фанининг обрўси, иш халқаро миқёсда кенг тан оли-ви, мамлакат муҳофаа имкониётига қўшилган хисса: моно-графиялар ва улар олимларининг ишларидан турли мамлакат-да фойдаланилиши ва б.

Амалий илмий тадқиқотлар ва тажриба-конструкторлик иш-малар турли *миқдорий мезонлар*[32] билан баҳоланади, шу-дан асосийси — **иқтисодий самарадорлик** Бу жорий этишга тан харажат, жорий этиш кўлами, муддати ва ҳ.к. омилларга телик.

Илмий ходимнинг иш самарадорлиги ишланманинг янгили-эълон қилинган мақолалар сони, ишдан кўчирмалар олиш ҳ.к. билан баҳоланади.

Янгилик мезони — бу, авторлик гувоҳномаси ва патентлар мқдори, *кўчирма(иштибоҳ)*лар олиш — илмий ходим ишлари-ҳаволалар сони. Иқтисодий баҳолаш эса камдан-кам лланади.

Илмий-тадқиқот гуруҳи (ёки ташкилот) меҳнат самарадорлиги йидаги мезонлар бўйича баҳоланади: меҳнат самарадорлиги, жорий этилган мавзулар миқдори, илмий маҳсулотни тадбиқ ишдан келган иқтисодий самара, олинган авторлик гу-ҳномаси ва патентлар сони, сотилган лицензиялар сони ва б.

2. Илмий тадқиқотлар иқтисодий самарадорлигини ҳисоблаш.

Илмий тадқиқотлар самарадорлиги — илмий ижод билан шуғулланиш ва кишилик жамияти фаровонлигини оширишга жалтирилган илмий-техникавий маҳсулот (ИТМ) яратиш стратегияси ва тактикасининг асоси.

Илмий тадқиқотлар иқтисодий самарасини ҳисоблаш улар-амалга ошириш босқичларига мувофиқ амалга оширилади. Шу муносабат билан мўлжал, кутилаётган ва ҳақиқий иқтисодий самарадорлик бир-биридан фарқланади. *Мўлжал*

иқтисодий самара илмий тадқиқот ишини асослашда ва уни иш режасига киритишда белгиланади. Мазкур ҳолда ҳисоб-китоблар тахминан, башоратланаётган жорий этиш қўламини ҳисобга олган ҳолда йириклаштирилган кўрсаткичлар бўйича олиб борилади.

Кутилаётган иқтисодий самарадорлик илмий тадқиқотлар бажарилиш жараёнида ҳисоб-китоб қилинади. У илмий маҳсулот ишлаб чиқаришга жорий этиладиган муайян йилга башорат қилинади. Кутилаётган самарадорлик мўлжалдагидан кўра анча аниқ мезон ҳисобланади.

Ҳақиқий иқтисодиёт самарадорлик илмий маҳсулот ишлаб чиқаришга жорий этилгандан сўнг белгиланади, ҳисоб-китоб илмий тадқиқотлар ва жорий этиш учун амалда кетган харажатлар бўйича олиб борилади. Бунда ҳақиқий самара кўпинча кутилаётгандан кам бўлади. У иқтисодий самарадорликнинг энг ишончли мезони ҳисобланади.

Кутилаётган ёки ҳақиқий иқтисодий самарадорлик қуйидаги тенглама бўйича анақланади

$$C = X_{k \times 2} - X_{k \times 1} \quad (6.01)$$

бунда $X_{k \times 1}$ ва $X_{k \times 2}$ — олдинги (таянч вариант)га ва янги вариант (илмий тадқиқотлар натижалари асоси)га мувофиқ қилинган харажатлар қуйидагича ҳисбланади:

$$X_{k \times k} = T + E_M K. \quad (6.02)$$

бунда T — маҳсулот бирлиги таннари, сўм; k — ИГМ яратишга қўйилган капитал маблағ, сўм; E_M — иқтисодий самарадорлик меъёрий коэффиценти ($E_M = 0,15$).

Илмий-тадқиқот иқтисодий самарадорлигини ҳисолаш методикаси ишларда [32] келтирилган.

Резюме. Ишлаб чиқаришга якунланган илмий тадқиқотларни жорий этиш ИТИ нинг якуний босқичи ҳисобланади. Жорий этиш жараёнини жадаллаштириш учун илмий-тадқиқот ташкилотлари лойиҳаловчилар билан бирлашиб технопарклар, технополислар ташкил этади. Илмий тадқиқотларнинг натижаларини жорий этиш баҳолашнинг асосий мезони бўлиб, ҳақиқатдаги иқтисодий самарадорлик ҳисобланади.

Ўз-ўзини назорат учун саволлар ва топшириқлар

1. Илмий маҳсулотни жорий этиш деганда нима тушунилади?
2. Жорий этишнинг қандай босқичларини биласиз?
3. Технопарклар ва технополислар нима, улар нима учун тузилади?
4. Фундаментал назарий ва илмий-амалий тадқиқотлар, улар қандай мезонлар бўйича баҳоланади?
5. Илмий тадқиқотлар иқтисодий самарадорлигининг қандай нарсини биласиз?
6. Илмий тадқиқотлар кутилаётган ва ҳақиқатдаги иқтисодий самарадорлиги қандай белгиланади?

ФАН ВА ТЕХНИКАДАГИ СИСТЕМАВИЙ ЁНДОШИШ ТЕРМИНЛАРИ ҚИСҚАЧА ЛУҒАТИ

Абстракция — 1) нарсалар ва улар ўртасидаги муносабатларнинг бир қатор хоссаларини фикран ажратиш; 2) унинг моҳиятини очиб берувчи хоссаларни ажратиш мақсадида кўриб чиқиладиган ҳодисанинг жиддий бўлмаган томонларида уларнинг идроклаш жараёнида ажратиш натижасида ҳосил бўладиган айрим тушунча.

Агностицизм — фалсафий таълимот, объектив борлиқ ва ҳақиқатнинг объектив моҳиятини билишни рад этади, фаннинг вазифасини ҳодисаларнинг билиш билан чегаралайди, нарсалар моҳияти ва табиий ҳамда ижтимоий жараёнлар ривожланиш қонуниятларини билиш мумкин эмас деб ҳисоблайди.

Адекватный — тенг, айнийлик, тула мувофиқлик.

Академизм — илмий ва таълим фаолиятидаги соф назарий йўналиш.

Аксиома — 1) бирор назариянинг шу назария бошқа қоидаларини исботлаш асосида ётувчи илк, бошланғич қоида, бунинг миқёсида у (бошланғич ҳолат) исботларсиз қабул қилинади; 2) исботлаш талаб этилмайдиган соф ҳақиқат.

Актуальный — долзарб, ҳозирги вақт учун аҳамиятли.

Алгоритм — 1) қатъи белгиланган қоида бўйича татбиқ этиладиган операциялар тизими, у тадрижий равишда бажарилгандан сўнг қўйилган масалани ечимга олиб келади; 2) бошланғич берилганларни изланаётган натижага келтирувчи моҳиятни белгиловчи ва операциялар кетма-кетлигининг ифодаси.

Альтернатива — муқобиллик; бир-бирини инкор этувчи икки имкониятдан бирини танлаш зарурати.

Анализ — таҳлил: 1) яхлитни таркибий қисмларга фикран ёки физик ажратишдан иборат илмий тадқиқот усули; 2) бўлақларга ажратиш, ниманидир кўриб чиқиш.

Аналог — ўхшаш; бошқа нарса, ҳодиса ёки тушунчага мувофиқ бирор нарса, ҳодиса ёки тушунча.

Аналогичный — ўхшовчи; тенглик, мувофиқлик.

Априори — тажрибага боғлиқ бўлмаган, тажрибагача.

Апробация — текшириш, синашга асосланган қўллаб-қувватлаш, тасдиқлаш.

Аргумент — 1) исботлашнинг асоси бўлиб хизмат қилувчи логикий далил; 2) мустақил ўзгарувчан қиймат, функция деб қаралувчи бошқа қийматнинг ўзгариши унинг ўзгаришига таъсир қилиш.

Артефакт — 1) ҳаракат белгилари билан биргаликдаги сунъий-моддий мужассама (масалан: техникавий восита); 2) тадқиқот шароитларининг таъсири остида биологик объектнинг тадқиқот этишлик вақтида юзага келадиган биологик ҳосил бўлиш ёки жараён.

Бакалавр — олий таълимдаги биринчи илмий даража.

Библиография — 1) вазифаси нашр ва қўлёзма ахсулотларини ҳисобга олиш ва у ҳақдаги маълумотлардан иборат илмий ва амалий фаолият тармоғи; 2) мавзу бўйича адабиётларнинг тўлиқ ёки сараланган рўйхат.

Биосфера — бу муҳит; ердаги ҳаёт мавжуд бўлган ҳудуднинг таркиби, тузилиши ва энергетикаси тирик организмларнинг ўтмишидаги ёки замонавий фаолияти асосида белгиланади.

Верификация — назарий қоидалар чинлигини текшириш, шончилигини тажриба йўли билан аниқлаш.

Гипотеза — фараз; бирор ҳодисани тушунтириш учун илгари суриладиган ва ишончли илмий назария бўлиши учун тажрибада текширишни ҳамда назарий жиҳатдан асослашни талаб қилувчи илмий фикр.

Гносеология — назарий билиш, илмий билиш манбалари, шакллари ва усулларини, унинг ҳақиқат эканлик шартларини, инсоннинг ҳаётни ўрганиш иқтидорини ўрганувчи фалсафа бўлими.

Дедукция — умумий мулоҳазалардан хусусийга ёки бошқа умумий фикрларга олиб келувчи мантикий ҳулоса.

Диссертация — Илмий даража олиш учун тақдим этиладиган илмий тадқиқотчи томонидан ошкора ҳимоя этиладиган илмий иш, тадқиқот.

Идея — ғоя: 1) нарса ёки ҳодиса ҳақидаги умумий тушунча; 2) оддий дунёни инъикоси бўлган инсон тафаккурининг ахсулоти; 2) назарий система, мантикий қурилмалар асосида қуриладиган белгиловчи тушунча; 3) фикр, тафаккур.

Иерархия — қисмларнинг ёки бутун унсурларининг олийдан пастгача бўлган тартибга қўйилган тартибга бўйлаб бўлиниши.

Имитация — кимгадир, нимагадир тақлид қилиш, қайта тиклаш.

Индукция — хусусий айрим ҳолларда умумий хулосага, айрим фактлардан умумлашмаларга олиб келувчи мантиқий хулоса.

Информация — 1) нима ҳақидадир хабар; 2) сақлаш, қайта ишлаш ва кузатиш объекти ҳисобланувчи маълумот.

Категория — даража: 1) нарсалар, объектив дунё (модда, вақт, фазо, алоқадорлик, ҳаракат, миқдор, сифат ва ҳ.к.) ҳодисаларининг диққатга сазовор хоссалари ва муносабатларини акс эттирувчи умумий тушунча, 2) бирон-бир белгиларининг умумийлиги асосида бирлаштирилган нарсалар, ҳодисалар, шахслар даражаси, гуруҳи.

Кибернетика — бошқарув жараёни ва информацияни машиналарда, тирик мавжудотларда, жамиятда узатишнинг умумий қонуниятлари ҳақидаги фан.

Кинематика — jismlar ҳаракатини геометрик жиҳатдан, шу ҳаракатни юзага келтирувчи уларнинг массаси ва физик сабабларини ҳисобга олмаган ҳолда кўриб чиқувчи механика бўлими.

Класс — синф: умумий белгиларга эга бўлган нарсалар ва ҳодисаларнинг мажмуи, даражаси, гуруҳи.

Классификатор — бирор объектнинг мунтазам рўйхати, бу уларнинг ҳар бирига ўз ўрни ва муайян белгисини топишга имкон беради.

Классифицирование — синфлаш: муайян билим тармоғи ягона тизимида объектлар синфлари ўртасидаги қонуний алоқани акс эттирувчи умумий белгиларга боғлиқ ҳолда у ёки бу объектларни синфлар бўйича тақсимлаш.

Ключевое слово — асосий термин: илмий ҳужжат ёки унинг қисми мазмунини энг тўлиқ ўзига хос тарзда тавсифловчи сўз ёки сўз бирикмаси.

Комплекс — мужассама: яхлит бир бутунлиқни ташкил этувчи нарса, воқеа, ҳодиса ёки хосса уларнинг жамланмаси, бирикмаси.

Конструкция — 1) қандайдир нарса, машина, прибор, иншоот ва ҳ.к.ларнинг қандай мақсадга мўлжалланганлигини белгиловчи қурилиш, қурилма ва қисмларнинг ўзаро жойлашуви.

Концепция — қараш: 1) қарашлар тизими, ҳодисалар, жараёнларни бирор тарзда тушунилиши.

Конъюнктура — 1) шароитлар мажмуи ва уларнинг ўзаро боғлиқлиги, юзага келган вазият, бирор соҳадаги нарсаларнинг

нақоми; 2) муайян даврдаги иқтисоднинг жорий аҳволини таврифловчи белгилар мажмуи.

Критерий — мезон: 1) бирор нарсани баҳолаш, аниқлаш ёки классифлаш учун асос бўладиган белги.

Магистр — олий таълим иккинчи академик даражаси, университет ёки унга тенглаштирилган олий ўқув юртини тугатган бакалавр даражасига эга шахсларга берилади.

Магистрант — магистрлик даражаси олиш учун имтиҳонларни топширилган, лекин ҳали диссертация ёқламаган шахс.

Машина — энергияни ўзгартириш, шаклни, хоссани, ҳолатни ёки меҳнат қуролининг вазиятини, бошқача қилиш, қайтариш, қайта қўлаш, узатиш, сақлаш, ишлаб чиқиш ва фойдаланиш учун муайян мақсадга мувофиқ ҳаракатни амалга оширувчи механизм ёки механизмлар мутаносиблиги.

Метод — усул: 1) табиат ҳодисалари ва ижтимоий ҳаётни тадқиқ этиш ва билиш усули; 2) йўл, усул ёки ҳаракат тарзи.

Методика — бирор ишни мақсалга мувофиқ бажариш усуллари, йўлларининг мажмуи.

Методология — 1) билишнинг илмий усули ҳақидаги таълимот; 2) бирор фанда қўлланиладиган усуллар мажмуи.

Механика — моддий жисмларнинг куч таъсири остида фаолиятда жойлашишининг ўзгаришини ва мувозанатини ўрганувчи фан.

Модель — намуна: 1) ялпи ишлаб чиқариш учун бирор бир буюмнинг намунаси; 2) нарсани кичрайтирилган кўринишдаги тарзи; 3) табиатда ва жамиятдаги бирор ҳодиса ёки жараённинг тасвири ёки тавсифи, тархи.

Моделирование — моделлаштириш: билиш объектини уни моделларида тадқиқ этиш; аниқ мавжуд нарсалар ва ҳодисалар моделини тузиш.

Наблюдение — кузатиш: билиш усули бўлиб, бунда объект унга ҳеч бир аралашилмаган ҳолда тадқиқ этилади.

Наука — фан: инсон фаолият соҳаси, унинг функцияси турмуш ҳақидаги объектив билимларни ишлаб чиқариш ва назарий жиҳатдан системалашдан иборат.

Нормализация — меъёрлаштириш: 1) меъёр, тарзни белгилаш; 2) меъёрга, меъёрий ҳолатга келтириш.

Обзор — тавсиф: бошланғич манбани таҳлил қилиш натижасида олинган бирор мавзу бўйича системалаштирилган илмий маълумотларни ўз ичига оловчи илмий ҳужжат.

Объект — 1) биздан ташқарида ва бизнинг онгимизга боғлиқ бўлмаган ҳолда мавжуд ташқи дунё, у идроклаш субъектнинг амалий таъсир ўтказувчи манба ҳисобланади; 2) бирор фаолият йўналтирилган нарса, ҳодиса.

Объективный — объектив: биздан ва онгимиздан ташқарида мавжуд бўлган ташқи нарса, воқеа-ҳодиса.

Оптимальный — оптимал: энг қулай ва яхши.

Оптимизация — оптималлаштириш: бирор функциянинг энг кўп ёки энг кам аҳамиятини топиш ёхуд турли имкониятлар ичидан энг яхшисини ажратиш.

Парадокс — 1) умум қабул қилинган, оқилона фикрга зид фикр, мулоҳаза; 2) одатдаги тасаввурларга мос келмайдиган қутилмаган ҳодиса.

Принцип — тамойил: 1) бирор назария, таълимот ва ҳ. к. нинг асосий бошланғич ҳолати; йўналтирувчи гоё, фаолиятнинг асосий ҳодисаси; 2) бирор механизм, прибор ўрнатма ҳаракати, қурилма асоси.

Продукт — маҳсулот: инсон меҳнатининг моддий ёки номоддий натижаси.

Проект — лойиҳа: 1) янги бунёд этилаётган бино, иншоот, машина, прибор ва ҳ. к. ларнинг техникавий ҳужжат тизмалари, ҳисоблари, макетлари; 2) режа, ўйланган фикр.

Процесс — жараён: 1) бирор ҳодисанинг бориши, ривожланиш ҳолати, босқичнинг тадрижий суръатда алмашилиши ва ҳ. к.; 2) бирор натижага эришиш учун қаратилган тадрижий ҳаракатлар мажмуи.

Публикация — 1) бирор ҳодисанинг бориши, ривожланиш ҳолати, босқичининг тадрижий ўзгариши ва ҳ. к.; 2) қандайдир натижага эришиш учун тадрижий ҳаракатлар йиғиндиси.

Публичный — очиқ, ошкора.

Рациональный — оқилона: асосланган, мақсадга мувофиқ.

Синтез — онгда бир бутунликда, биргаликда ва ўзаро алоқадаги қисмлар сифатида мавжуд бўлган бирор нарса, ҳодисани илмий тадқиқ этиш усули; қўшилма, умумлашма.

Система — 1) бир-бирлари билан кўплаб қонуний тарзда боғланган унсурлар (нарсалар, ҳодисалар, қарашлар, билимлар

ва ҳ. к.); 2) ҳаракатлар қатъий кетма-кетлиги муайян алоқада режа асосида, тўғри жойлашган қисмларнинг шартли тартиби.

Системотехника — мураккаб системаларни таҳлил ва синтез қилиш муаммоларини ўрганувчи илмий-техникавий фан.

Совокупность — мажмуа: қўйилган мақсадни ҳисобга олган ҳолда гуруҳланган кўплаб унсурлар.

Структура — тузилма: бирор нарсанинг ўзаро жойлашуви ва таркибий қисмларининг боғланиши, қурилиш.

Субъект — 1) ташқи дунё (объект)ни идрок этаётган ва ўз амалий фаолияти мобайнида унга таъсир ўтказадиган инсон; 2) қуқуқ ва мажбуриятларни зиммасига оловчи (жисмоний ёки юридик шахс).

Субъективный — субъектив: 1) муайян шахс, субъектга хос ҳусусият, шахсий; 2) бир ёқлама, объективликдан ҳоли; иш-иёқий, атайин.

Схема — чизик: 1) система, қурилма ёки ўзаро жойлашув, бирор нарсанинг қисмлари боғлиқлигини ифодаловчи чизма; 2) умумий, асосий тарзда тасвирлаш ёки тавсифлаш; хомаки тусха, режа, белгилаш; 3) бирор нарсанинг мавҳум соддалаштирилган тавсифи, умумий тайёр тенглама.

Тавтология — сафсата: айти бир нарсани бошқа сўзлар билан такрорлаш.

Таксономия — одатда иерархик тузилишга эга бўлган мавжудликнинг мураккаб ташкил этилган соҳасини таснифлаш ва системалаштириш назарияси.

Тезис — доклад, маъруза, хабар ва ҳ. к. ларни қисқача ифодаланган асосий қоидалари.

Тема — мавзу: баён, тасвир, тадқиқот, муҳокама предмети.

Тематика — мавзулар мажмуи, доираси.

Тенденция — 1) қарашлар ёки амалиётдаги йўналиш; 2) бирор ҳодиса ривожини такомиллашадиган йўналиш.

Теория — назария: 1) табиат ва жамият ривожининг объектив қонуниятларини ифодаловчи ижтимоий амалиёт, тажрибани умумлаштириш; 2) бирор фан ёки унинг қисми умумлаштирилган қоидаларининг мажмуи.

Термин — атама: фан, техника, санъатда қўлландиган муайян ушунчани аниқ ифодаладиган сўз ёки сўзлар бирикмаси.

Терминология — атамашунослик: фан, техника, санъат ва ҳ. к. ларнинг бирор соҳасида қўлландиган атамалар мажмуи.

Тест — 1) ақлий ривожланиш, қобилият, ирода ва инсоннинг бошқа рухий физиологик табиатини белгилаш синови ўтказиладиган топшириқларнинг стандарт шакли; 2) муайян ижтимоий тадқиқотлар учун фойдаланиладиган сўровнома.

Технология — 1) ишлаб чиқариш жараёнида хом ашё, материал ёки ярим фабрикатлар ҳолати, хоссаси шаклини ўзгартириш, уларга ишлов бериш, тайёрлаш усулларининг мажмуи; 2) хом ашёлар, материаллар ёки яримфабрикатларга тегишли ишлаб чиқариш қуроллари ёрдамида таъсир этиш усуллари ҳақидаги фан.

Тип — тур: нарсалар гуруҳи учун намуна, модел, ниманидир шакли.

Типизация — турлаш: қатор буюмлар ёки техник тавсифдаги жараёнлар учун умумийлик асосида намунавий конструкциялар ёки ишлаб чиқариш жараёнларини танлаш ёки ишлаб чиқиш.

Трактат — нарсага ёндошишликни белгилашни ўз олдига мақсад қилиб қўйган мулоҳаза шаклидаги илмий иш.

Унификация — уйғунлаштириш: бирор нарсани ягона система, шакл, бир тоифалиликка келтириш.

Факт — 1) ҳақиқатда мавжуд, ўйлаб топилмаган воқеа, ҳодиса; бирор тахминни текширишдан иборат қандайдир хулоса, мулоҳаза учун хизмат қилувчи қатъи белгиланган билим, тажрибадаги маълумот; 2) объектив мавжуд бўлган ҳақиқат, аниқлик.

Фактор — омил: ҳаракатлантирувчи куч, бирор жараён, ҳодисанинг сабаби; бирор ҳодиса, жараёндаги ўзига хос вазият.

Формула — барча хусусий ҳоллар учун муайян шароитларда илова қилинувчи бирор қоида, муносабат, қонун ва ҳ.к.ларни аниқ умумий белгилаш.

Формулировать — ифодалаш: бирор фикр, қарорни қисқа ва аниқ баён этиш.

Фундаментальный — негиз: чуқур, асосланган.

Характеристика — тавсиф: кимнингдир, ниманингдир ўзига хос хусусият, сифат, жиҳатларини ифодалаш, белгилаш.

Эвристика — 1) йўналтирувчи саволлар ёрдамида таълим бериш тизими; 2) назарий тадқиқотнинг мантикий усуллари ва услубий қоидаларининг мажмуи ва ҳақиқатни излаш.

Экзамен — имтиҳон: билим, ўқув, куч ва ҳ.к.ларни текшириш.

Эксперимент — тажриба: илмий асосдаги тажриба, аниқ белгиланган шароитларда тадқиқ этилаётган ҳодисани кузатиш, ҳодисанинг боришини кузатиш ва уни мазкур шароитларни такрорлаган ҳолда кўп марта қайта ўтказиш имконияти.

Экспертиза — асосланган хулоса берган ҳолда махсус билимни талаб этувчи бирор масалани тадқиқ этиш.

Экстраполяция — ҳодисанинг бир қисмида кузатиш туфайли олинган хулосани бошқа қисмига тадбиқ этишдан иборат илмий тадқиқот усули.

Элемент — унсур: бирор нарсанинг таркибий қисми.

Эмпирический — эмпирик: тажрибага асосланган.

Энциклопедия — қомус: барча фанлар ёки фанларнинг айрим тармоқлари бўйича билимлар мажмуини ўз ичига олувчи илмий маълумотнома тарзидаги нашр.

Эрудиция — иқтидор: бирор фаннинг муайян соҳасидаги кўп қўллаб соҳалардаги чуқур билим; иқтидорлилик.

Эффект — самара: ҳаракат, бирор нарсанинг натижаси.

АДАБИЁТ

1. Сиденко В. М., Грушко И. М. Основы научных исследований. — Харьков, «Вища школа», 1977.
2. Добров Г. М., Коренной А. А. Наука: информация и управление. — М.: «Сов. радио», 1977.
3. Закин Я. Х., Рашидов Н. Р. Основы научного исследования. — Ташкент, «Укитувчи», 1981.
4. Математическая теория планирования эксперимента. Под ред. С. М. Ермакова. — М.: Наука, 1983.
5. Налимов В. В. Теория эксперимента. — М.: Наука, 1971.
6. Математические методы планирования эксперимента. Под ред. В. В. Пененко. — Новосибирск: Наука, 1981.
7. Маркин Н. С. Основы теории обработки результатов эксперимента. — М.: Изд. стандартов, 1991.
8. Петров А. В. Вычислительная техника в инженерных и экономических расчетах. — М.: Высшая школа, 1975.
9. Гутер Р. С., Овчинский Б. В. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта. — М.: Наука, 1970.
10. Пугачев В. С. Теория вероятностей и математическая статистика. — М.: Наука, 1979.
11. Смирнов Н. В., Дунин-Барковский И. В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений. — М.: Наука, 1969.
12. Корн Г. К., Корн Т. К. Справочник по математике. — М.: Наука, 1977.
13. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. — М.: Наука, 1964.
14. Электрические измерения неэлектрических величин. Под ред. П. В. Новицкого. — Л.: Энергия, 1975.
15. Попов В. С. Электрические измерения. — М.: Энергия, 1974.
16. Вентцель Е. С. Исследование операций. — М.: Знание, 1976.
17. Тюрин Н. И. Введение в метрологию. — М.: Изд. стандартов, 1973.

18. Румшинский Л. З. Математическая обработка результатов эксперимента. — М.: Наука, 1971.
19. Рачков П. А. Науковедение. — М.: Изд. МГУ, 1974.
20. Словарь иностранных слов. — М.: «Русский язык», 1988.
21. Швырев В. С. Научное познание как деятельность. — М.: 1984.
22. Методические указания по написанию, оформлению и подготовке к защите магистерской диссертации. — Ташкент: «Молия», 1999.
23. Рузавин Г. И. Методология научного исследования. — М.: ЮНИТИ, 1999.
24. Компьютеры, модели, вычислительный эксперимент. Под ред. А. А. Самарского. — М.: Наука, 1988.
25. Хеерман Д. В. Методы компьютерного эксперимента в теоретической физике. — М.: Наука, 1990.
26. Самарский А. А. Что такое вычислительный эксперимент? Что такое прикладная математика? — М.: Знание, 1980.

МУНДАРИЖА

Кириш.	3
-------------	---

I БОБ. ФАН ВА ИЖОД

1.1. Асосий таъриф ва тушунча. Илмий тадқиқот усуллари.	4
1.2. Таснифлаш ва илмий тадқиқотнинг асосий босқичлари.	9
1.3. Илмий тадқиқотлар мавзуини танлаш ва баҳолаш.	13
1.4. Илмий техникавий информацияни таҳлил қилиш, илмий тадқиқотлар мақсади ва вазифасини ифода этиш.	15
1.4.1. Илмий техникавий информация ва уни излаш.	15
1.4.2. Илмий техникавий информацияни ўрганиш, таҳлил қилиш, илмий-тадқиқот мақсади ва вазифасини ифодалаш.	17

II БОБ. НАЗАРИЙ ТАДҚИҚОТЛАР МЕТОДОЛОГИЯСИ

2.1. Илмий изланишда математик моделлаштириш.	21
2.1.1. Математик моделлаштириш асослари ва вазифалари.	21
2.1.2. Математик моделлар таснифи.	26
2.1.3. Математик моделлар ҳосил қилиш методикаси.	29
2.2. Тадқиқот объектларининг модели.	30
2.2.1. Топологик математик моделлар.	30
2.2.2. Матрица кўринишидаги топологик моделлар.	34
2.2.3. Динамик системалар имитациявий математик модели.	38
2.2.4. Оммавий хизмат кўрсатиш системасининг имитациявий математик модели.	45
2.2.5. Система моделлари.	54
2.3. Системани тадқиқ этиш методологияси.	58
2.3.1. Системавий тадқиқотларда таҳлил ва синтез.	58
2.3.2. Система модели декомпозиция асоси сифатида. Декомпозиция алгоритм.	60
2.3.3. Агрегатлаш ва система эмергентлиги.	65

III БОБ. ЭКСПЕРИМЕНТНИ РЕЖАЛАШТИРИШ ЙЎЛИ БИЛАН МАТЕМАТИК МОДЕЛЛАШТИРИШ

3.1. Техникавий объектнинг кибернетик модели.	70
3.2. Экспериментни режалаштиришда асосий тушунча ва моделлар.	72
3.3. Экспериментни режалаштиришда факторлар тенгламаларини танлаш.	75

3.4. Тўлиқ факторли эксперимент. Математик модел олиш.	77
3.5. Эксперимент натижаларини ишлаб чиқиш.	81
3.6. Каср, фактор эксперимент жавоб сирти буйлаб бурама юқорилаш.	83

IV БОБ. ЭКСПЕРИМЕНТАЛ ТАДҚИҚОТЛАР МЕТОДОЛОГИЯСИ

4.1. Экспериментал тадқиқотлар асоси.	88
4.1.1. Экспериментал тадқиқотлар тури.	88
4.1.2. Эксперимент режа-программасини ишлаб чиқиш.	89
4.1.3. Экспериментни утказиш.	91
4.2. Эксперимент натижаларини ишлаб чиқиш усули ва таҳлил. ..	92
4.2.1. Ўлчашлар натижаларини график тасвирлаш усуллари.	92
4.2.2. Эмпирик формулаларни танлаш усули.	94
4.2.3. Назарий-экспериментал тадқиқотлар натижаларини таҳлил қилиш, хулоса ва таклифларни формулалаштириш.	95
4.3. Ҳисоблаш эксперименти.	96

V БОБ. ИЛМИЙ ТАДҚИҚОТЛАРНИ РАСМИЙЛАШТИРИШ

5.1. Илмий тадқиқот ишлари тўғрисидаги ҳисоботларни расмийлаштириш.	100
5.2. Илмий материалларни нашрга тайёрлаш.	104

6-БОБ. ИЛМИЙ ТАДҚИҚОТЛАРНИНГ ЖОРИЙ ЭТИЛИШИ ВА САМАРАСИ

6.1. Илмий-тадқиқот ишлари натижаларини жорий этиш, уларнинг самарадорлик мезонлари.	107
6.2. Илмий тадқиқотлар иқтисодий самарадорлигини ҳисоблаш. .	109
Фан ва техникадаги системавий ёндоқиш терминлари қисқача лугати.	112
Адабиёт.	120

Л. В. ПЕРЕГУДОВ, М. Х. САИДОВ, Д. Е. АЛИКУЛОВ

ИЛМИЙ ИЖОД МЕТОДОЛОГИЯСИ

Тошкент — «Молия» нашриёти — 2002

Мухаррир

Мусахҳиҳ

Техник муҳаррир

Компьютерда саҳифаловчи

З. Т. Тоҳиров

М. Мирқамиллов

А. Мойдинов

Ф. Караханова

Босишга рухсат этилди 14.01.2002 й. Бичими 60x84 ¹/₁₆. «TimesUz»
харфида терилди. Босма табоғи 7,7. Нашриёт ҳисоб табоғи 7,3.
Адади 2000. Буюртма №11. Баҳоси шартнома асосида.

«Молия» нашриёти, 700000, Тошкент, Якуб Колас кўчаси, 16-уй.
Шартнома №05-02.

«ДИТАФ» босмахонасида чоп этилди. Тошкент ш. Олмазор кўч. 171- уй.

