

**УМУМЛАШГАН КЎРСАТКИЧЛАР ВА  
УЛАРДАН БИЛИМЛАРНИ  
ШАКЛЛАНТИРИШДА ФОЙДАЛАНИШ**

## МУНДАРИЖА

<b>Кириш</b> .....	3
<b>1-боб. Берилганлар базасининг интеллектуал таҳлили</b> .....	7
1.1 Билимларга асосланган тизимлар .....	7
1.2. Қатъиймас мантиқ тизимлари .....	13
1.3. Билимларни олиш технологиялари.....	17
1.4. Сунъий нейрон тўри технологияси ёрдамида билимларни ажратиб олиш .....	21
<b>2-боб. Умумлашган кўрсаткичларни ҳисоблаш усуллари</b> нинг таҳлили	27
2.1. Умумлашган кўрсаткичлар ва уларнинг қўлланишлари .....	27
2.2. Сунъий нейрон тўри технологияси асосида умумлашган баҳони аппроксимация қилиш .....	38
<b>3-боб. Турли тоифадаги аломатлар фазосида умумлашган кўрсаткичларни ҳисоблаш усуллари</b> .....	46
3.1. Умумлашган кўрсаткичларни ҳисоблаш ва чизиқли тартиблаш .....	46
3.2. Танлов объектларини синфларга ажралганлик даражасининг умумлашган баҳоси .....	62
3.3. Миқдорий аломатларнинг устунлик интервалларини қуриш орқали умумлашган кўрсаткичларни ҳисоблаш .....	65
3.4. Объектнинг умумлашган баҳосини тавсифлашда лингвистик ўзгарувчилардан фойдаланиш .....	70
3.5. Объектларни синфларга коррект ажралишини таъминлаган ҳолда аломатлар фазоси ўлчамини қисқартириш .....	73
3.6. Умумлашган кўрсаткичларнинг чизиқлилиқ хоссаси, латент кўрсаткичлар .....	79
3.7. Турли тоифали аломатлар фазосидаги синфларга ажратилган объектларнинг турғунлиги .....	83
<b>Хулоса</b> .....	85
<b>Адабиётлар</b> .....	87
<b>Илова</b> .....	90

## Кириш

Инсон фаолиятининг турли соҳаларидаги масалаларни узлуксиз равишда мураккаблашуви, уларни самарали ечишга таъсир қиладиган ранг-баранг факторларнинг юзага келиши бундай масалалар бўйича яхши асосланган ечимни тезкорлик билан қабул қилинишини талаб қилади. Тажриба, интуиция, олдиндан ҳис қилиш хислатлари объект ҳақидаги ахборотлар билан биргаликда мутахассисларга муҳим мақсадларни ажратиб олиш ва ривожланиш йўналишларини танлаш, ўхшаш масалаларни ечиш ҳақидаги ахборот етишмовчилиги шароитида мураккаб илмий-техник ва ижтимоий - иқтисодий масалаларни энг мақбул ечимга эга бўлиш имконини беради.

Сунъий интеллект соҳасида қарор қабул қилишни қўллаб-қувватловчи тизимлар ривожланишини иккита йўналиши ажратиб кўрсатилади [25]:

- қоидаларга асосланган тизимлар;
- прецедентларга асосланган тизимлар.

Қоидаларга асосланган тизимлар “агар –у ҳолда” қоидалар шаклидаги билимлар базаси, мантикий хулоса механизми ва бошқа компоненталари бўлган анъанавий эксперт тизимларини мисол келтириш мумкин.

Қоидалар асосида хулоса қилиш ғояси ўзига жалб қилиш хусусиятига эга, чунки у исбот талаб қилмайдиган ечим олишга имкон берувчи ва қўлланиши мумкин эканлигини исбот қилувчи илмий усулларга эга яхши формаллашган масалалар мавжудлигини тақоза этади.

Бироқ биз ўраб турган олам мураккабдир. Заиф формаллашувчи масалалар кўп бўлиб, балким, улар вақт ўтиши билан ўз ечимини топар. Булардан ташқари шундай бир қатор масалалар борки, улар учун ҳеч қачон формал ечим топилмайди (медицина, машинасозлик ва ш.к.).

Амалда ҳар бир масалани ечишда аксарият вазиятларда эксперт бошланғич тамойиллардан келиб чиқиб юзага келган ҳолатни тўла таҳлил қилган ҳолда олдин худди шу ҳолатларда қандай ечимлар қабул қилинганлигини эсга туширади. Кейин у ёки бу қарорларни бевосита қўллайди ёки уни зарур бўлганда ўзгарган конкрет муаммо учун ҳолатга мослайди. Олдинги ҳолатлар тажрибасига таяниб муммоларни ечишнинг бу ёндошувини моделлаштириш прецедентларга асосланган мантикий хулоса технологиясини юзага келтирди (инглизча – Case-Based Reasoning, ёки CBR).

*Прецедент* – бу муаммолар ёки вазиятларни тавсифининг, айна ҳолатда қўлланиладиган ёки берилган муаммони ечиш бўйича бажариладиган амалларнинг батафсил кўрсатмалари билан жамланмасидир.

Қуйидаги вазиятларда прецедентлар бўйича хулоса қилиш қоидалар бўйича хулоса қилиш тизимларидан маълум бир устунликка эга:

- билимнинг асосий манбаи назария эмас, тажриба бўлса;
- ечим конкрет вазият учун уникал бўлмасдан, ундан бошқа ҳолатлар учун ҳам фойдаланиш мумкин;
- мақсад, қафолатланган тўғри ечим бўлмасдан, мумкин бўлган ечимлардан энг мақбули бўлса.

Шундай қилиб, прецедентларга асосланган тизим - бу шундай тизимки, берилган муаммолар ёки вазиятларга нисбатан прецедентлар базасида сақланаётган аналогияларни излаш натижалари бўйича хулоса қилади.

Бу тизимлар дуч келадиган иккита асосий муаммоларни ажратиб кўрсатиш мумкин - ҳаммасидан кўра мос келувчи прецедентни топиш ва кейинчалик уни адаптация қилишдир [38].

Объектларни синфларга ажратиш ва прогноз масалаларини ечишдаги ошкор ўлчам бирлигига эга бўлмаган жамловчи, умумлашган кўрсаткичларни ҳисоблаш масаласи қаралади. Бундай кўрсаткичга қуйидагилар мисол келтириш мумкин: бемор касаллигининг оғирлик даражаси, кредит беришдаги банк мижозининг қарзни тўлашга қодирлиги, мамлакат иқтисодий ҳолатининг баҳоси ва ҳакоза. Умумлашган кўрсаткичлар турли тоифадаги (сифат ва миқдорий ўлчамлардаги) аломатлар фазосида ҳисобланади. Ҳисоблаш жараёнида берилган базасини интеллектуал таҳлил қилиш усулларидадан фойдаланилади.

Умумлашган кўрсаткичлар (баҳоларни) олиш масаласини ечишнинг ўзига хос хусусияти шундаки, мақсад функцияси (оқибатни) қийматини боғлиқ кўрсаткичлар (сабаблар) қийматлари орқали аниқлашдир. Алоҳида муҳим муаммолардан бир сифатида ҳар хил тоифали аломатлар фазосида боғлиқ кўрсаткичларни қайта ишлаш алгоритмлари ва методлари ишлаб чиқиш масаласини кўрсатиш мумкин.

Одатда мақсад функциясини (умумлашган кўрсаткични) ҳосил қилишда соҳа бўйича эксперт-тажриба маълумотлари ишлатилади ва улар қуйидаги шаклларда бўлади [22,26-29]:

- экспертларнинг балл баҳолари;
- тадқиқот объектларидаги таҳлил қилинаётган хоссаларни намоён бўлиш даражаларини экспертлар томонидан тартиблаши билан;
- жуфт таққослашларнинг буль матрицаси кўринишида.

Мавзуга тегишли илмий - тадқиқот ишларининг таҳлили шуни кўрсатадики, умумлашган кўрсаткичларни ҳисоблашнинг таклиф қилинаётган усуллари ранг-баранг. Хусусан, касалликнинг оғирлик даражасини аниқлаш учун комбинацияли умумлашган кўрсаткични ҳисоблашга уринишлар С.М.Зуев [11] ва Г.И.Марчук [2] ишларида келтирилган. Касалликнинг оғирлик даражасини миқдор аломатларининг ўртача қийматлари бўйича регрессия моделларида ҳисоблаш таклиф қилинган. Чизиқли ва чизиқсиз регрессия боғланишлари қаралган. Балансланган кўрсаткичлар тизимида энг муҳим ва жамловчи кўрсаткичларни биринчи ўринга чиқаришга ҳаракат қилинади [39]. Рейтинг баҳолаш усули корхонанинг молиявий ҳолатини умумлашган баҳосини бериш учун қўлланилган [10]. Потенциаллар назарияси қўллашда ихтиёрий объект кўрсаткичлар мажмуаси билан тавсифланганлиги учун уни кўп ўлчамли динамик объект деб қаралади. Ҳар бир объектнинг ривожланиш жараёнини ўрганишда, унинг кўрсаткичлар комплекси бўйича баҳоланадиган ривожланиш даражасини (потенциалини) аниқлаш ва бу потенциални ўлчаш шкалаларини куриш алоҳида долзарблик касб этади [36], шажаравий таҳлил усулида объектлар мажмуаси бўйича берилган шкала бўйича ҳар кўрсаткич

учун тескари-симметрик матрица куриш, кўрсаткичлар учун ҳам уларнинг қиёсий баҳосининг матрицаси курилади. Ушбу матрицанинг хос векторининг компоненталари кўрсаткичлар вазнларининг коэффицентлари сифатида ишлатилади. Объектнинг умумлашган баҳоси ҳар бир кўрсаткич бўйича объектларни баҳолаш матрицасини кўрсаткичлар вазнларининг векторига кўпайтиришдан ҳосил бўлади [32], пропорционаллик усулларида объектни тавсифловчи кўрсаткичлар ўртасидаги чизикли муносабатлар (тўғри ва тескари пропорциялар) асос қилиб олинади [30].

Умумлашган кўрсаткичларни (баҳоларни) ҳисоблаш асосида қарор қабул қилувчи тизимларни ҳам прецедентлар бўйича амал қилувчи тизимлардир. Уларда танловни қайта-ишлаш асосида объектларнинг у ёки бу хусусияти бўйича умумлашган баҳо ҳисобланади ва шу асосда қарор қабул қилинади, танлов бўйича билимлар шакллантирилади.

Илмий адабиётлар ва интернет манбаларидаги нашрлар таҳлили умумлашган баҳо ҳисоблаш усуллариининг ранг-баранглигини ва улар қўлланиладиган соҳа масалаларига жуда кенглигини кўрсатди. Хусусан, соғлиқни сақлашнинг устивор йўналишларини аниқлашда одамлар жамоаси соғлиғининг умумлашган кўрсаткичидан фойдаланиш, аҳоли соғлиғини жамланган (умумлашган) баҳолашнинг модели, ижтимоий тузимдаги аҳолининг демократик ҳуқуқларини амалга ошганлик даражаси, молия соҳаларида корхонанинг умумий молиявий ҳолатнинг баҳоси ва ҳакозалар.

Умумлашган баҳолар усулидан бири бу - эксперт баҳолаш усули, асосланган ечим қабул қилиш учун энг маъқул шаклга келтириш учун мутахассисларнинг фикрларини жамлаш, умумлаштириш ва таҳлил қилиш процедураларини расмийлаштиришга ёрдам беради.

Шуни қайд этиш керакки, эксперт баҳолаш усули на маъмурий, на режалаштириш ишларини ўрнини босмайди, балки бундай қарорларни тайёрлаш ва қабул қилиш учун зарур маълумотларни тўлдиришга имкон беради холос. Эксперт баҳолаш усули келажакни таҳлил қилишнинг бошқа аниқ усуллар йўқ бўлган масалаларни ечишда ўринлидир.

Эксперт баҳолаш усули тинимсиз ривожланиб бормоқда ва такомиллашмоқда. Бу ривожланишнинг бош йўналиши сифатида тадбиқ соҳасини кенгайтириш, математик усулларни ва компьютерни қўллаш даражасини ошириш, ҳамда аниқланган камчиликларни бартараф этиш йўллариини излашда кўрсатиш мумкин.

Охирги йилларда эксперт баҳолаш усулини қўллашда эришилган ютуқлар билан биргаликда бир қатор муаммо ва масалалар юзага келдики, улар ўзларининг методологик изланишларини ва амалий синовларини талаб қилмоқда. Экспертларни танлаш тизимини такомиллаштириш, гуруҳ фикри хусусиятларнинг ишончлигини ошириш, баҳолар асосланганлигини текшириш усулларини ишлаб чиқиш, эксперт баҳолаш ишончлик даражасини тушурадиган яширин сабабларини тадқиқ қилиш зарур. Шунга қарамадан, ҳозирда эксперт баҳолаш усули бошқа математик статистика усуллари билан биргаликда барча жабҳаларда бошқарув қарорларини қабул қилишда муҳим воситалардан бир бўлиб қолмоқда.

Юқорида келтирилган усулларнинг камчилиги – бу усуллар фақат миқдорий аломатлар билан тавсифланган объектлар танловини қайта ишлашга мослашганлиги ва танловни шаклланишида экспертларнинг субъектив фикрларига таянишдир.

Умумлашган кўрсаткичларни ҳисоблаш орқали тажриба берилганлар базасидан билимларни ажратиб олиш ва уларни билимларни тасвирлаш моделларида ифодалаш тадқиқот мақсади ҳисобланади. Методика сифатида турли тоифадаги, миқдорий ва номинал аломатлар фазосида умумлашган кўрсаткичларни ҳисоблаш имконини берувчи устунлик интерваллари усули қўлланилади ва олинган билимларни ноаниқ мантиқ моделида тавсифлаш амалга оширилади.

## **1-боб. Берилганлар базасининг интеллектуал таҳлили**

### **1.1 Билимларга асосланган тизимлар**

Сунъий интеллектга тааллуқли тармоқлар йил сайин кўпайиб бормоқда. Булар - билимларни тасвирлаш, муаммоларни ечиш, эксперт системалар, ЭҲМ билан табиий тилда мулоқот қилиш, ўргатувчи системалар, когнитив моделлаштириш, стратегик ўйинлар, визуал маълумотни қайта ишлаш ва робототехника. Сунъий интеллектнинг асосий муаммоси ЭҲМда инсоннинг фикрлаш ва масалаларни ечиш жараёнини ҳосил қилиш.

Билимларни тасвирлаш сунъий тафаккур тадқиқотлари ичида энг муҳим соҳалардан биридир. Билимлар объектлар, ўзаро боғланиш ва процедуралар шаклига эга бўлади. Адекват билимни ва ундан фойдаланиш имкониятининг мавжудлиги “онг” ни аниқлайди. Инсон онги белгили маълумотларни қайта ишлашга мослашган бўлиб, сонлар устида амал бажаришда оддий калькулятордан ҳам ночор ҳолга тушади. Сонларни қайта ишлашга мослашган компьютер ҳам белгили маълумотларни қайта ишлаши мумкинми, агар мумкин бўлса, қандай қилиб?

Билимларни тасвирлашнинг асосий муаммоси билимларни тасвирлашнинг ягона назариясини яратиш. Бунинг учун эса бизни қуршаб турган олам қонуниятларини ифодалаш усуллари топиш керак.

Бирор соҳа мутахассиси эга бўлган билимни формаллашувчи ва формаллашмаган билимларга ажаратиш мумкин. Формаллашган билимлар китоблар, қўлланмалар, умумий ва қатъий мулоҳазалар кўринишидаги хужжатларда (қонунлар, формулалар, алгоритмлар ва ҳакоза)

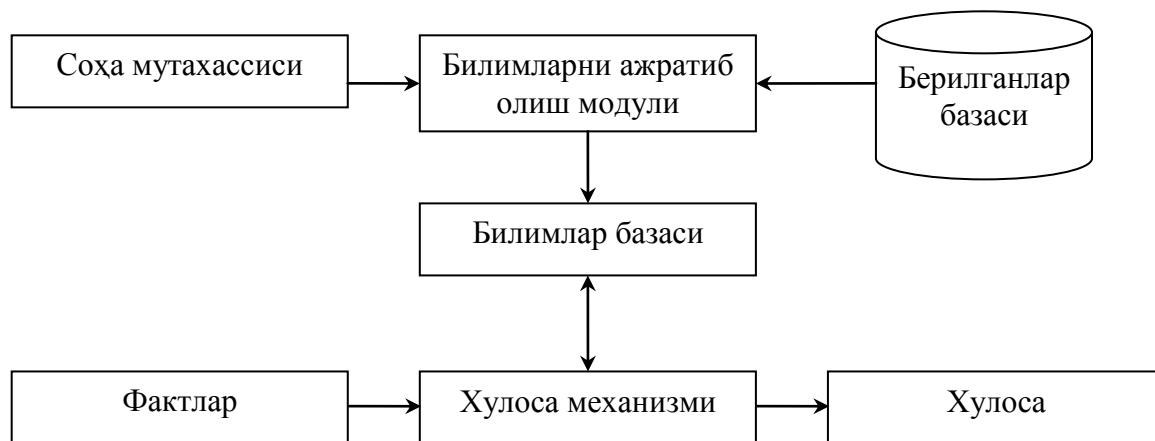
шакллантирилади. Формаллашмаган билимлар одатда китоблар ёки қўлланмаларга уларнинг конкретлик, субъективлик ва тақрибий хусусиятга эга эканлиги сабабли китобларга ва қўлланмаларга тушмайди. Бу тоифадаги билимлар мутахассиснинг кўп йиллик иш фаолияти ва интуициясининг умумлашининг натижасидир. Улар, асосан эмпирик усуллар ва қоидалар кўринишида бўлади. Одатда формаллашмаган масалалар тўлиқмас, бир қийматликка эга эмас ва бири иккинчисини инкор қиладиган билимларга эга бўлади.

Анъанавий программалашда программа маҳсулотини яратишда алгоритмлар, яъни формаллашган билимлар ишлатилади. Билимларга асосланган тизимлар, хусусан эксперт тизимлари программалашга бўлган анъанавий ёндошувни инкор қилмайди в унинг ўрнини босмайди. Уларнинг анъанавий программалашдан фарқи – улар формаллашмайдиган ёки қийин формаллашувчи масалаларни ечишга мўлжалланган.

Билимларга асосланган тизимларда конкрет предмет соҳасидаги муаммони ечиш қоидалари (эвристикалар) билимлар базасида сақланади. Тизим олдида муаммо фактлар мажмуаси кўринишида қўйилади ва тизим шу фактлар асосида билимлар базасидан хулоса чиқаришга ҳаракат қилади. Эвристикалар - хулоса қоидалари бўлиб, улар маълум фактлар асосида ечимни топишга хизмат қилади.

Масалан, тиббий ташҳис қўйиш вақтида бемор ҳақида қуйидаги фактлар маълум: юқори ҳарорат, кўз ёшланиши, бош оғриғи. Бу фактлар бўйича врач беморни грипп касали деб ташҳис қўяди.





1.1-расм. Билимларга асосланган тизимларнинг амал қилиш схемаси

**Билимлар базаси.** Билимлар базаси билимга асосланган тизимларнинг муҳим таркибий қисми ҳисобланади. Билимлар базаси фактлар ва қоидалардан иборат бўлиб, улар бўйича киритилган маълумотларга боғлиқ равишда у ёки бу қарорлар қабул қилинади. Фактлар бу- қисқа муддатли маълумотлар бўлиб, улар масалани ечиш жараёнида ўзгариши мумкин. Қоидалар эса узоқ муддатли, қандай қилиб мавжуд берилганлардан янги фактлар ва гипотезаларни келтириб чиқариш ҳақидаги маълумотлар ҳисобланади. Билимлар базасининг берилганлар базасини қайта ишлаш методикасидан фарқи шундаки, ундаги ижодий имкониятларнинг мавжудлигида. Берилган базасидаги фактлар одатда пасив бўлади: улар базада мавжуд ёки йўқ. Билимлар базаси фаол бўлиб, етишмаётган маълумотларни келтириб чиқаришга ҳаракат қилади. Билимларни тасвирлашнинг «агар...у ҳолда...» форматидаги қоидалар кўриниши кенг тарқалган, лекин у ягона эмас. Бу мақсадда билимга асосланган тизимлар семантик тўр, фреймлар, нейрон тўрлари, предикат ҳисоби ва бошқа моделлардан ҳам фойдаланилади. Билимларни тасвирлашда қандайдир

даражасида бу моделлар ўзаро эквивалентдир. У ёки бу тасвирлаш моделини танлаш ечилаётган масала турига ва предмет соҳанинг ўзига хослиги билан аниқланади. Билимлар базасидаги аксарият қоидалар предмет соҳа мутахассисларининг тажрибасига таянган эвристик қоидалар бўлади. Агар алгоритмик усул коррект ва оптимал ечим кафолатини берса, бунга қарама-қарши равишда эвристик усуллар кўп ҳолларда мақбул ечим беради. Билимлар базаси мантиқий хулоса механизми учун берилганларнинг кириш оқими ҳисобланади.

**Мантиқий хулоса механизми.** Мантиқий хулоса механизмига ечимни излаш жараёни ҳақидаги умумий билимлар дейилади. У иккита асосий функцияни бажаради:

- 1) бошланғич маълумотларни ва билимлар базасини таҳлил қилиш асосида билимлар базасини ўзгартириш ва тўлдириш;
- 2) билимлар базасидаги қоидаларни қайта ишлашни бошқариш.

Агар билимлар базаси предмет соҳа ҳақидаги юқори сифатли билимларга эга бўлса, мантиқий хулоса механизми бу билимлардан қандай қилиб самарали фойдаланиш маълумотларини ўз ичига олади. Агар билимларга асосланган тизимларни яратиш жараёнида билимлар базаси нисбатан содда шакллантирилган бўлса, мантиқий хулоса стратегиясини танлаш жуда қийин масала ҳисобланади. Бу ҳолат мантиқий хулосани ташкил қилишнинг содда ва умумий усули йўқлиги, унинг предмет соҳанинг ўзига хослигига ва билимлар базасида предмет соҳа ҳақидаги билимларни қай даражада структуралашган ва уюштирилганлиги билан боғлиқдир.

Мантиқий хулоса механизми такрор равишда амал қилади.

Такрорлашнинг ҳар бир қадамида қуйидаги масалаларни ечади:

*Мос қўйиш* – қонданинг шарт қисмларини бошланғич берилганлар ва билимлар базасидаги фактлар билан солиштириш;

*Танлаш* - агар шарт қисми рост бўлган қондалар тўплами мавжуд бўлса, ишга тушириш учун уларнинг бирортасини танлаш;

*Амал қилиш* – қоида ишга тушганда қандайдир амални бажариш. Одатда бу амал қандайдир процедуравий амални бажаришни ва билимлар базасини ўзгартиришни англатади.

Шундай қилиб, ҳар бир такрорлаш қадами кетма-кет равишда барча қондаларни қараб чиқади ва уларнинг шарт қисмларини шарт қисмларини бошланғич берилганлар ва билимлар базасидаги фактлар билан солиштиради. Агар шарт қисмлари бажарилган қондалар бир нечта бўлса, қондаларнинг конфликтлик тўплами юзага келади ва қандайдир критерия асосида улардан биттаси танланади, ишга туширилади ва мос амал бажарилади.

Мантиқий хулосанинг иккита асосий стратегияси мавжуд [3,8]:

1. *Тўғри хулоса занжири*. Бу хулоса стратегиясида бошланғич берилганлар билимлар базасидаги фактлар ва қондалар билан мос қўйиш орқали натижалар олинади;

2. *Тесқари хулоса занжири*. Олдин қандайдир гипотеза илгари сурилади ва билимла базасини таҳлил қилиш орқали, олинган натижаларни

бошланғич берилганлар билан таққослаш орқали бу гипотезанинг тасдиғи изланди. Агар гипотеза тасдиқланмаса, янги ечим изланади.

Тўғри ва тескари хулоса занжирлари амалга оширилган билимларга асосланган тизимлар юқори баҳоланади.

**Билимларни ажратиб олиш модули.** билимларга асосланган тизимларнинг муҳим тақрибий қисмларидан бири – бу билимларни ажратиб олиш модулидир. Унинг асосий вазифаси – эксперт билимларини тақдим этиш, компьютер тизимида фойдаланишга яроқли кўринишида структуралаш. Энг содда ҳолда бундай модул сифатида қоидаларни тизим файлига киритувчи оддий матн таҳрирлари бўлиши мумкин.

Айрим тизимларда билимларни ажратиб олиш бир эмас, бир нечта йўллар билан амалга оширилади, масалан, билимнинг бир қисми билимни тавсифловчи грамматикани таҳлил қилиш орқали олинади (бу грамматика билимни тасвирлаш шаклини беради); бошқа билимлар графика кўринишида бўлиши мумкин ва уларни ажратиб олиш учун махсус прорама воситалари талаб қилади (масалан, графика кўринишида электр схемалар берилиши мумкин); ва ниҳоят, шундай билимлар бўлиши мумкинки, улар тизим томонидан ишлатилмайди, лекин зарур бўлганда диалог усулида киритилиши мумкин.

Билимларни ажратиб олиш модули энг кўп меҳнат талаб қиладиган ва қиммат ҳисобланади.

## 1.2. Қатъиймас мантиқ тизимлари

Анъанавий БАТларда мантикий хулоса жараёнида маълумотлар (фактлар) қийматлари қатъий ҳисобланади, яъни улар рост (1) ёки ёлғон (0) деб қабул қилинади. Лекин ҳаётда ҳеч нарса қатъий эмас, аксарият ҳолатларж бирор нарсалар тўғрисидаги мулоҳазаларимиз 100% ишончли бўлмайди. Мулоҳазалар қатъий бўлмаган мантиққа асосланган тизимлар айти шундай билимлар билан ишлашга мўлжалланган.

Биринчи бўлиб “қатъиймас мантиқ” (“*fuzzy logic*”) тушунчаси Л. Заде томонидан таклиф қилинган [9]. У характеристик функция (элементнинг тўпламга тегишлилик функцияси) 0 ва 1 дан ташқари, шу сонлар орасидаги касрлар қийматларини қабул қилиши мумкин деб ҳисоблаган ҳолда анъанавий кантор тўплами тушунчасини кенгайтирди. Бундан ташқари қатъиймас тўпламлар устида бир қатор амалларни аниқлади ва барчага маълум бўлган *modus ponens* ва *modus tollens* мантикий хулосаларни умумлаштирди. Кейинчалик, қиймат сифатида қатъиймас мантиқ тўпламини қабул қилувчи лингвистик ўзгарувчилар тушунчасини киритди.

**Қатъиймас мантиқ.** Фараз қилайлик,  $E$ -универсал тўплам,  $x - E$  тўплам элементи,  $R$ - қандайдир хосса.  $E$  тўпламнинг элементлари  $R$  хоссани қаноатлантирувчи оддий (қатъий)  $A$  тўплам остиси қуйидаги тартибланган жуфтликлар тўплами сифати кўринишида аниқланади

$$A = \{\mu_A(x)/x\}.$$

Бу ерда  $\mu_A(x)$  - характеристик функция бўлиб, у 1 қийматини қабул қилади, агар  $x$  элемент  $R$  хоссасини қаноатлантирса, акс ҳолда 0.

Қатъиймас тўплам остисининг оддий тўплам остисидан фарқи шундаки,  $E$  тўпламга тегишли  $x$  элемент учун  $R$  хоссасини қаноатлантирига бир қийматли “ҳа-йўқ” жавобини бериш имкони йўқ. Шу сабабли,  $\mu_A(x)$  - характеристик функция қандайдир тартибланган  $M$  тўпламда қиймат қабул қилади деб ҳисобланади (масалан,  $M = [0,1]$ ) ва у тегишлилик функцияси деб номланади. Тегишлилик функцияси  $x$  элементнинг  $A$  тўплам остисига қай даражада тегишли эканлигини кўрсатади.  $M$  тўплам тегишлилик тўплами дейилади. Агар  $M = \{0,1\}$  бўлса,  $A$  оддий тўплам остисига айланади.

**Тегишлилик функциясини қуриш усуллари.** Тегишлилик функциялари қуришнинг бир қанча усуллари мавжуд. Тўғри усулда соҳа эксперт ҳар бир  $x \in E$  тўплам элементи учун  $\mu_A(x)$  қийматини тўғридан – тўғри беради. Одатда бу усул тегишлилик функцияси тезлик, вақт, масофа, босим, ҳарорат каби ўлчанадиган тушунчалар учун қўлланилганда ишлатилади.

Аксарият масалаларда объектни тавсифловчи аломатлар мажмуаси аниқланади ва уларнинг ҳар бири учун тегишлилик функциясининг 0 ёки 1 кутбий қийматларига мос келувчи қийматлари аниқланади.

Масалан, инсон қиёфасини англаш учун 1.2.1 – жадвалида келтирилган шкалаларни ажратиш мумкин.

1.2.1- жадвал. Инсон қиёфасини англаш шкалалари

Аломат	Аломат номи	0	1
$x_1$	Пешона баландлиги	паст	юқори
$x_2$	Бурун профили	пучуқ	қирғий
$x_3$	Бурун узунлиги	қисқа	уzun

$x_4$	Кўз қийиғи	тор	кенг
$x_5$	Кўз ранги	ёрқин	қорамтир
$x_6$	Ияк шакли	ўткир учли	квадрат
$x_7$	Лаб қалинлиги	юпқа	калин
$x_8$	Юз ранги	қорамтир	ёрқин
$x_9$	Юз контури	овал	квадрат

Юқоридаги жадвал асосида соҳа эксперти конкрет  $A$  қиёфа учун тегишлилик функциясининг  $\{\mu_A(x_1), \mu_A(x_2), \dots, \mu_A(x_9)\}$  векторини шакллантириш орқали  $\mu_A(x) \in [0,1]$  қийматларини беради.

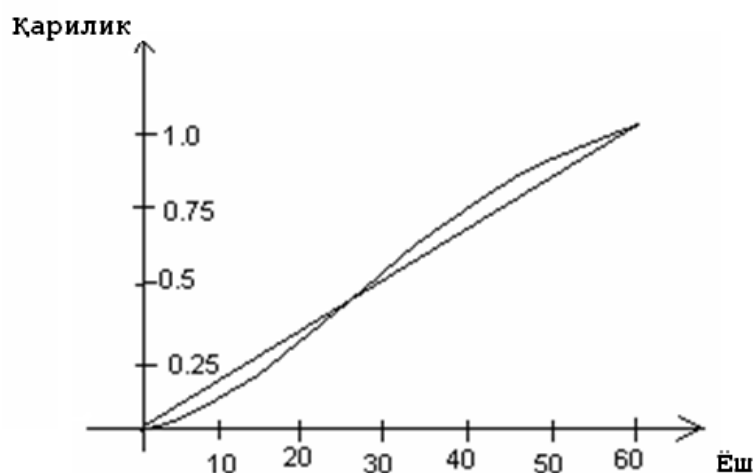
Мулоҳазаларнинг бутун бўлмаган ростлик қийматлари учун  $BA$ ,  $\ddot{EKI}$ ,  $ИНКОР$  амаллари аниклик қийматини қуйидагича аниқланади:

$$P_1 \text{ BA } P_2 = \min(P_1, P_2);$$

$$P_1 \ddot{EKI} P_2 = \max(P_1, P_2);$$

$$ИНКОР P_1 = 1 - P_1.$$

Бирор мулоҳазанинг ростлик қийматини функция орқали бериш мумкин. Мисол учун. “Мени ёшим 36 да. Мен қанчалик қариман”.  $P(\text{қари}(x)) = 0.5, \dots, 0.6 \dots$  бу албатта субъектив баҳо, яъни  $f(\text{ёши}(x)) \rightarrow \text{қари}(x)$  акслантирувчи функция қандай бўлиши керак.



1.2.1-расм. Одам ёшининг “қарилик” тегишлилик функциясининг графиги.

**Қатъиймас ва лингвистик ўзгарувчилар** [25]. Қатъиймас ва лингвистик ўзгарувчилар тушунчалари экспертлар томонидан мураккаб объектлар ва ҳодисаларни тавсифлашда, ҳамда лойиҳалашнинг қийин формаллашувчи босқичларида қарор қабул жараёнини формаллаштириш учун фойдаланилади.

**Қатъиймас ўзгарувчи** деб  $\langle \alpha, X, C_\alpha \rangle$  кўринишидаги объектлар учлигига айтилади. Бу ерда  $\alpha$  - қатъиймас ўзгарувчи номи,  $X = \{x\}$  - унинг аниқланиш соҳаси;  $C_\alpha = \{\langle \mu_\alpha(x)/x \rangle\}$  -  $X$  соҳасида аниқланган қатъиймас мантиқ бўлиб, қатъиймас  $\alpha$  ўзгарувчисининг қабул қилиши мумкин қийматлари чекловини тавсифлайди.

**Лингвистик ўзгарувчилар** – бу  $\langle \beta, T, X, G, M \rangle$  кўринишидаги объектлар бешлигидир. Бу ерда  $\beta$  - лингвистик ўзгарувчи номи;  $T$  - унинг қийматлари тўплами (терм-тўплам),  $X$  – қатъиймас ўзгарувчилар;  $G$  – синтаксис процедура бўлиб,  $T$  терм-тўплам элементлари устида амалларни бажариш имкон беради. Хусусан янги мазмундаги термларни яратиш (одатда  $G$  процедураси таянч  $T$  терм-тўплами, ҳамда *ВА*, *ЁКИ*, *ИНКОР*, *ЖУДА* ва *АНДАК* мантикий амаллари асосида лингвистик ўзгарувчининг янги қийматларини ҳосил қилади),  $M$  – семантик процедура ва у  $G$  процедураси томонидан юзага келтирилган лингвистик ўзгарувчининг ҳар бир янги қийматини мос қатъиймас мантиқни шакллантириш орқали қатъиймас ўзгарувчига айлантиради. Мисол учун, семантик процедуралар қуйидаги кўринишга эга бўлиши мумкин:

$M(C_1 \text{ ЁКИ } C_2) = C_1 \cup C_2$  - қатъиймас тўплamlарни бирлашмаси;



$M(C_1 \text{ ВА } C_2) = C_1 \cap C_2$  - қатъиймас тўпламларни кесишмаси;

$M(\text{ИНКОРС}_1) = \neg C_1$  - қатъиймас тўплам тўлдирувчиси;

$M(\text{ЖУДА } C_1) = \text{CON}(C_1)$  - қатъиймас тўпламнинг концентрацияси;

$M(\text{БИРОЗ } C_1) = \text{DIL}(C_1)$  - қатъиймас тўпламни чўзиш амали.

Янги қиймат ҳосил қилиш  $G$  процедураси  $T$  терм-тўпламига боғлиқ бўлган лингвистик ўзгарувчилар *синтаксис боғлиқ лингвистик ўзгарувчилар* дейилади.

Янги қиймат ҳосил қилиш  $G$  процедураси  $X$  - аниқланиш соҳасига боғлиқ бўлса, бундай ўзгарувчиларга *синтаксис боғлиқмас лингвистик ўзгарувчилар* дейилади.

### 1.3. Билимларни олиш технологиялари

Билимларга асосланган тизимларнинг предмет соҳа бўйича билимларни олиш ва уларни билимлар базасида тасвирлаш биринчи навбатдаги муаммолардан ҳисобланади. Билимларни олиш ва структуралаш масалалари билан шуғулланувчи сунъий интеллект тизимларини яратувчиларга *билимлар инженерии* дейилади.

**Билимлар инженерияси** – бу сунъий интеллект назариясининг битта тармоғи бўлиб, у сунъий интеллект тизимларини яратишдаги билимларни олиш, тасвирлаш ва шакллантириш жараёнлари ва усуллари ўрганади.

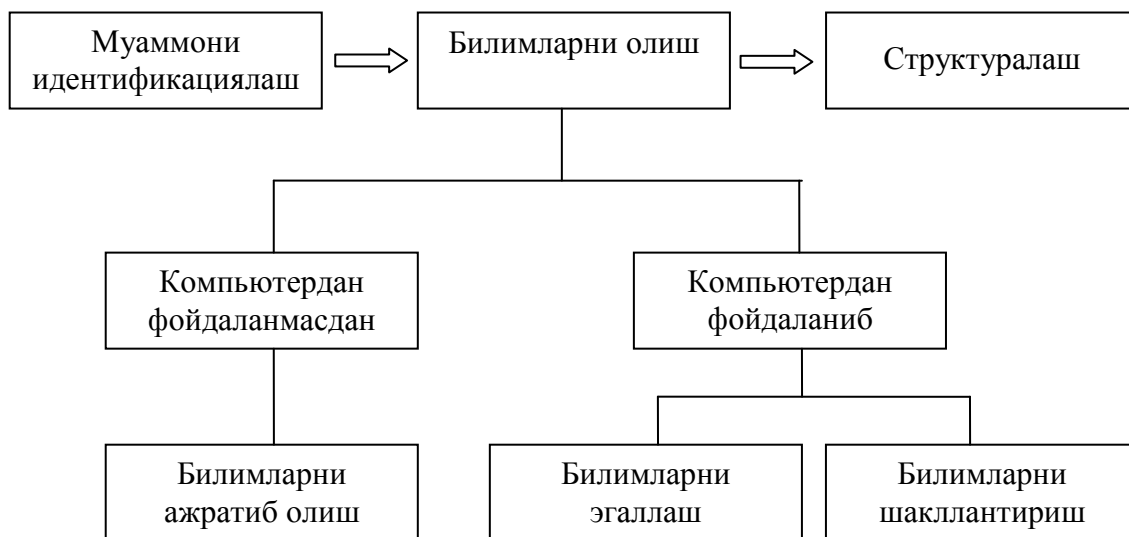
Сунъий интеллект тизимларини яратишда билимларни олиш босқичларини ўтказишнинг учта стратегияни ажратиб кўрсатиш мумкин [6]:

1. *Билимларни эгаллаш* – зарур программа таъминоти бўлганда компьютердан фойдаланиш орқали;

2. *Билимларни шакллантириш* – предмет соҳада бўйича қарор қилиш мисолларининг репрезантив танловлари ва мос тадбиқий программалар мавжуд бўлганда ўрганувчи программалардан фойдаланган ҳолда;

3. *Билимларни ажратиб олиш* – ҳисоблаш техникасидан фойдаланмаган ҳолда, билимлар инженерининг бевосита билим манбаи (соҳа мутахассиси, махсус адабиёт ёки бошқа манбалар) билан бевосита алоқа қилиш орқали.

Билимларни олишдаги “*билимларни шакллантириш*” термини “*машинали ўрганиш*” (*machine larning*) усули деб номланувчи, билимларни автомат равишда билимларни олиш усуллари амалга оширувчи компьютер тизимларини яратиш билан боғлиқ. Бу билимлар инженерияси соҳасидаги истиқболли йўналиш бўлиб, унда ўрганиш жараёнини автомалаштириш орқали тизим мавжуд эмпирик берилганлар асосида “*мустақил*” равишида зарур билимларни шакллантиради деб мўлжал қилинади. Улар соҳа мутахассиси шакллантира олмаган “*янги*” билимларни олишга йўналтирилган.



1.3.1-расм. Билимларни олишнинг учта стратегияси

Ҳозирда берилганлар базасидан билимларни шакллантириш технологияларининг катта спектри мавжуд. Бу технологияларнинг юзага келишида қуйидаги шароитлар турти бўлди [2]:

- компьютер хотирасини кенгайтиши ва тезкорлигини ошиши;
- инсон фаолиятнинг турли соҳаларидаги жуда катта ҳажмдаги берилган базасининг жамланиши (берилганларни йиғишнинг автоматлашуви билан боғлиқ);
- соҳа мутахассисидан билимларни олишнинг қийинчиликлари;
- жуда катта ҳажмдаги берилганларни қайта ишлаш, таҳлил қилиш ва *SQL* - сўровларнинг фойдали маълумотларни ажратиб олишдаги чекланганлиги.

Ҳозирга келиб билимларни шакллантириш технологияси “*берилганлар базасида билимларни кашф қилиш*” (*knowledge discovery in database, KDD*), ёки оддий қилиб “*берилганларни топиш*” (*data mining, DM*) деб аталмоқда.

KDD ошкормас, олддиндан номаълум ва потенциал равишда фойдали маълумотларни берилганлардан ажратиб олишнинг содда бўлмаган жараёнидир. Бундай тизимларга талаб амалий муаммоларни (прогноз, қарор қабул қилиш ва тушунтириш) ечишда илмий назариялар етишмовчилигида ёки улардан фойдаланиш қийинчилик туғдирадиган ҳолатларда юзага келади. Бундан ташқари KDD тизимларидан илмий англашда фойдаланиш мумкин. Компьютер воситасида берилганлар базасидан билимларни топишни илмий кашфиёт билан солиштириш мумкин. Бу парадигмалар ўртасидаги фарқ – бошланғич берилганларнинг мажмуасининг хусусиятларининг фарқи орқали тавсифланади. Алоҳида қайд қилиш керакки, берилган базасидаги берилганлар (медицина, бизнес ва маркетинг берилганлари) атрибутлар паст даражадаги тўлиқлиги, мисоллар (намуналар) камлиги ва хатолар даражасининг юқорилиги билан характерланади.

KDD тизимларидаги берилганларни қайта ишлаш йўлларининг синфларга ажратиш ва тизимлашнинг ягона тамойили кўрсатиш қийин. Ҳозирда ишлатилаётган усулларнинг аксарияти математик статистика, сунъий интеллект (биринчи навбатда - машинали ўрганиш) ва ахборот назариясидан келиб чиққан. Сунъий интеллект усуллари ичидан ечимлар дарахти, мисолларда ўрганиш, нейрон тўрлари ва генетик алгоритмларни алоҳида ажралиб туради. Ўз-ўзидан нейрон тўри яққол ифодаланган ва тушунарли билимларни бермайди. Лекин охирги пайтдаги нейрон тўрларидан билимларни ажратиб олиш усуллари юзага келиши, сунъий нейрон тўри технологияларини *KDD* тизимларида кенг қўллаш имкониятини

берди. Аппарат сифати *KDD* аниқмас мантиқ ва тақрибий тўпламлардан фойдаланади.

Кашф қилинган билимларни асосий турларини кўрсатиш мумкин:

- қўйилган талаб ва чекловларни қаноатлантирувчи паттернлар (қоидалар, формулалар);
- берилганларнинг умумлашган тақдимоти (умумлашган муносабатлар, берилганларни стратификациялаш) ;
- берилганларда акс этган предмет соҳа “*назарияси*”.

Берилганларнинг умумлашган тақдимоти шакли бўйича кутилмаган натижа ҳисобланмайди, бироқ у умумлашган билимни беради ва бошқа билимларни кашф қилишда оралиқ натижа бўлиб хизмат қилиши мумкин.

Умумий ҳолда паттерн берилганлар базасидаги фактлар ўртасидаги муносабатлар тилида ифодаланган тасдиқ кўинишида аниқланади ва қуйидаги қоида кўринишида бўлиши мумкин:

$$P_1 \& P_2 \& \dots P_n \Rightarrow Q_1 \& \dots \& Q_k; [R \text{ кучи билан}],$$

бу ерда  $P_1, \dots, Q_1, \dots$  - берилганлар базаси терминлари.

#### **1.4. Сунъий нейрон тўри технологияси ёрдамида билимларни ажратиб**

##### **олиш**

Сунъий нейрон тўрлари технологиясига асосланган ахборот тизимларида натижавий хулосага қилиш жараёнини тушунтириш механизмини қуриш муҳим масалаостиларидан ҳисобланади. Тажриба берилганлари базасида (танловда) ўргатилган сунъий нейрон тўрининг синаптик вазнларининг сонли қийматларида танловда “яширинган”

ошкормас кўринишдаги билимларни аксланади. Лекин бу қийматлар мажмуасига бир қийматли қатъий изох беришнинг имконияти йўқ. Шу сабабли олинган хулосани ошкор (аналитик) кўринишда тушунтириб бериш қийин бўлади. Бу сунъий нейрон тўрларига асосланган тизимларнинг, тушунтириш блокларини ўз ичига олган анъанавий билимларга асосланган тизимларга нисбатан камчилиги ҳисобланади. Билимларни шакллантириш ва улардан фойдаланишда СНТ ва билимларга асосланган тизимлардан биргаликда ишлатиш зарур бўлади. Бу ҳолда СНТ билимни «қазиб олувчи» ролини бажаради. Билимларга асосланган тизимлар эса бу билимларни «тўпловчи» ҳисобланади ва анъавий мантиқий хулоса механизми ёрдамида уларни қайта ишлайди.

Минимал конфигурацияли СНТ ёрдамида танловдан билимларни ажратиб олишнинг тамойиллари [12-24] мақолаларда кўриб чиқилган. Уларда “кетма-кет ўчириш” процедурасини фойдаланган ҳолда танлов қопламасини қуришнинг турли схемалари қаралган. Бу ишда объектлар сони етарли даражада катта бўлганда генетик алгоритмдан фойдаланган ҳолда минимал конфигурацияли СНТ қуриш масаласи билан қисқача танишиб ўтилган.

Танловни эталон объектлар билан қопламасини қуриш билан минимал конфигурацияли СНТ яратишнинг қуйидаги кўринишдаги масалани ечиш орқали амалга оширилади.

$l$  - та бир-бири билан кесишмайдиган  $K_1, K_2, \dots, K_l$  синфларга ажратилган ўрганиш учун танлаб олинган объектлар тўплами

$E_0 = \{S_1, \dots, S_m\}$  қаралади. Тўпламнинг ҳар бир объекти  $n$  - та аломат билан тавсифланиб, уларнинг  $r$  - таси миқдорий ( $0 \leq r \leq n$ ) ва  $(n - r)$  сифат аломатлар ҳисобланади.

$I$  ва  $J$  мос равишда берилган объектларни тавсифидаги миқдорий ва сифат аломатларнинг номерлари тўплamlари бўлсин.

$S^j \in E_0$  ( $S^j = (x_{j1}, \dots, x_{jn})$ ) объект - танлов эталони бўлиб, унинг миқдорий аломатлар вазни  $w_{jt} = x_{jt} \forall t \in I$  ва  $w_{j0} = -\frac{1}{2} \sum_{t \in I} w_{jt}^2$  кўринишида ҳисобланади.

Вазнларнинг чегаравий қийматлари сифат аломатлар учун умумий бўлиб, куйидагича ҳисобланади:

$$w_{\max} = \max_{S_j \in E_0} (-2w_{j0} / r),$$

$$\lambda_{\max} = \sum_{t=1}^l |K_t| (|K_t| - 1),$$

$$\beta_{\max} = \sum_{t=1}^l |K_t| (m - |K_t|).$$

Бу ерда  $w_{\max}$  - миқдорий аломатларнинг қийматлар бўйича максимал фарқланиши,  $\lambda_{\max}$ ,  $\beta_{\max}$  - мос равишда синфлар ичида яқинлик ва синфлар ташқарисида фарқланишининг максимал қийматлари.  $p$  билан  $c \in J$  аломатнинг градация сонини белгилайлик,  $g_{dc}^t$  -  $K_d$  синфдаги объектларнинг  $c$  аломатининг  $t$  - ( $1 \leq t \leq p$ ) градациясининг миқдорий қиймати. У ҳолда

$$\lambda_c = \sum_{i=1}^l \sum_{t=1}^p g_{ic}^t (g_{ic}^t - 1),$$

$$\beta_c = \sum_{i=1}^l \sum_{t=1}^p \begin{cases} g_{ic}^t (|CK_i| - b_{ic}^t), & g_{ic}^t \neq 0, \\ b_{ic}^t |K_i|, & g_{ic}^t = 0, \end{cases}$$

бу ерда  $b_{ic}^t$  -  $K_i$  синф тўлдирувчиси  $CK_i$  даги  $c$  аломатининг  $t$  градациялар сони. Ҳар бир  $c \in J$  сифат аломатнинг вазни қуйидаги формула ёрдамида аниқланади

$$w_{jc} = \left( \frac{\lambda_c}{\lambda_{\max}} \right) \left( \frac{\beta_c}{\beta_{\max}} \right) w_{\max}.$$

Берилган  $S = (a_1, \dots, a_n)$  объект учун  $S^j \in E_0$  объект-эталон бўйича чегирилган йиғиндиси қуйидагича ҳисобланади:

$$\varphi(S, S^j) = \sum_{i \in I} w_{ji} a_i + \sum_{i \in J, x_{ji} = a_i} w_{ji} + w_{j0}. \quad (1.4.1)$$

“Ғолиб барчасига эга” тамойилига кўра  $S$  объект, объект-эталон бўйича чегирилган йиғинди қайси бир синф вакилида (1.4.1) максимал қийматга эга бўлса, объект шу синфга тегишли бўлади.

Танловнинг минимал қопламалар масаласи ечиш орқали минимал конфигурацияли нейрон тўрларини синтез қилиш масаласи –  $E_0$  берилганларининг  $\Pi_j = \{S_1, \dots, S_\alpha\}$ ,  $\alpha \leq m$ ,  $\Pi_j \in E_0$ ,  $j = 1, 2, \dots$  кўринишидаги объект-эталонлар тўпламларини топиш орқали ечилди.  $\Pi_j$  қопламанинг таркиби  $E_0$  танловдан “кетма-кет ўчириш” процедурасидаги номзод-объектларни ўчириш тартибига боғлиқ бўлади.

Бошланғич ва жуфтлик комбинацияларидан ҳосил бўлган миқдорий ва сифат аломатларнинг номерларини мос равишда  $I^*, J^*$  тўплами орқали



белгилайлик. Айтайлик,  $\Pi_j \in E_0$  қопламанинг объектлари  $I^* \cup J^*$  аломатлари ёрдамида берилган бўлсин,  $|I^*| + |J^*| = \delta$ .

Сифат аломатлари тўпламида уч ўзгарувчи функция киритилади:

$$f(r, a, b) = \begin{cases} \xi, & a = \otimes \text{ ёки } b = \otimes, \\ 0, & a \neq b, \\ 1, & a = b, \end{cases}$$

бу ерда  $\xi$  -  $K_d$  ва  $S^r \in (K_d \cap \Pi_j)$  синфдаги сифат аломат градациясининг бир жинслилик даражаси,  $a, b$  - градация қийматлари,  $\otimes$  – берилмаган қиймат коди.

Ихтиёрий, мумкин бўлган  $S = (b_1, \dots, b_n)$  объектнинг  $\Pi_j$  бўйича  $K_1, \dots, K_l$  синфларга тегишли эканлигини аниқлаш учун  $(b_1, \dots, b_n) \rightarrow (y_1, \dots, y_\delta)$  акслантириш қилинади ва

$$\varphi(S^r, S) = \sum_{i \in I^*} w_{ri} y_i + \sum_{i \in J^*} f(r, x_{ri}, y_i) w_{ri} + w_{r0} \quad (1.4.2)$$

ҳисобланади, бу ерда  $\{w_{r0}, w_{r1}, \dots, w_{r\delta}\}$   $S^r = (x_{r1}, \dots, x_{r\delta})$  объект-эталон бўйича аниқланган тўр нейронларининг вазнлари.  $S$  объект тешишли синф номери  $\Pi_j$  да (1.4.2) нинг қиймати бўйича “*золиб барчасига эга*” тамойили бўйича аниқланади.

Аломатнинг  $(c \in J^*)$  градациялар сонини  $p$  билан белгилаймиз,  $g_{dc}^t, \overline{g_{dc}^t}$  -  $K_d$  синф ва унинг тўлдирувчиси -  $CK_d$  даги объектлар тавсифидаги  $c$ -аломатнинг  $t$  ( $1 \leq t \leq p$ )- градациялар сони,  $\theta_{dc}, \overline{\theta_{dc}}$  -  $K_d$  ва  $CK_d$  синфлар бўйича мос равишда  $c$ - аломатининг мавжуд (тушириб қолдирилмаган)

қийматлар сони,  $l_{dc}, \overline{l_{dc}}$  -  $K_d$  ва  $CK_d$  синфлар бўйича мос равишда  $c$ -аломатининг градациялар сони.  $K_d$  ва унинг тўлдирувчиси  $CK_d$  даги  $c$  аломат бўйича синфлар ўртасидаги фарқланиш қуйидагича аниқланади:

$$\lambda_{dc} = 1 - \frac{\sum_{t=1}^p g_{dc}^t \overline{g_{dc}^t}}{\theta_{dc} \overline{\theta_{dc}}} . \quad (1.4.3)$$

Бу формулада ва кейинчалик  $\theta_{ic} > l_{ic} \forall i \in \{1, \dots, l\}$  шартининг бажарилиши назарда тутилади.

$K_d$  синф учун  $c$ -аломат градациялари қийматларининг биржинслилик даражаси -  $\beta_{dc}$  (синфлар ичидаги яқинлик ўлчови) қуйидаги формулалар ёрдамида ҳисобланади:

$$D_c = \begin{cases} (\theta_{dc} - l_{dc} + 1)(\theta_{dc} - l_{dc}), & p > l, \\ \theta_{dc}(\theta_{dc} - 1), & p \leq l; \end{cases}$$

$$\beta_{dc} = \frac{\sum_{t=1}^{l_{dc}} g_{dc}^t (g_{dc}^t - 1)}{D_c} . \quad (1.4.4)$$

Юқорида келтирилган (1.4.3), (1.4.4) формулалардан  $c$ -сифат аломатининг ҳар бир синфдаги “индивидуал” вазнини  $w_{rc} = \lambda_{dc} \beta_{dc}$  формула бўйича аниқлаш имконияти туғилди.

Билимлар манбаи сифатида қўйидагиларни ишлатиш мумкин:

- ўрганиш танловининг эталон объектлари билан қопламалари тўпламлари устида  $\cup$  ва  $\cap$  амаллари натижалари;
- миқдорий ва сифат аломатларининг синфларга ажратишидаги улиши;
- СНТ нинг нейронларнинг бир бир қисмини йўқотгандаги тўрғунлиги;

- танловнинг барча объектларини тавсифлайдиган эталонларнинг минимал тўплами.

Аниқланган билимларга СНТ ишини талқин қилиш учун қатъиймас мантиқ формал аппаратини қўллаш мумкин.

## **2-боб. Умумлашган кўрсаткичларни ҳисоблаш усуллари**

### **таҳлили**

#### **2.1. Умумлашган кўрсаткичлар ва уларнинг қўлланишлари**

Кўп ўлчамли, мураккаб ҳодисалар ва жараёнларнинг тадқиқ қилишда долзарб муаммолардан бири – бу шу жараёнларни тавсифловчи кўрсаткичлар комплекси бўйича жамловчи, умумлашган баҳоларини қуришдир. Умумлашган кўрсаткичлар асосида корхоналар ва ташкилотларни бошқариш, уларни молиявий барқарорлигини баҳолаш, шахснинг психологик ҳолатини баҳолаш, беморнинг касаллик даражасини аниқлаш ва шу каби бошқа масалаларни ечишда қўлланиши мумкин.

Умумлашган кўрсаткичларни қуришнинг турли хил йўллари мавжуд. Шулардан айримларини келтирамиз.

**Эксперт баҳолари усули.** Муаммонинг фавқулотда мураккаблиги, унинг янгилиги, мавжуд маълумотларнинг етарли эмаслиги, қарор қабул қилишнинг математик формаллашнинг имконияти йўқлиги сабабли муаммони жуда яхши биладиган малакали мутахассислар – экспертлар тавсияларига мурожаат қилишга тўғри келади. Уларнинг масалани ечиши, асослаши, миқдорий баҳоларни шакллантириши ва охиригиларини формал усуллар билан қайта ишлашига эксперт баҳолари усули дейилади.

Олинадиган эксперт баҳоларнинг сифати маълум даражада экспертизага тайёргарлик, ҳамда экспертлардан олинадиган маълумотларни қайта ишлашда қўлланиладиган усуллар билан аниқланади.

Экспертизага тайёргарлик ва ўтказишнинг ягона қоидалари йўқ. Лекин унинг асосий босқичларини ажратиб кўрсатиш мумкин:

- эксперт таҳлил мақсадини шакллантириш;
- экспертизани ўтказувчилар гуруҳини шакллантириш;
- эксперт баҳони ўтказиш амалиётни ишлаб чиқиш;
- экспертларни танлаш;
- эксперт баҳоларини олиш;
- сўровлар натижаларини қайта ишлаш ва олинган маълумотлар таҳлили;
- экспертиза мақсадига эришилганлик даражасини аниқлаш.

Эксперт баҳолашнинг юқорида келтирилган босқичларининг тўлиқ тавсифига тўхтмаган ҳолда эксперт гуруҳлари бўйича тадқиқот объектларнинг умумлашган баҳосини ҳисоблаш усулларини кўрайлик.

Фараз қилайлик экспертлар гуруҳи қандайдир объектни баҳолашди ва  $x_i, i = \overline{1, m}$ ,  $i$ -экспертнинг баҳоси,  $m$ -экспертлар сони. Одатда экспертлар гуруҳининг умумлашаг баҳосини шакллантириш учун ўртача миқдордан фойдаланишади. Масалан, медиана ( $M_E$ ), унинг учун шундай баҳо олинадики, бу баҳога нисбатан катта баҳолар сони кичик баҳолар сонига тенг бўлади. Худди шундай экспертлар гуруҳи учун ўрта арифметик қиймат сифатида ҳисобланувчи

$$\bar{x}_3 = \frac{\sum_{i=1}^m x_i}{m}$$

нуқтавий баҳони ҳам ишлатиш мумкин.

**Балансланган кўрсаткичлар тизими** [39]. Тизимда энг муҳим ва жамловчи кўрсаткичларни биринчи ўринга чиқаришга ҳаракат қилинади. Ҳодиса ёки жараённинг балансланган кўрсаткичлари асосида унинг умумлашган баҳосини бериш бир нечта босқичларда амалга оширилади:

1. Кўрсаткичларни, улар муҳимлигини камайиши бўйича тартибланади;
2. Эксперт сўровлар асосида кўрсаткич чегараларини аниқланади.

Масалан, 4 та қиймат диапазони (гуруҳларини) ажратиб кўрсатиш мумкин – критик, паст, мақбул ва кутилган. Ҳар бир диапазон ўзининг пастки ва юқори чегараларига эга.

3. Кўрсаткичларнинг баллари аниқланади. Кўрсаткичларни уларнинг муҳимлигини камайиши бўйича тартибига (вазнига) мос баллари аниқланади;

4. Баллар даражалар бўйича тақсимланади. Кўрсаткич учун аниқланган диапазонлар чегараларига мос баллар аниқланади;

5. Баллар ҳисобланади. Ҳисобланган балларнинг мос кўрсаткичлар учун аниқланган гуруҳнинг қайси бирига тушиши аниқланади;

6. Берилганлар умумлаштирилади. Юқори босқичларлар натижалари бўйича ҳодиса ёки жараён ҳақидаги хулосалар қилинади. Умумлаштирувчи хусусиятни ўзида ифодаловчи кўрсаткичлар гуруҳлари бўйича ўрта арифметиклар топилади.

Келтирилган усул кўрсаткичнинг ўлчов бирлигига ва унинг кийматининг дисперсиясига боғлиқ эмас. Усулнинг самарадорлиги кўрсаткичнинг у ёки бу гуруҳга тегишлигининг қай даражада асосланганлигига боғлиқ бўлади.

**Рейтинг баҳолаш.** Ушбу усул корхонанинг молиявий ҳолатини умумлашган баҳосини бериш учун қўлланилган [10]. Корхонанинг молиявий ҳолати унинг рақобатга бардошлиги, ҳамда унинг иш бўйича ҳамкорлик қилиш потенциали билан аниқланади ва ўзаро иқтисодий муносабатлардаги (корхона ва унинг шериклари) барча иштирокчилар манфаатини амалга ошириш кафолати ҳисобланади. Шу сабабли молиявий ҳолат нафақат сифат томондан тавсифланиб қолмасдан, ўзининг миқдорий ўлчамига эга бўлиши керак. Охирги талаб корхонанининг молиявий ҳолатини рейтинг баҳосини бериш орқали амалга оширилади.

*Рейтинг* - бу тармоқдаги, ҳудуддаги ёки ўзаро рақабатдош бир нечта корхоналар фаолиятини қиёсий баҳолаш усулидир. Рейтинг асосида ўзида корхонанинг молиявий ҳолатини акслантирувчи кўрсаткичлар тизими бўйича корхонанинг умумлашган хусусияти ётади. Якуний рейтинг баҳо ўзида корхонани энг яхши кўрсаткичга эга, шартли равишда эталон сифатида олинган корхона билан молиявий ҳолатнинг ҳар бир кўрсаткичи бўйича таққослаш натижаларини ўзида акслантиради. Бу ерда ҳисоблашнинг таянчи сифатида соҳа экспертларининг у ёки бу кўрсаткичлар ва улар динамикаси бўйича субъектив тахминлари эмас, балки айти шу вақтда юзага келган реал

қийматлар ҳисобланади. Таққослаш эталони сифатида барча кўрсаткичлари энг яхши бўлган энг омадли рақобатчи модели ҳисобланади.

Умумий кўринишда рейтингли баҳолаш алгоритмини қуйидаги ҳаракатлар кетма-кетлигида амалга оширилади.

Кўрсаткичларни танлаш, асослаш ва уларни ҳисоблаш усулини аниқлаштириш.

Кўрсаткичларни  $a_{i,j}$  матрица кўринишида тасвирлаш, бу ерда сатрлар бўйича кўрсаткичлар ёзилади ( $i = \overline{1, n}$ ), устунларда эса корхоналар тартиб номерлари ( $j = \overline{1, m}$ ).

Ҳар бир кўрсаткич бўйича максимал қиймат топилади ва шартли равишда эталон корхонанинг ( $m+1$ ) устунига ёзилади.

Матрицанинг бошланғич ҳар бир кўрсаткичи эталон корхонанинг мос кўрсаткичига нисбатан қуйидаги формула ёрдамида стандартлаштирилади:

$$x_{i,j} = \frac{a_{i,j}}{\max\{a_{i,j}\}},$$

бу ерда  $x_{i,j}$  -  $j$  - корхонанинг стандартлашган  $i$  - кўрсаткичи.

Таҳлил қилинаётган ҳар бир корхонанинг рейтинг баҳоси

$$R_j = \sqrt{(1-x_{1,j})^2 + (1-x_{2,j})^2 + \dots + (1-x_{n,j})^2}$$

формула билан ҳисобланади. Бу ерда  $R_j$  -  $j$  - корхонанинг рейтинг баҳоси.

Корхоналар рейтинг баҳосининг камайиши бўйича тартибланади.

Энг кичик  $R$  эга корхона энг юқори рейтингга эга ҳисобланади.

Келтирилган алгоритмдан ихтиёрий соҳадаги корхоналарни ўзаро солиштиришда, тармоқлараро қиёслашда қўллаш мумкин.

**Потенциаллар назарияси қўллаш.** Ихтиёрий объект кўрсаткичлар мажмуаси билан тавсифланганлиги учун уни кўп ўлчамли динамик объект деб қараш мумкин. Ҳар бир объектнинг ривожланиш жараёнини ўрганишда, унинг кўрсаткичлар комплекси бўйича баҳоланадиган ривожланиш даражасини (потенциалини) аниқлаш ва бу потенциални ўлчаш шкалаларини қуриш алоҳида долзарблик касб этади [36].

Эволюцион жараён объектлар ривожланиш даражасининг ўзгариб туришини тақоза этади. Ҳақиқатдан ҳам, турли ривожланиш даражасига эга бир жинсли объектлар ўзининг ички тузилмасида, ҳамда ташқи муҳитда ўзгаришларни амалга ошириш учун турли хил потенциал ва имкониятларга эга бўлади.

Бу мулоҳазаларга асосланган ҳолда ихтиёрий табиатга эга бўлган объектнинг потенциали тушунчасини умумлаштириш ва қуйидагича таърифлаш мумкин: *“Динамик объект потенциали – бу объектни тасвиқловчи кўрсаткичлар мажмуаси бўйича баҳоланадиган, унинг ривожланиш даражасининг миқдорий ўлчовидир”*.

Табиийки, бу ҳолда потенциални ўлчайдиган аналитик усули учун формал аппарат зарур бўлади. Бошқача айтганда, потенциал ҳисоблайдиган формула зарур бўлади. Математикада потенциал қийматини топадиган функцияларга потенциал функциялар ёки потенциаллар дейилади.

Фараз қилайлик, тадқиқот объекти  $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$  кўрсаткичлар тизими билан тавсифлансин. Кузатувни  $[t_1, t_p]$  вақт оралиғи динамикасида олиб борган ҳолда, бу маълумотларни “*вақт-кўрсаткич*” кўринишидаги массивга



жойлаштириш мумкин. Массивнинг  $x_{i,j}$  элементи – бу  $j$ -кўрсаткичнинг  $t_i$  - вақт моментидаги қиймати.

Потенциални қуриш учун потенциал ташувчисини ёки эталон объектни танлаш зарур бўлади. Бизнинг ҳолда динамикадаги битта объект қаралаётгани учун кўрсаткичларнинг эталон қийматларини аниқлаш зарур бўлади.

Эталон қиймат сифатида уларнинг ўртача қийматларини, норматив қийматлар ёки энг маъқули – мақсад қиймат бўлиб, у қарор қабул қилувчи шахс нуқтаи-назаридан энг эҳши ва бу қийматларга эришиш объектни рақобатбардошлигини, барқарор ривожланишини таъминлайди. Эталон ҳолат сифатида барча кўрсаткичларнинг нол қиймати бўлган ҳолат ҳисобланади. У ҳолда, потенциални белгиловчи шкала тизимнинг нол ҳолатига мос келувчи бошланғич ва тизимнинг мақсад ҳолатини белгиловчи 100 қийматли охири эга деб қаралади.

Таклиф қилинган шкала масштабидаги объект ривожланиш даражаси қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$C(t_i) = \frac{\sum_{j=1}^n \alpha_j \frac{x_{i,j}}{\sigma_j}}{\sum_{j=1}^n \alpha_j \frac{x_j^*}{\sigma_j}}.$$

Бу ерда:

$\sigma_j$  -  $j$ -кўрсаткичнинг ўртача квадрат чекланиши;

$x_j^*$  -  $j$ - кўрсаткичнинг мақсад қиймати;

$$\alpha_i = \frac{Z_j^*}{\sqrt{\sum_{j=1}^n (Z_j^*)^2}} - j - \text{кўрсаткичнинг умумлашган баҳодаги вазни ва } Z_j^* = \frac{x_j}{\sigma_j}.$$

Потенциаллар назариясига асосланган усулнинг ижобий томони шундаки, у қаралаётган масала бўйича мутахассисларнинг субъектив фикрларини минималлашга имкон беради. Улар вазифаси кўрсаткичларнинг эталон қийматларини аниқлаш билан чекланади. Шу билан бирга бу усул объектларнинг (корхоналарнинг) рақобатбардошлиklarининг жамловчи баҳоларини чиқариш ва қиёсий таҳлил ўтказиш имконини беради.

**Шажаравий таҳлил усули** [31]. Усул алгоритми қуйидагилардан иборат. Соҳа мутахассиси (эксперти) объектлар мажмуаси бўйича берилган шкала бўйича ҳар кўрсаткич учун тескари-симметрик матрица куради. Баҳолашда эксперт берилган критерия бўйича иккита объектнинг қиёсий баҳосини фиксирланган шкалада (одатда 1 дан 9 гача) беради. Бунда матрицанинг мос элементи баҳо катталигига тенг бўлган ҳолда, унга симметрик элемент – тескари қийматга эга бўлиши керак.

Худди шу йўл билан кўрсаткичлар учун ҳам уларнинг қиёсий баҳосининг матрицаси курилади. Ушбу матрицанинг хос векторининг компоненталари (энг катта хос сонга мос келувчи) кўрсаткичлар вазнларининг коэффицентлари сифатида ишлатилади. Объектнинг умумлашган баҳоси ҳар бир кўрсаткич бўйича объектларни баҳолаш матрицасини кўрсаткичлар вазнларининг векторига кўпайтиришдан ҳосил бўлади.

Фараз қилайлик,  $n$  та ресурс  $m$  кўрсаткич бўйича  $p$  та эксперт томонидан баҳоланади. Объектларнинг умумлашган баҳосини олиш учун куйидаги алгоритм ишлатилади:

1. Ҳар бир эксперт ҳар бир кўрсаткич учун объектларни ўзаро жуфт таққослаш асосида тескари-симметрик  $A^{i,k}, i = \overline{1..m}, k = \overline{1..p}$  матрица қуради;

2. Матрицаларнинг максимал хос сонлари  $\lambda_{i,k}$  ва мос равишда уларнинг  $X^{i,k}$  хос векторлар аниқланади;

3. Экспертлар баҳоларини ўзаро мослаштириш даражаси  $v_k^i = \frac{1}{\lambda_{i,k} - n + 1 / (n - 1)}$  инобатга олинган ҳолда  $V^i$  - вазн коэффициентлари ҳисобланади;

4. Хос векторлар матрицаси  $X^{i,k}$  коэффициентлар йиғиндиси бўйича нормаланган  $V^i$  векторга кўпайтирилади. Ҳосил бўлган  $Z^i$  векторнинг компоненталари объектларнинг  $i$  -критерия бўйича умумий (экспертлар тўплами бўйича ўртача) баҳоси ҳисобланади;

5. Худди шу усулда (1-4 пунктларга мос равишда) кўрсаткичлар вазн коэффициентларининг экспертлар тўплами бўйича ўртача қийматларидан ташкил топган  $U$  вектори ҳисобланади;

6.  $Z^i$  векторларидан ташкил топган матрица нормаланган  $U$  кўпайтирилади ва ҳосил бўлган вектор объектларнинг умумлашган баҳоси ҳисобланади.

Ушбу алгоритм бўйича олинган умумлашган баҳолар танланган кўрсаткичлар бўйича объектларни тартиблаш ва конкрет талабга (ҳолатга) мос объектни танлаш имконини беради.

**Пропорционаллик усуллар.** Бу усулларда объектни тавсифловчи кўрсаткичлар ўртасидаги чизиқли муносабатлар (тўғри ва тескари пропорциялар) асос қилиб олинади. Мисол тариқасида [30] келтирилган танланган ҳудуднинг вақт оралиғидаги аҳоли саломатлигини АСИ (“аҳоли саломатлиги индекси”) умумлашган кўрсаткич бўйича баҳолаш қаралади. Ушбу моделда АСИ сифатида қуйидаги ифода билан ҳисобланадиган катталиқ қабул қилинади:

$$АСИ = C + C \frac{A - B}{A + B} = 2C - C \frac{2B}{A + B},$$

$$\text{бу ерда } A = N_{mг} + K_{mг}, B = \frac{N_{\acute{o}к} K_{\acute{o}к}}{Q_{\acute{o}к}} + \frac{N_{\acute{y}кк} K_{\acute{y}кк}}{Q_{\acute{y}кк}} + N_{и\grave{y}} K_{и\grave{y}}.$$

Ифодада келтирилган параметрлар қуйидаги мазмунга эга:

$N_{mг}$  - тирик туғилган гўдаклар сони;

$K_{mг}$  - тирик туғилган гўдак муҳимлигини аниқловчи вазн коэффициенти;

$N_{\acute{o}к}$  - ёш болаларнинг умумий касалланиши (қайд қилинган);

$K_{\acute{o}к}$  - ёш болалар умумий касаллигининг муҳимлик даражасини аниқловчи вазн коэффициенти;

$Q_{\acute{o}к}$  - ёш болалар касалликларини қайд қилиш қамровинининг нисбий катталиги;

$N_{\acute{y}кк}$  - ўсмирлар ва катталар умумий касалланиши (қайд қилинган);

$K_{\dot{y}kk}$  - ўсмирлар ва катталар умумий касалланиши муҳимлигини аниқловчи вазн коэффициент;

$Q_{\dot{y}kk}$  - ўсмирлар ва катталар касалликларини қайд қилиш камровинининг нисбий катталиги;

$N_{u\dot{y}}$  - вафот этган индивидуумлар сони;

$K_{u\dot{y}}$  - вафот этган индивидуум муҳимлигини аниқловчи вазн коэффициенти;

$C$  - *АСИ* ўртача қиймати (одатда 0.5 тенг);

Агар  $АСИ = C$  бўлса, бу ҳолат аҳоли саломатлигининг ўртача ҳолати деб номланади. *АСИ* ўртача қиймати аҳолининг туғилиш ҳисобига ўсиши, ҳамда касалланиш ва ўлимлар ҳисобига камайишининг тенглигини англатади.

Танланган аҳоли ҳудудининг  $[T_1, T_n](n > 1)$  йиллар оралиғи учун *АСИ* қийматларини ҳисоблаш орқали мазкур ҳудуддаги аҳоли саломатлигининг динамикасини кузатиш мумкин бўлади.

Илмий тадқиқот натижалари кўрсаткичининг умумлашган баҳосини ҳисоблаш. Ташкилотнинг илмий – техник потенциали унинг олимлари ва мутахассислар меҳнатини натижаси ва, биринчи навбатда, илмий-техник ишланмаларнинг натижавийлиги билан аниқланади. Илмий нашрларга мурожаатларнинг таҳлил натижалари “*самарали меҳнат*” тушунчасини аниқлаб берувчи параметрлардан бири сифатида хизмат қилиши мумкин. Чунки илмий ишга мурожаат, ишнинг кейинги тадқиқотларга таъсирини белгиловчи меъёрдир. Бу меъёрни алоҳида бир олимнинг ёки жамоанинг

таҳли қилинаётган илмий йўналишнинг ривожланишига таъсир қилиш даражасини кўрсатувчи омил деб қараш керак бўлади.

Иш самарадорлигини аниқлаб берувчи параметрлардан яна бири илмий тадқиқот натижаларидан илмий ҳисоботлар ва диссертацияларда қўлланиши (фойдаланганлик) ҳақидаги маълумотлар хизмат қилиши мумкин.

Илмий тадқиқот натижаларига мурожаатлар ва унга бўлган талабларни таҳлили илмий тадқиқот натижаларини баҳолашнинг  $I$  умумлашган кўрсаткичини келтириб чиқариш имконини берди:

$$I = \frac{R_t}{P_t},$$

Бу ерда  $P - t$  вақт оралиғида олинган илмий ишлар натижалари миқдори (ҳисоботлар ва диссертацияларда акс эттирилган),  $R$  - илмий жамоаларнинг  $T$  вақт оралиғидаги нашр қилинган ишларга акс таъсири.

Худди шундай илмий ишларга мурожаатнинг бошқа шакллари учун ҳам умумлашган баҳони келтириб чиқариш мумкин.

## **2.2. Сунъий нейрон тўри технологияси асосида умумлашган баҳони аппроксимация қилиш**

Қаралаётган мавзуда объектнинг синфга тегишлигининг умумлашган баҳосини ҳисоблаш танловдаги синфларга ажратилган объектларнинг мавжуд ва мақсад аломат деб ҳисобланувчи умумлашган баҳоларидан аппроксимация қилинади [15]. Сунъий нейрон тўрлари технологиялари ёрдамида кўп ўзгарувчили узлуксиз функцияларни олдиндан берилган аниқлик билан аппроксимация қилиш масаласи илмий адабиётларда кенг

ёритилган. Шунга қарамасдан бу соҳада ечилмаган муаммолар етарлича. Хусусан тикланаётган функция мураккаблигига боғлиқ равишда нейрон тўри конфигурациясини мослашувини таъминлайдиган қатъий формаллашган процедуралар йўқлигидир. Одатда нейрон тўрининг конфигурацияси тадқиқотчининг интуицияси ва тажрибасидан келиб чиққан ҳолда эвристик йўл билан танланади.

Функцияни аппроксимация қилувчи минимал конфигурацияли бир катламли сунъий нейрон тўри қуриш турли тоифадаги, яъни миқдорий ва сифат аломатларда берилган “*объект-хосса*” танловининг объектлар-эталонлардан ташкил топган локал оптимал қопламисини топиш орқали амалга оширилади. Нейрон тўрини синтез қилишнинг назарий асоси - “*ўқитувчи*” билан синфга ажратиш масаласидир.

Объектлар-эталоналар атрофида (ёки локал соҳаларда) функция аппроксимацияси радиал-базисли активлаштирувчи функциялар ёрдамида амалга оширилади. Маълум усуллардан [4,5,35] фарқли равишда нейрон тўрининг элементлари аломатлар фазосидаги локал соҳалар бўйича нисбатан текис тақсимланади (берилган аниқлик маъносида).

Аппроксимация масаласи икки босқичда қаралади - бошда миқдорий аломатлар фазосида ва кейинчалик миқдорий ва номинал аломатлар фазосида.

Ўлчами  $n+1$  бўлган миқдорий аломатлар билан тавсифланган  $E_0 = \{S_1, \dots, S_m\}$  объектлар тўплами қаралади. Аломатлардан биттаси мақсад аломат (умумлашган кўрсаткич), қолганлари унга боғлиқ деб ҳисобланади.

Мақсад аломат қийматлари тўпламини  $Y$ , боғлиқларини  $X_1, \dots, X_n$  орқали белгилаймиз ва улар ўртасида  $y = f(x_1, \dots, x_n)$  кўринишидаги ошкормас функционал боғлиқлик мавжуд деб ҳисобланади.

Бошланғич  $E_0$  тўпламида синфларнинг объектлар-эталонларидан ташкил топган  $\Pi_j(E_0)$  қопламаси [12] мақолада келтирилган усулларга ўхшаш равишда қурилади. Қоплама қуришдаги  $E_0$  объектларининг синфларга коррект бўлинишига қўшимча шарт сифатида тикланувчи мақсад аломатнинг унинг ҳақиқий қийматидан берилган  $\varepsilon$  катталиқдан кичик бўлиши талаб қилинади.

Айтайлик,  $S^j \in E_0 (S^j = (x_{j1}, \dots, x_{jn}))$  объекти танловнинг эталони бўлсин ва унинг вазнлари  $w_{jt} = x_{jt}$  ва  $w_{j0} = -\frac{1}{2} \sum_{i=1}^n w_{ji}^2$  кўринишида аниқланган бўлсин.

Мақсад аломат қийматини ҳисобловчи сунъий нейрон тўрини синтез қилишда қуйидагилар зарур:

а) тикланувчи  $\bar{y}$  - мақсад аломатни унинг  $y$  ҳақиқий қийматидан мумкин бўлган чекланишининг  $(|y - \bar{y}| < \varepsilon)$  максимал катталиги -  $\varepsilon$  бериш;

б) қандайдир  $P$  қоидага кўра  $E_0$  объектларини  $l$  та ўзаро кесишмайдиган  $K_1, \dots, K_l$  синфларга ажратиш;

в) берилган  $\varepsilon$  қийматини инобатга олган ҳолда  $E_0$  танловнинг объектлар-эталонлар билан қопламасини қуриш.

Объектларни синфларга ажратиш қоидаси  $P$  қуйидагича аниқланиши мумкин: қийматларининг камаймаслиги билан тартибланган  $\{w_{i0}\}, i = \overline{1, m}$



бўйича  $S_i \in E_0$  объектларини  $l$  та тенг бўлақларга бўлинадики, бу бўлақларнинг  $i$  индекс бўйича  $K_1, \dots, K_l$  синфлар объектларини аниқлайди. Шунга ўхшаш мақсад аломат қийматларини  $\{y_i\}$  тартибланиш асосида объектларни синфларга ажратиш мумкин. Умуман олганда турли шартларга кўра бошқа усулларни ҳам қўлланиши мумкин, лекин уларни келтириш шарт деб ҳисобламаймиз.

Ихтиёрий мумкин бўлган  $S = (a_1, \dots, a_n)$  объект учун  $S^j \in E_0$  объект-эталон бўйича ўлчанган йиғиндиси

$$\varphi(S, S^j) = \sum_{i=1}^n w_{ji} a_i + w_{j0} \quad (2.1.1)$$

кўринишида ҳисобланади ва  $S$  объектнинг умумлашган баҳоси ҳисобланадиган, эталон-ғолиб қамраб олган локал соҳани аниқлашга хизмат қилади.

Минимал конфигурацияли сунъий танлашнинг мақсадидаги танловнинг объектлар - эталонлар ташкил топган  $\Pi$  минимал қопламасини куриш “кетма-кет ўчириш” процедураси орқали амалга оширилади. Бошида  $E_0$  объектларининг барчаси  $\Pi$  қоплама эталонлари ҳисобланади, яъни  $\Pi = S_0$ . Агар  $\Pi \setminus S_i$  қоплама учун англаш алгоритми  $S_0$  танловда коррект бўлса (хато қилмаса) ва шундай  $S_j \in \Pi \setminus S_i$ ,  $S_i, S_j \in K_i$  топилса ва  $|y_i - y_j| \leq \varepsilon$  бўлса, у ҳолда  $S_i$  объект  $\Pi$  қопламадан ўчирилади. Агар  $\Pi$  қопламадан ихтиёрий бирорта объект-эталонни ўчириш англаш алгоритмини  $E_0$  танловда хато натижаларга олиб келиши “кетма-кет ўчириш” процедурасини тўхтатиш шарти ҳисобланади.

Қоплама топишнинг “кетма-кет ўчириш” процедураси бажарилиши натижаси - танлов объектларини коррект ажратиш учун етарли минимал сондаги объект-эталонларни ўз ичига олган  $\Pi$  қопламаси ҳисобланади. Маълумки,  $\Pi$  қоплама таркиби ўчириш учун объектлар-номзодларнинг қандай навбатда берилишига ва  $\varepsilon$  чекланиш қийматига боғлиқ бўлади.

Тикланаётган мақсад қиймат аниқлигининг ( $\varepsilon$  қиймати билан бериладиган) ўрганиш танловининг ўлчами ва боғлиқ параметрлар миқдори ўртасидаги муносабати ҳодисаларни пайдо бўлиш частотасини уларнинг эҳтимоллигига тегиш яқинлашиш орқали тадқиқ қилинган [35]. Бу мақсадда  $J_{an} = \{S : (y_i - \bar{y}_i) > \varepsilon\}$  ҳодисалар тизимидан фойдаланилган ( $\bar{y}_i$  - мақсад қийматнинг нейрон тўри орқали аппроксимацияси).

Нейрон тўрининг умумлаштириш қобилиятининг кўрсаткичи сифатида  $\frac{\max_i |\Pi_j(E_0)|}{m}$  муносабатни олиш мумкин. Берилган  $\varepsilon$  аниқлик қийматида бу катталик қанча кичик бўлса, нейрон тўрини ўргатиш алгоритми шунчалик умумлаштириш қобилиятига эга бўлади.

Миқдорий ва номинал аломатлар фазосида мақсад аломатни (умумлашган кўрсаткични) аппроксимация қилишда қуйидаги келишув қабул қилинади:  $Y$  -мақсад аломат қийматлари тўплами миқдорий шкалада ўлчанади,  $X_1, \dots, X_n$  боғлиқ аломатлардан  $r$  таси миқдорий ва  $n-1$  таси номинал. Миқдорий ва номинал аломатлар тўплamlари мос равишда  $I$  ва  $J$  орқали белгиланади.

Сунъий нейрон тўрини синтез қилиш учун турли тоифадаги аломатлар фазосида яқинлик ўлчовини беришнинг ўзига хослиги ўрганувчи танловни синфларга ажратиш имкониятларига маълум бир чекловларни қўяди. Бу ҳолат яқинлик ўлчовини танловни олдиндан синфга ажратилганлигидан келиб чиққан ҳолда аниқланиши билан изоҳланади.

Амалий нуқтаи-назардан турли тоифадаги аломатлар учун  $Y$  мақсад аломатнинг тартибланган чизиқли рўйхати бўйича танловни синфга ажратиш маъқул ҳисобланади.

Турли масштабик миқдорий ўлчамлар билан номинал аломатларнинг синаптик вазнларини ўзаро мослаштириш учун миқдорий аломатлар қийматларини  $[0,1]$  интервалга касрли-чизиқли акслантириш амалга оширилади.

Номинал  $c \in J$  аломат градациялари сонини  $p$  орқали,  $g_{dc}^t, \overline{g_{dc}^t}$  - мос равишда  $K_d$  ва унинг тўлдирувчиси  $CK_d$  синфларидаги объектларни тавсифлашдаги  $c$  аломатнинг  $t(1 \leq t \leq p)$  градацияси қийматларининг миқдори,  $\theta_{dc}, \overline{\theta_{dc}}$  - мос равишда  $K_d$  ва  $CK_d$  синфлардаги  $c$  аломат қийматлари,  $l_{dc}, \overline{l_{dc}}$  - мос равишда  $K_d$  ва  $CK_d$  синфлардаги  $c$  аломат градациялар сони.

Номинал  $c \in J$  аломат бўйича синфлар ўртасидаги фарқланиш катталиги қуйидагича ҳисобланади:

$$\lambda_c = 1 - \frac{\sum_{i=1}^l \sum_{t=1}^p g_{ic}^t \overline{g_{ic}^t}}{\sum_{i=1}^l (\theta_{ic} - l_{ic} + 1)(\overline{\theta_{ic}} + \overline{l_{ic}} + 1) + (\min(l_{ic}, \overline{l_{ic}}) - 1)}. \quad (2.1.2)$$

Номинал  $c \in J$  аломатнинг  $K_d$  синф бўйича бир жинслилик даражаси (синф ичидаги ўхшашлик ўлчови) қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$\beta_{dc} = \frac{\sum_{i=1}^{l_{dc}} g_{dc}^i (g_{dc}^i - 1)}{(\theta_{dc} - l_{dc} + 1)(\theta_{dc} - l_{ic})}. \quad (2.1.3)$$

Юқорида келтирилган формулалар ёрдамида ҳар бир номинал аломатнинг турли синфлардаги “индивидуал” вазнини аниқлаш имконияти юзага келди. Мумкин бўлган  $S^r \in \Pi_j \cap K_d$  объект учун  $c \in J$  аломат вазни  $w_{rc} = \lambda_c \beta_{dc}$  формуласи билан ҳисобланади. Объектнинг миқдорий аломатларининг вазнлари  $w_{ri} = x_{ri}$  ва  $w_{r0} = -\frac{1}{2} \left( \sum_{x_i \in I} w_{ri}^2 + \sum_{x_i \in J} w_{ri} \right)$  кўринишида аниқланади.

Номинал аломатлар тўпламида уч аргументли функция киритилади:

$$z(r, a, b) = \begin{cases} 0, & a \neq b \\ 1, & a = b, \end{cases}$$

бу ерда  $r$  - локал-оптимал қопламадаги  $S^r \in E_0$  объект номери,  $a, b$  - градация кийматлари. Ихтиёрий мумкин бўлган  $S = (b_1, \dots, b_n)$  объект учун локал-оптимал қопламадаги  $S^r = (x_{r1}, \dots, x_{rm})$  объект бўйича ўлчанган йиғинди

$$\varphi(S, S^r) = \sum_{x_i \in I} w_{ri} b_i + \sum_{x_i \in J} z(r, x_{ri}, b_i) + w_{r0}, \quad (2.1.4)$$

кўринишида ҳисобланади. Бу ерда  $\{w_{r0}, w_{r1}, \dots, w_{rm}\}$  -  $S^r$  объект бўйича аниқланадиган нейрон тўрининг вазнлари. Берилган  $\varepsilon$  максимал чекланишда  $\Pi_j$  локал-оптимал қопламанинг объектлари “кетма-кет ўчириш” процедураси орқали танланади (худди фақат миқдорий аломатлар

ҳолатидек). Мумкин бўлган  $S$  объект (нуқта) бўйича функция қийматини аппроксимация қилишнинг локал соҳаси (2.1.4) бўйича максимал қиймат олган “золиб”  $S^r \in \Pi_j$  объект-эталон орқали аниқланади:  $\varphi(S, S^r) = \max_{S^v \in \Pi_j} \varphi(S, S^v)$ .

Мақсад аломатни аппроксимация қилиш учун мисол тариқасида  $e^{-\alpha_r * \varphi(S^r, S)}$  радиал-базисли функция олиш мумкин. Ундаги  $\alpha_r$  қиймати  $y_r - e^{-\alpha_r * \varphi(S^r, S^r)} = 0$  тенгламадан аниқланади.

### **3-боб. Турли тоифадаги аломатлар фазосида умумлашган кўрсаткичларни ҳисоблаш усуллари**

#### **3.1. Умумлашган кўрсаткичларни ҳисоблаш ва чизиқли тартиблаш**

Стандарт равишда қўйилган образларни англаш масаласи қаралади. Иккита ўзаро кесишмайдиган  $K_1, K_2$  синфлар вакиллари  $\xi$  ўз ичига олган  $E_0 = \{S_1, \dots, S_m\}$  объектлар тўплами берилган деб ҳисобланади. Танловнинг мумкин бўлган объекти  $n$  та турли тоифадаги  $X = \{x_1, \dots, x_n\}$  аломатлар (миқдорий ва сифат) билан тавсифланган бўлиб, уларнинг  $\xi$  таси интервалларда ( $I$  тўплам),  $n - \xi$  таси номинал ( $J$  тўплам) ўлчамларда ўлчанади,  $|I| + |J| = n$ . Ўнғайлик учун,  $K_1$  синф вакиллари рўй берган ҳолатлар (ҳолатлар) ва  $K_2$  - рўй бермаган ҳолатлар (но ҳолатлар) деб ҳисоблаймиз.

Икки синфли масала қаралишига сабаблардан бири – ҳар қандай объектнинг умумлашган баҳоси нисбийдир, у қарама-қарши синф объектларига қийслаш натижасида юзага келади. Иккинчидан, ҳар қандай  $k$  ( $k > 2$ ) синфли масалани икки синфли масалалар каскади кўринишида ечиш мумкин.

Танлов объектларинининг тўпламини  $x_j, j \in I$  аломат қийматларининг камаймайдиган (ўсмайдиган) жойлашуви бўйича тартиблаймиз ва уни, ҳар бири номинал аломат градацияси деб ҳисобланувчи  $[c_1, c_2], (c_2, c_3]$  интервалларга бўламиз. Интервал чегараси  $-c_2$  қийматини аниқлаш “*ҳар бир*

интервалда битта синф объектларнинг миқдорий аломатларининг қийматлари жойлашган” тасдиғига таянади.

Айтайлик,  $u_i^1, u_i^2$  - мос равишда  $[c_1, c_2], (c_2, c_3]$  интерваллардаги  $x_j, j \in I$  аломатнинг  $K_i, i = 1, 2$  синфга тегишли қийматлари миқдори,  $p - E_0$  тўпламидаги объектларининг камаймайдиган қилиб тартибланган  $r_{j1}, \dots, r_{jp}, \dots, r_{jm}$  кетма-кетлигидаги интервал чегараси бўлган объектнинг номери, яъни  $c_1 = r_{j1}, c_2 = r_{jp}, c_3 = r_{jm}$ . У ҳолда

$$\left( \frac{\sum_{i=1}^2 u_i^1 (u_i^1 - 1) + u_i^2 (u_i^2 - 1)}{\sum_{i=1}^2 |K_i| (|K_i| - 1)} \right) \left( \frac{\sum_{d=1}^2 \sum_{i=1}^2 u_i^d (|K_{3-i}| - u_{3-i}^d)}{2|K_1||K_2|} \right) \rightarrow \max \quad (3.1.1)$$

критерияси  $[c_1, c_2], (c_2, c_3]$  интервалларининг оптимал чегараларини ҳисоблаш имкониятини беради. (3.1.1) критериясидаги биринчи қавс ичидаги ифода синф ичидаги ўхшашлик, иккинчи қавс ичидаги ифода синфлар орасидаги фарқланиш даражаларидир.

Айтайлик,  $w_k - (1)$  критериянинг  $x_k, k \in I$  аломат бўйича оптимал қиймати,  $c_1^k, c_2^k, c_3^k$  - мос интервал чегаралари ва  $u_{i1}^1, u_{i2}^1$  - мос равишда  $[c_1, c_2]$  интервалидаги  $K_1$  ва  $K_2$  синфларга тегишли аломатларнинг миқдорлари бўлсин.

Миқдорий аломатлар билан тавсифланган мумкин бўлган  $S = (x_1, \dots, x_n)$  объектнинг  $K_1$  синфга тегишлигининг умумлашган баҳосини ҳисоблашда

$$R(S) = \sum_{i=1}^n w_i t_i (x_i - c_2^i) / (c_3^i - c_1^i)$$

функционалидан фойдаланилади.

Бу ерда  $t_i \in \{-1,1\}$  қийматлари

$$\min_{S \in K_1} \{R_{12}(S)\} - \max_{S \in K_2} \{R_{12}(S)\} \rightarrow \max$$

критерияси асосида топилади. Алгоритм итератив жараёнлардан иборат бўлиб, умумлашган баҳосинининг ўсмайдиган тартибидаги танлов объектларининг кетма-кетлигини қуриш ва унда  $t_i$  қийматларини танлаш орқали  $K_1$  ва  $K_2$  синф объектлар жойлашувидаги ўзаро кесишмайдиган бўлакларни ҳосил қилишга ҳаракат қилинади.

Итератив алгоритм:

1.  $R^0 = 0$ ;  $\{t_i = \text{sign}(X)\}, i = \overline{1, N}, X \neq 0$  - тасоддий сон;
2.  $R(S)$  ҳисоблансин.
3.  $R_1(S_a) = \min \{R(S_i), S_i \in K_1\}$ ,  $R_2(S_b) = \max \{R(S_j), S_j \in K_2\}$
4.  $R^1 = R_1(S_a) - R_2(S_b)$ . Агар  $R^1 > 0$  ёки  $R^1 < R^0$  бўлса 7- қадамга ўтилсин.
5.  $R^0 = R^1$ ;
6.  $R(S_a) - R(S_b)$  айирманинг максимал қийматини таъминлайдиган  $\{t_i\}, i = \overline{1, N}$  танлансин ва 2-қадамга ўтилсин.
7. Тамом.

Турли тоифадаги аломатлар фазосида тавсифланган объектлар учун қўшимча равишда номинал аломатлар градацияларини ва вазнларини аниқлаш зарур бўлади.

Номинал  $r, r \in J$  аломат градацияларини  $p$  орқали,  $r$ -аломатнинг  $t$  - градациясининг ( $1 \leq t \leq p$ )  $K_d$  синф объектлари тавсифидаги миқдорини  $g_{dr}^t$  орқали,  $K_d$  синфидаги  $r$ -аломат қийматларининг миқдорини  $\theta_{dr}$  орқали,  $K_d$  синфида мавжуд  $r$ -аломат градациялари сонини  $l_{dr}$  орқали белгилаймиз.



Танлов объектларини  $r$ -аломат бўйича  $K_1$  ва  $K_2$  синфларга ажратилиш катталигини қуйидагича аниқланади:

$$\lambda_r = 1 - \frac{\sum_{t=1}^p g_{1r}^t g_{2r}^t}{|K_1||K_2|} . \quad (3.1.2)$$

Кейинги ҳисоблашлар учун  $\theta_{id} > l_{id}, d=1,2$  шарти доимо ўринли деб ҳисобланади.

Номинал  $r$ - аломат градациялари қийматларининг  $K_1$  ва  $K_2$  синфлар ичидаги бир хиллик даражасини  $\beta_r$  (синф ичидаги ўхшашлик ўлчови) қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$D_{dr} = \begin{cases} (\theta_{dr} - l_{dr} + 1)(\theta_{dr} - l_{dr}), & p > 2 \\ \theta_{dr}(\theta_{dr} - 1), & p \leq 2 \end{cases}$$

$$\beta_r = \frac{\sum_{t=1}^p g_{1r}^t (g_{1r}^t - 1) + g_{2r}^t (g_{2r}^t - 1)}{D_{1r} + D_{2r}} \quad (3.1.3)$$

Келтирилган (3.1.2) ва (3.1.3) формулалар асосида номинал  $r$ - аломат вазнини аниқлаш мумкин:

$$v_r = \lambda_r \beta_r \quad (3.1.4)$$

Миқдорий ва номинал аломатларнинг (3.1.1) ва (3.1. 4) формула бўйича ҳисобланадиган вазнларини  $[0,1]$  оралиқда ётишини текшириш қийинчилик туғдирмайди.

Номинал аломатнинг  $p$  градацияларини белгилашда ишлатиладиган сонлар тўпламини бир қийматли равишда  $\{1, \dots, p\}$  тўпламга бир қийматли акслантириш мумкин. Бу ҳолатни ҳисобга олган ҳолда  $S = (x_1, \dots, x_n)$  объект

учун  $x_i = j, i \in J, j \in \{1, \dots, p\}$  аломатнинг умумлашган баҳога қўшадиган ҳиссасини қуйидаги катталиқ билан аниқлаш мумкин:

$$\mu_i(j) = v_i \left( \frac{\alpha_{ij}^1}{|K_1|} - \frac{\alpha_{ij}^2}{|K_2|} \right), \quad (3.1.5)$$

бу ерда  $\alpha_{ij}^1, \alpha_{ij}^2$  - мос равишда  $K_1$  ва  $K_2$  синфлардаги  $i$ -аломатнинг  $j$ -градацияси қийматларининг миқдори.

Миқдорий ва номинал шкалада аломатлар билан тавсифланувчи  $S_a = (x_{a1}, \dots, x_{an}) \in E_0$  объектнинг умумлашган баҳоси қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$R(S_a) = \sum_{i \in I} w_i t_i (x_{ai} - c_2^i) / (c_3^i - c_1^i) + \sum_{i \in J} \mu_i(x_{ai}). \quad (3.1.6)$$

$E_0$  танловдаги объектлар тавсифи бўйича (3.1.5) орқали олинган баҳоларни  $[0,1]$  интервалга акслантириш орқали бу қийматларни номаник мантиқ терминларида объектларни  $K_1$  тегишлилик функциясининг қиймати сифатида қараш мумкин.

Умумлашган баҳони ҳисоблаш учун ишлатилган формулаларга сифат тушунтиришлар бериш мумкин. Масалан,  $E_0$  танловдаги объектлар учун ҳисобланган (1) критерия қиймати  $K_1$  ва  $K_2$  синфлар чегараларининг “ювилиб кетиши” даражасини кўрсатади. Синфларнинг коррект (хатосиз) ажратиш (1) қиймати 1 тенг бўлганда эришилади.

Ҳисоблаш эксперименти сифатида иккита масала қаралган.

**1-масала.**

Гипертония касаллиги билан боғлиқ 29 та миқдорий аломат билан тавсифланган 36 та касал ( $K_1$  - “ҳолат” синфи) ва 111 та деярли соғлом ( $K_2$  - “но ҳолат” синфи) ҳарбийлар бўйича тиббий берилганлар базаси олинди [82].

Миқдорий  $x_i, i \in I$  аломатларнинг (1) критерия бўйича ҳисобланган  $w_i$  вазни 3.1.1- жадвалда келтирилган.

3.1.1-жадвал. Аломатларнинг қийматларининг интервалларга бўлиниши

Аломат	$c_2$ -қиймати	Оралиқ интерваллари	$w_i$ қиймати
ADS	113	90...140...220	0.903
ADSR	110	70.0...103.33...153.33	0.889
ADPuls	111	20...50...110	0.810
ADD	108	60...85...130	0.752
PLP	103	2.5...3.2...4.3	0.627
Yosh	104	17...44...80	0.607
UPS	111	15.85...35.34...54.76	0.534
KDO	113	74.22...147.4...216.0	0.525
KSR	122	2.7...3.8...4.6	0.524
KSO	122	27.02...61.95...97.34	0.524
KDP	112	3.9...5.4...6.5	0.514
Vazn	92	47...73...114	0.507
Kerde	41	-91.5...-23.1...30.0	0.458
FV	46	0.459...0.592...0.772	0.356
DS	42	23.33...31.07...46.0	0.347
YO	112	44.67...88.55...123.55	0.326
SisPok	112	0.281...0.485...0.6	0.293
K2	104	0.5...0.643...0.731	0.282
K1	107	0.438...0.675...0.933	0.279
MO	83	3.38...5.95...10.18	0.279
QT	95	0.24...0.36...0.44	0.276
Sistola	95	0.24...0.36...0.44	0.276
Diastola	46	0.24...0.42...0.92	0.269
PQ	56	0.12...0.14...0.2	0.267
Bo'y	64	152...171...194	0.253
RR	46	0.60...0.78...1.28	0.253
YCC	46	47...67...100	0.253
SI	87	1.835...3.307...5.887	0.253
QRS	109	0.04...0.08...0.12	0.250

3.1.1-жадвалдан кўриниб турибдики, ADS, ADSr, ADPuls, ADD, PLP, Yosh, UPS, KDO, KSR, KSO, KDP, Vazn, Kerde аломатларда  $K_1$  ва  $K_2$  синфларни ажралиши нисбатан кучли намоён бўлган.

Микдорий аломатларнинг интервалларига кўра (3.1.4) формула бўйича ҳисобланган  $K_1$  ва  $K_2$  синфларни ажратишдаги ҳиссаларининг тартибланган кўриниши 3.1.2-жадвалда келтирилган.

3.1.2-жадвал. Аломатларнинг синфга ажратишдаги ҳиссалари

т/н	Аломат	Аломатнинг синфга ажратишдаги ҳиссаси	т/н	Аломат	Аломатнинг синфга ажратишдаги ҳиссаси
1	ADS	0.961	16	DS	0.270
2	ADSr	0.889	17	K1	0.244
3	ADPuls	0.827	18	FV	0.244
4	KSR	0.760	19	QRS	0.239
5	KSO	0.760	20	K2	0.218
6	ADD	0.719	21	Diastola	0.167
7	KDO	0.573	22	YCC	0.153
8	UPS	0.549	23	RR	0.153
9	KDP	0.545	24	QT	0.149
10	PLP	0.532	25	Sistola	0.149
11	Yosh	0.524	26	PQ	0.116
12	Kerde	0.384	27	MO	0.108
13	YO	0.353	28	SI	0.098
14	Vazn	0.330	29	Bo'y	0.084
15	SisPok	0.320			

3.1.2-жадвал таҳлили шуни кўрсатадики, ADS, ADSr, ADPuls, KSR, KSO, ADD, KDO, UPS, KDP, PLP, Yosh аломатларининг танлов объектларининг синфга ажралишидаги ҳиссалари нисбатан катта.

Танловдаги объектларининг (3.1.5) орқали олинган баҳоларини [0,1] интервалга акслантирилиб, тартибланган рўйхати 3.1.3-жадвалда келтирилган.

3.1.3-жадвал. Объектларнинг  $K_1$  синфга тегишлилик қийматлари

т/н	Объект(синф)	$R(S)$	т/н	Объект(синф)	$R(S)$
1	112 (1)	1.0	75	107 (2)	0.296
2	143 (1)	0.994	76	81 (2)	0.295
3	142 (1)	0.973	77	48 (2)	0.295
4	131 (1)	0.931	78	30 (2)	0.291
5	126 (1)	0.921	79	17 (2)	0.279
6	141 (1)	0.914	80	24 (2)	0.274

7	140 (1)	0.911	81	70 (2)	0.266
8	144 (1)	0.904	82	64 (2)	0.261
9	138 (1)	0.854	83	23 (2)	0.261
10	116 (1)	0.814	84	72 (2)	0.259
11	137 (1)	0.813	85	78 (2)	0.259
12	117 (1)	0.804	86	14 (2)	0.258
13	128 (1)	0.776	87	52 (2)	0.258
14	135 (1)	0.762	88	95 (2)	0.256
15	115 (1)	0.753	89	34 (2)	0.253
16	139 (1)	0.75	90	9 (2)	0.249
17	145 (1)	0.749	91	35 (2)	0.245
18	122 (1)	0.747	92	16 (2)	0.244
19	146 (1)	0.744	93	86 (2)	0.243
20	136 (1)	0.728	94	12 (2)	0.243
21	147 (1)	0.724	95	56 (2)	0.241
22	130 (1)	0.675	96	57 (2)	0.24
23	121 (1)	0.672	97	32 (2)	0.239
24	132 (1)	0.653	98	33 (2)	0.239
25	125 (1)	0.635	99	19 (2)	0.228
26	118 (1)	0.635	100	60 (2)	0.228
27	120 (1)	0.634	101	50 (2)	0.226
28	127 (1)	0.624	102	104 (2)	0.222
29	113 (1)	0.609	103	76 (2)	0.22
30	133 (1)	0.602	104	31 (2)	0.218
31	134 (1)	0.581	105	58 (2)	0.216
32	129 (1)	0.574	106	103 (2)	0.216
33	124 (1)	0.569	107	110 (2)	0.213
34	114 (1)	0.555	108	83 (2)	0.208
35	119 (1)	0.551	109	109 (2)	0.206
36	123 (1)	0.512	110	10 (2)	0.205
37	67 (2)	0.498	111	13 (2)	0.199
38	44 (2)	0.496	112	20 (2)	0.199
39	39 (2)	0.49	113	18 (2)	0.196
40	74 (2)	0.487	114	7 (2)	0.196
41	61 (2)	0.483	115	105 (2)	0.196
42	42 (2)	0.482	116	88 (2)	0.192
43	38 (2)	0.458	117	3 (2)	0.191

44	94 (2)	0.451	118	90 (2)	0.188
45	98 (2)	0.448	119	71 (2)	0.185
46	40 (2)	0.441	120	28 (2)	0.183
47	47 (2)	0.427	121	1 (2)	0.182
48	43 (2)	0.42	122	22 (2)	0.179
49	66 (2)	0.417	123	21 (2)	0.175
50	108 (2)	0.415	124	106 (2)	0.174
51	102 (2)	0.412	125	5 (2)	0.172
52	51 (2)	0.411	126	68 (2)	0.172
53	73 (2)	0.408	127	59 (2)	0.167
54	37 (2)	0.407	128	80 (2)	0.164
55	111 (2)	0.402	129	96 (2)	0.164
56	54 (2)	0.401	130	91 (2)	0.16
57	49 (2)	0.382	131	25 (2)	0.157
58	6 (2)	0.382	132	63 (2)	0.155
59	100 (2)	0.376	133	15 (2)	0.154
60	97 (2)	0.367	134	92 (2)	0.153
61	79 (2)	0.362	135	29 (2)	0.148
62	41 (2)	0.359	136	4 (2)	0.145
63	93 (2)	0.358	137	99 (2)	0.144
64	45 (2)	0.357	138	77 (2)	0.137
65	101 (2)	0.356	139	82 (2)	0.133
66	65 (2)	0.352	140	26 (2)	0.133
67	55 (2)	0.342	141	69 (2)	0.133
68	87 (2)	0.324	142	2 (2)	0.127
69	46 (2)	0.316	143	89 (2)	0.113
70	75 (2)	0.312	144	84 (2)	0.099
71	62 (2)	0.309	145	85 (2)	0.083
72	36 (2)	0.308	146	53 (2)	0.061
73	8 (2)	0.303	147	27 (2)	0.0
74	11 (2)	0.298			

3.1.3-жадвални таҳлил қилиш асосида қуйидаги хулосаларни қилиш

мумкин:

- танловнинг касаллар ( $K_1$  -“*ҳолат*”) синфига тегишли 112, 143, 142, 131, 126, 141, 140, 144, 138, 116, 137, 117 - тартиб номерли объектлари гипертония касаллиги яққол намоён бўлган;

- танловнинг деярли соғломлар ( $K_2$  -“*но ҳолат*”) синфига тегишли 67, 44, 39, 74, 61, 42, 38, 94, 98, 40 - тартиб номерли объектларида гипертония касаллигининг аломатлари мавжуд;

- танловнинг деярли соғломлар ( $K_2$  -“*но ҳолат*”) синфига тегишли 77, 82, 26, 69, 2, 89, 84, 85, 53, 27 - тартиб номерли объектларида гипертония касаллиги нуқтаи-назаридан деярли соғлом.

## ***2-масала.***

Дори воситаларининг VEN гуруҳга тегишлилигининг умумлашган баҳосини ҳисоблаш.

Синфларга ажратилган объектларнинг танланган синфга тегишлилигининг умумлашган баҳосини ҳисоблаш усулидан тиббиёт соҳаси экспертлари томонидан дори-дармонларнинг VEN гуруҳларига ажратиш сифатини аниқлашда фойдаланиш мумкин.

Танлов дори воситаларининг, хусусан бронхиал астма касалини даволашда ишлатиладиган дори-дармонларни уларнинг ҳаётий муҳимлиги ва беморнинг жисмоний фаоллигини яхшиловчи воситалар (Vital – V), зарурий (Essential – E) ва иккинчи даражали (Non-essential – N) таснифлашга мувофиқ эканлигини тиббиёт соҳаси мутахассислари орасида анкета-сўровномага берилган жавоблар асосида шакллантирилди [33,34]. Мазкур ҳисоблаш тажрибасининг мақсади – соҳа мутахассислари томонидан VEN

гуруҳларига ажратилган дори воситаларининг гуруҳларга тегишлигининг умумлашган баҳосини ҳисоблаш орқали дориларни гуруҳларга қайта тақсимлаш ва шу асосда мутахассисларнинг ушбу масаладаги билимларининг чуқурлик даражасини беришдир.

VEN-таҳлил ўтказишда бронхиал астмани даволаш учун истеъмол қилинадиган 102 та дори воситаси танлаб олинди. Анкета сўровномасида 91 та шифокор-экспертлар иштирок этди.

Сўровнома иккита қисмдан иборат бўлиб:

1) Биринчи қисмга жавоб берувчининг индивидуал хусусияти аниқловчи 8 та саволлар жавоб вариантлари билан киради. Ҳар битта жавоб варианты маълум бир баллга эга бўлиб у касалликни даволашда ишлатиладиган дори-дармонларни VEN гуруҳга ажратишда ушбу параметрнинг вазнини ифодалайди. Саволлар, уларнинг жавоб вариантлари ва бронхиал астма учун ушбу вариантларнинг балларининг рўйхати 3.1.4-жадвалда келтирилган.

3.1.4-жадвал. Бронхиал астма касаллигини даволашдаги мутахассиснинг индивидуал вазнлари

№	Мутахассисни тавсифловчи савол	Жавоб вариантлари	Жавоб вариантнинг бали
1	Мутахассислик соҳаси	аллерголог	20
		пульмонолог	15
		терапевт	10
2	Соғлиқни сақлаш тизимидаги иш стажи (йил)	5 гача	1
		5 дан 10 гача	2
		10 дан 20 гача	3
		20 дан 30 гача	4
		30 дан юқори	5
3	Мутахассислик бўйича стажи	5 гача	4



	(йил)	5 дан 10 гача	8
		10 дан 20 гача	12
		20 дан 30 гача	16
		30 дан юкори	20
4	Таснифлаш тоифаси	олий	10
		биринчи	8
		иккинчи	6
		тоифаси йўқ	4
5	Илмий даражаси	тиббиёт фанлари доктори	15
		тиббиёт фанлари номзоди	5
		даражаси йўқ	1
6	Илмий унвони	профессор	20
		доцент	10
		унвони йўқ	1
7	Бронхиал астма билан танишиш даражаси	амалий тажрибага эга	2
		амалий тажриба ва дори воситаси тўғрисида назарий билимга эга	5
8	Сертификатлаш	мутахассислик сертификатига эга	3
		мутахассислик сертификатига эга эмас	1

2) Жавоб берувчи томонидан ҳар бир дори-дармонни VEN гуруҳларга ажратишдаги мутахассисларнинг қарорларининг танлови (3.1.2-расм).

<b>хосса</b> <b>объект</b>	<b>1- эксперт</b>	<b>2- эксперт</b>	<b>3- эксперт</b>	<b>...</b>	<b>п- эксперт</b>
1-дори	1	2	1	...	1
2-дори	3	2	2	...	3
...	...	...	...	...	...

3.1.2-расм. Дориларни VEN гуруҳларга ажратишдаги мутахассислар қарорлари  
Саволнома асосида шаклланган танлов устида дастлабки қайта ишлаш  
амаллари бажарилди. Ҳар бир  $D_j$ -дори учун

$$K(D_j) = k, \max_{1 \leq k \leq 3} \left\{ U_k = \sum_{S_j=k} w_i \right\} \quad (3.1.7)$$

формуласи асосида унинг қайси гуруҳга тегишлиги аниқланди. Бу ерда  $S_{ij}$  –  $j$ -мутахассиснинг  $i$ -дорининг қайси VEN гуруҳга тегишлиги бўйича қарорини аниқловчи 1,2 ёки 3 қиймати,  $w_i$  -  $i$ - мутахассиснинг 3.1.4-жадвал бўйича тўплаган вазни.

Масаланинг математик қўйилиши қуйидагича. Иккита ўзаро кесишмайдиган  $K_i (i = \overline{1,3})$  синфлар вакиллари  $E_0 = \{S_1, \dots, S_m\}$  ўз ичига олган объектлар (дори-дармон) тўплами берилган деб ҳисобланади. Объектлар  $n$  номинал аломатлар (экспертларнинг жавоблари) билан тавсифланади. Ҳар бир номинал аломат VEN гуруҳларига мос равишда 3 градацияга эга.

Қўйилган масалани ечишда объектнинг бирор синфга тегишли эканлигини умумлашган баҳосини ҳисоблаш битта синф объектларининг бошқа синфлар объектларига қиёслаш асосида ечилади. Бунинг учун 3 та тажриба ўтказилди. Биринчи тажрибада дориларнинг  $V$  гуруҳга тегишлилигининг умумлашган баҳоси ҳисобланди, яъни  $K_1 = \{S_j \in V\}$  ва  $K_2 = \{S_j \notin V\}$ . Қолган тажрибаларда мос равишда  $K_1 = \{S_j \in E\}$  ва  $K_2 = \{S_j \notin E\}$ , ҳамда  $K_1 = \{S_j \in N\}$  ва  $K_2 = \{S_j \notin N\}$  вариантлари танланди.

Дорилар фақат номинал аломатлар билан тавсифланганлиги учун мумкин бўлган  $S$  объектнинг (дорининг)  $K_i$  синфга тегишлилигининг умумлашган баҳоси қуйидаги (3.1.5) формула бўйича ҳисобланади.

Умумлашган баҳолари  $[0,1]$  оралиғига акслантирилган тажрибаларнинг натижалар 3.1.5-жадвалда келтирилган.

3.1.7-формула асосида дориларни дастлабки VEN гуруҳларга ажратишда 55 (53,92%) номдаги дори  $V$  гуруҳига, 21 таси (20,59%)  $E$

гуруҳига ва 26 таси (25,49%) N гуруҳига тақсимланди (3.1.5-жадвалнинг K<sub>0</sub> устуни).

Ўтказилган тажрибалар асосида ҳар бир дорининг VEN гуруҳларига тегишлигининг умумлашган баҳолари бўйича максимумлик тамойилини қўллаган ҳолда улар гуруҳларга қайта тақсимланди. Бунда 21 таси V гуруҳига (20,59%), 56 таси E гуруҳига (54,90%) ва 25 таси N гуруҳига (24,51%) тегишли деб ҳисобланди (3.1.5-жадвалнинг K<sub>r</sub> устуни).

3.1.5-жадвал. Дори воситаларининг VEN гуруҳларга тегишлигининг умумлашган баҳолари

№	Дори воситаларининг номи	VEN-тажрибалар, R(S)				
		K <sub>0</sub>	V-(E, N)	E-(V, N)	N-(V, E)	K <sub>r</sub>
1	Дексаметазон 4 мг/мл 1 мл №25	V	1,00	0,00	0,00	V
2	Дексаметазон – GT 0,4 % 1 мл №5	V	0,63	0,43	0,28	V
3	Беклазон ЭКО енгил нафас 250 мкг/доза 200	V	0,90	0,13	0,08	V
4	Беклазон ЭКО енгил нафас, 100 мкг/доза 200	V	0,78	0,31	0,05	V
5	Беклазон ЭКО 250 мкг /доза 200 доз	V	0,74	0,35	0,13	V
6	Беклазон ЭКО 100 мкг/ доза 200 доз	V	0,68	0,44	0,14	V
7	Преднизолон 30 мг/мл, 1 мл №3	V	0,78	0,34	0,01	V
8	Преднизолон 0,005 г №100	V	0,61	0,45	0,24	V
9	Преднизолон Никомед 25 мг/1 мл №50	V	0,61	0,40	0,35	V
10	Преднизолон 5 мг №100	V	0,58	0,47	0,27	V
11	Фликсотид эвохалер 250 мкг 60 доз	V	0,64	0,42	0,27	V
12	Фликсотид эвохалер 125 мкг 60 доз	V	0,58	0,54	0,26	V
13	Дексаметазон 0,5 мг № 10	E	0,24	0,96	0,34	E
14	Дексаметазон 0,4% 2мл №10	V	0,43	0,79	0,18	E
15	Дексаметазон-Дарница 0,4% 1 мл № 5	V	0,55	0,64	0,13	E
16	Дексаметазона фосфат 0,4 % 1 мл № 10	V	0,55	0,63	0,11	E
17	Дексаметазон 0,4 % 1 мл №5	V	0,57	0,61	0,13	E
18	Солу-Медрол 125 мг / 1 мл	V	0,34	0,67	0,52	E

19	Солу-Медрол 500 мг, 7,8 мл	V	0,32	0,67	0,57	E
20	Метипред 4 мг №30	V	0,41	0,63	0,43	E
21	Полькортолон 4 мг №50	V	0,41	0,67	0,38	E
22	Будесонид форте 10 мл 200 доз	V	0,44	0,65	0,40	E
	Будесонид Мите 10 мл	V	0,41	0,63	0,50	E
24	Солу-Медрол 40 мг / 1 мл	V	0,39	0,53	0,58	N
25	Эуфиллин. 2,4% 10 мл №10	V	0,84	0,19	0,04	V
26	Вентолин 100 мкг/200 доз	V	0,82	0,25	0,04	V
27	Саламол ЭКО 100 мкг / доза 200 доз	V	0,71	0,40	0,13	V
28	Сальбутамол – GT 100 мкг 200 доз 12 мл	V	0,60	0,56	0,19	V
29	Серетид 250, 120 доз	V	0,66	0,43	0,19	V
30	Серетид 125, 120 доз	V	0,66	0,45	0,18	V
31	Серетид дискус 50/250 мкг 60 доз	V	0,65	0,45	0,19	V
32	Беротек N 100 мкг / 10 мл 200 доз	V	0,63	0,51	0,12	V
33	Эуфиллин 2,4% 5 мл №10	V	0,58	0,51	0,24	V
34	Теofil SR 300 мг №30	E	0,27	1,00	0,27	E
35	Теofil SR 100 мг №30	E	0,29	0,88	0,35	E
36	Теопек 0,3 г №50	E	0,31	0,83	0,37	E
37	Теотард 200 мг №40	E	0,36	0,75	0,36	E
38	Теofil SR 200 мг №30	V	0,51	0,59	0,21	E
39	Эуфиллин – Н 200 5 мл №10	V	0,38	0,76	0,37	E
40	Эуфиллин 0,15 г №30	V	0,38	0,67	0,46	E
41	Астмопент 20 мл 400 доз	V	0,33	0,73	0,50	E
42	Беродуал N 10 мл 200 доз	V	0,47	0,71	0,23	E
43	Беродуал 20 мл	V	0,47	0,68	0,24	E
44	Беротек Н 100 мкг/доза 10 мл 200 доз	V	0,52	0,64	0,23	E
45	Серевент 25 мкг/60 доз	V	0,52	0,63	0,26	E
46	Сальбутамол 12 мл, аэрозоль	V	0,55	0,62	0,22	E
47	Кромоглин 20 мг/мл 15 мл	E	0,18	0,94	0,58	E
48	Кетотифен 1 мг №30	E	0,20	0,88	0,57	E
49	Кетотифен 0,001 №30	V	0,33	0,72	0,45	E
50	Бронхо-Мунал П 3,5мг, №10	E	0,16	0,87	0,54	E
51	Бронхо-Мунал П 7мг, №10	E	0,23	0,82	0,45	E
52	Синекод 200 мл	N	0,01	0,99	0,82	E
53	Синекод 200 мл	N	0,00	0,98	0,88	E
54	Бромгексин-REMEDY 0,008 г №10	E	0,12	0,99	0,61	E
55	Бромгексин – 4, 4 мг/5 мл 60 мл	E	0,18	0,86	0,66	E
56	Бромгексин 0,008 г №50	E	0,19	0,86	0,59	E
57	Бромгексин 0,008 г №10	E	0,22	0,84	0,54	E
58	Бромгексин–8 Берлин Хеми 8 мг № 25	E	0,24	0,83	0,52	E
59	Бромгексин 8 мг №20	E	0,22	0,83	0,54	E
60	Пулмоксол 30 мг 5 мл, 150 мл	V	0,30	0,86	0,35	E
61	Амброксол 0,03 №20	V	0,34	0,84	0,33	E
62	Амброксол КМП 0,03 г №20	V	0,37	0,79	0,31	E

63	Амбросан 30 мг №20	V	0,43	0,72	0,21	E
64	Лазолван 15 мг/ 5 мл 100 мл	V	0,40	0,67	0,36	E
65	Амброксол 15 мг/5мл, 100 мл	V	0,47	0,64	0,29	E
66	Бронхосан 25 мл	E	0,27	0,73	0,52	E
67	Хайдриллин 120 мл	N	0,23	0,72	0,64	E
68	Лоркоф 100 мл	V	0,35	0,68	0,43	E
69	Хайдриллин ДМ 120 мл	V	0,27	0,67	0,62	E
70	Бронхолитин 125 г	V	0,28	0,65	0,58	E
71	Макропен 400 мг № 16	E	0,09	0,97	0,68	E
72	Макропен 175 мг/5 мл 115 мл	E	0,10	0,96	0,70	E
73	Цефтазидим 1 г	E	0,09	0,97	0,68	E
74	Цефазолина натриевая соль 1 г № 5	E	0,15	0,87	0,67	E
75	Лораксон 1 000 мг	V	0,28	0,81	0,49	E
76	Сефотак 1 г	N	0,09	0,79	0,82	N
77	Цефотаксим 1 г	N	0,19	0,67	0,81	N
78	Клафоран 1,0	N	0,25	0,60	0,68	N
79	Цефобид 1 г	N	0,25	0,59	0,80	N
80	Цефазолин – АКОС 1 г	N	0,18	0,73	0,79	N
81	Цефамезин 1000 мг №1	N	0,20	0,67	0,77	N
82	Цефазолин – GT 1 г	N	0,18	0,74	0,77	N
83	Цефазолин КМП 1 г	N	0,22	0,68	0,75	N
84	Цефазолин 1 г	N	0,20	0,69	0,74	N
85	Цефазолин Тева 1 г	E	0,20	0,77	0,70	N
86	Цефтриаксон 1 г №1	N	0,23	0,65	0,79	N
87	Цефтриаксон 1 г	V	0,30	0,53	0,75	N
88	Цефтриаксон – КМП 1 г	V	0,29	0,56	0,67	N
89	Азитромицин 0,25 №6	V	0,26	0,58	0,70	N
90	Ципрофлоксацин 250мг, №10	N	0,11	0,83	0,79	E
91	Ципро –500 мг №10	N	0,13	0,82	0,80	E
92	Сиспрес 250 мг № 14	N	0,16	0,75	0,73	E
93	Таривид 200 мг №10	N	0,09	0,67	1,00	N
94	Офлоксацин 200 мг №10	N	0,18	0,66	0,82	N
95	Ципрокс 100 мл	N	0,14	0,77	0,81	N
96	Ципрофлоксацин 0,2 % 100мл	N	0,14	0,76	0,81	N
97	Ципринол 250 мг № 10	N	0,13	0,79	0,81	N
98	Ципролокс 500 мг № 10	N	0,11	0,82	0,80	N
99	Сифлокс 500 мг №10	N	0,14	0,76	0,79	N
100	Ципро –250 мг №10	N	0,16	0,78	0,79	N
101	Ципрокс 250 мг №10	N	0,19	0,71	0,77	N
102	Сифлокс 250 мг № 10	N	0,17	0,73	0,77	N

3.1.6-жадвалда мутахассислар лаёқатлилиги, яъни дориларни VEN гуруҳига ажратиш натижалари билан улар қилган қарорларни мос тушиш даражаси келтирилган.

3.1.6-жадвал. Мутахассисларнинг лаёқатлилиқ даражаси

VEN-таҳлил	Мутахассис шифокорларнинг лаёқатлилиги							
Тажрибалар $\{K_1\} \leftrightarrow \{K_2\}$	Юқори (0,7–1)		Ўрта (0,5–0,7)		Паст ( $<0,5$ )		Лаёқатсиз (0)	
	Мутахассислар							
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	%	абс.
Аллерголог								
$\{V\} \leftrightarrow \{E, N\}$	5	21,74	13	56,52	5	21,74	–	–
$\{E\} \leftrightarrow \{V, N\}$	5	21,74	13	56,52	5	21,74	–	–
$\{N\} \leftrightarrow \{V, E\}$	15	65,22	6	26,09	2	8,69	–	–
Пульмонолог								
$\{V\} \leftrightarrow \{E, N\}$	11	25,00	8	18,18	24	54,55	1	2,27
$\{E\} \leftrightarrow \{V, N\}$	10	22,73	12	27,27	21	47,73	1	2,27
$\{N\} \leftrightarrow \{V, E\}$	14	31,82	20	45,45	9	20,46	1	2,27
Терапевт								
$\{V\} \leftrightarrow \{E, N\}$	2	8,33	17	70,84	5	20,83	–	–
$\{E\} \leftrightarrow \{V, N\}$	4	16,67	16	66,66	4	16,67	–	–
$\{N\} \leftrightarrow \{V, E\}$	13	54,17	8	33,33	3	12,50	–	–

Тажрибалар натижасининг таҳлили бронхиал астмани даволаш учун дори воситаларини тавсия этишда аллерголог-шифокорлар нисбатан юқори лаёқатга эkanлигини кўрсатди.

### 3.2. Танлов объектларини синфларга ажралганлик даражасининг умумлашган баҳоси

Берилганларни интеллектуал таҳлили масалаларида ҳисоблаш натижаси бошланғич танловнинг предмет соҳадаги ҳолатни қанчалик тўғри акслантиришига боғлиқ бўлади. Хусусан, ўзаро кесишмайдиган синфларга

ажратилган объектлар танлови берилганда, уларнинг қай даражада синфларга тўғри ажратилганлиги қўйилган масалани ечиш самарасини белгилаб беради. Аксарият ҳолатларда танлов объектларини синфларга ажратиш субъектив равишда соҳа мутахассислари томонидан амалга оширилади ва оқибатда танловнинг айрим объектлари синфларга нотўғри ажратилиши мумкин. Бу ўз навбатида танловни қайта ишлаш жараёнини қийинлаштиради, ҳисоблаш жараёнининг хато натижа беришига ёки умуман натижа бермаслиги олиб келади. Хусусан, сунъий нейрон тўрини ўқитувчи билан ўргатиш масалаларида ушбу ҳолат яққол намоён бўлади.

Стандарт равишда қўйилган образларни англаш масаласи қаралади. Иккита ўзаро кесишмайдиган  $K_1, \dots, K_l (l > 1)$  синфлар вакиллари ўз ичига олган  $E_0 = \{S_1, \dots, S_m\}$  объектлар тўплами берилган деб ҳисобланади. Танловнинг объекти  $n$  та турли тоифадаги  $X = \{x_1, \dots, x_n\}$  аломатлар (миқдорий ва сифат) билан тавсифланган бўлиб, уларнинг  $\xi$  таси интервалларда ( $I$  тўплам),  $n - \xi$  таси номинал ( $J$  тўплам) ўлчамларда ўлчанади,  $|I| + |J| = n$ . Номинал  $x_j \in J$  аломат қийматлари  $\tau_j > 1$  градацияларга эга.

Берилган  $E_0$  танлов объектларининг  $X = \{x_1, \dots, x_n\}$  аломат фазосида  $K_i, i = \overline{1, l}$  ва  $K_j, j = \overline{1, l} (i \neq j)$  жуфтлигидаги объектлар тўпламостиси учун уларнинг синфга тегишлигининг умумлашган баҳолари ҳисоблаш орқали синфлар жуфтлигининг ўзаро ажралишининг қиёсий баҳосини бериш масаласи қаралади.

Айтайлик,  $w_k - (1)$  критериянинг  $x_k, k \in I$  аломат бўйича оптимал қиймати,  $c_1^k, c_2^k, c_3^k$  - мос интервал чегаралари ва  $u_{i1}^1, u_{i2}^1$  - мос равишда  $[c_1, c_2]$  интервалидаги  $K_1$  ва  $K_2$  синфларга тегишли аломатларнинг миқдорлари бўлсин.

Миқдорий ва номинал шкалада аломатлар билан тавсифланувчи  $S_e = (x_{e1}, \dots, x_{en}) \in E_0$  объектнинг умумлашган баҳоси (3.1.6) формула билан ҳисобланади:

$E_0$  танловдаги объектлар тавсифи бўйича (3.1.6) орқали олинган баҳоларни  $[0,1]$  интервалга акслантириш орқали бу қийматларни ноаниқ мантиқ терминларида объектларни  $K_1$  тегишлилик функциясининг қиймати сифатида қараш мумкин.

$E_0$  танлов объектларини синфларга ажратилганлик баҳосини бериш  $K_a$  ва  $K_b, 1 \leq a < b \leq l$  синфлар жуфтлигининг  $E_{ab} = E_0 \cap \{K_a \cup K_b\}$  танлов учун  $S_t \in E_{ab}, t = 1, \overline{|K_a| + |K_b|}$  объектларининг  $K_a$  тегишлигининг (3.1.6) формула орқали  $R'_{ab}$  умумлашган баҳоларини ҳисоблашга асосланади.  $E_{ab}$  тўпلام объектларини  $R'_{ab}$  қийматларининг камаймайдиган (ўсмайдиган) кўринишда тартиблаймиз:

$$R_{ab}^1, R_{ab}^2, \dots, R_{ab}^q, (q = |K_a| + |K_b|).$$

Ушбу кетма-кетликнинг (1) критерия бўйича топилган  $w_{ab}$  оптимал қиймати  $K_a$  синфнинг  $K_b$  синфдан ажралганлик коэффиценти сифатида қабул қиламиз ва у қуйидаги хоссаларга эга:

$$- w_{ab} \in [0,1];$$



- симметрик,  $w_{ab} = w_{ba}$ ;

- транзитив эмас, яъни  $w_{ab} > w_{bc}, w_{bc} > w_{cd}$  муносабатдан  $w_{ab} > w_{cd}$

муносабати келиб чиқмайди.

Танловнинг  $K_a$  синфи учун ҳисобланган  $\{w_{ab}\}, b=\overline{1,l}$  қийматлар шу синфнинг бошқа синфлардан қанчалик ажралганлиги бўйича мулоҳаза юритиш имконини беради. Шу билан биргаликда  $K_a$  синфнинг  $K_b$  синфдан ажралганлик коэффициенти  $w_{ab}$  учун транзитивлик хоссасининг бажарилмаслиги синфлар жуфтликлари учун ҳисобланган бу қийматларни  $E_0$  танлов учун умумлаштириш имкониятини бермайди.

$E_0$  танловдаги барча синфлар учун ҳисобланган  $w_{ab}$  бўйича синфларнинг ўзаро ажралганлик матричасини қурамиз:

$$W = \begin{pmatrix} 0 & w_{12} & w_{13} & \dots & w_{1l} \\ & 0 & w_{23} & \dots & w_{2l} \\ & & 0 & \dots & w_{3l} \\ & & & \dots & \dots \\ & & & & 0 \end{pmatrix}$$

$W$  матрица детерминантини  $E_0$  танловнинг синфларини ўзаро ажралганлик даражасининг кўрсаткичи сифатида қараш мумкин.

### **3.3. Миқдорий аломатларнинг устунлик интервалларини қуриш орқали умумлашган кўрсаткичларни ҳисоблаш**

Стандарт равишда қўйилган образларни англаш масаласи қаралади (3.1 га қаранг). Ҳар бир миқдорий аломат учун, чегараларида “*ҳолат*” ёки “*но ҳолат*” синфи устун бўлган интервалларни танлаш масаласи тадқиқ қилинади. Ихтиёрий мумкин бўлган объектнинг миқдорий аломатининг

қиймати устунлик интервалларининг бирортасига ҳам тушмаган ҳолати мазкур тадқиқотда қаралмайди.

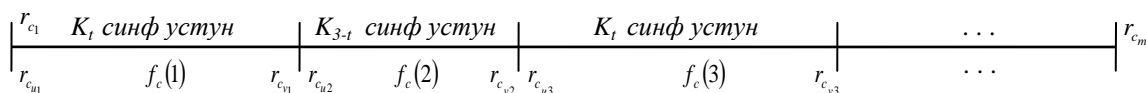
Берилган  $c$  аломатнинг ( $c \in I$ ) қийматларини камаймайдиган (ўсмайдиган) кетма-кетлик кўринишида тартибланади:

$$r_{c_1}, r_{c_2}, \dots, r_{c_m} . \quad (3.3.1)$$

Айтайлик,  $d_1^i(u, v), d_2^i(u, v)$ - мос равишда  $[r_{c_u}, r_{c_v}]^i$  интервалдаги  $K_1, K_2$  синфлар вакиллари миқдори бўлсин.  $r_{c_u}, r_{c_v}$  қийматларини ва  $t \in \{1, 2\}$  синф устунлиги индексларини танлаш

$$\left| \frac{d_t^i(u, v)}{|K_t|} - \frac{d_{3-t}^i(u, v)}{|K_{3-t}|} \right| \rightarrow \max \quad (3.3.2)$$

мезони бўйича аниқланади. Келтирилган мезон бўйича (3.3.1) кетма-кетлик  $\tau_c$  та ўзаро кесишмайдиган  $[r_{c_u}, r_{c_v}]^i, 1 \leq u, u \leq v \leq m, i = \overline{1, \tau_c}$  интервалларга бўлинади.



3.3.1-расм. Устунлик интерваллари

Биринчи,  $[r_{c_1}, r_{c_v}]^1, v < m$  интервалнинг чап чегараси (3.3.1) кетма-кетликнинг биринчи элементи билан устма-уст тушади, иккинчи  $[r_{c_p}, r_{c_q}]^2$  интервал  $p = v + 1, q \leq m$  қийматидан бошланади ва ҳакоза. (3.3.2) мезон бўйича энг кам интерваллар сони  $\tau_c$  ( $r_{c_1} < r_{c_m}$  ҳолати учун) 2 тенг.

Ҳар бир  $[r_{c_u}, r_{c_v}]^i, i = \overline{1, \tau_c}$  интервал учун (3.3.2) бўйича оптимал ажратиш натижаларини  $\eta_{1i} = \frac{d_1^i(u, v)}{|K_1|}, \eta_{2i} = \frac{d_2^i(u, v)}{|K_2|}$  билан белгилайлик. У ҳолда  $c$  – аломатнинг  $[r_{c_u}, r_{c_v}]^i$  интервал бўйича  $K_1$  синфга тегишлилик функциясининг қийматини  $f_c(i) = \frac{\eta_{1i}}{\eta_{1i} + \eta_{2i}}$  кўринишида аниқлаймиз. Агар аломат номинал бўлса,  $f_c(i)$  функциясидаги  $\eta_{1i}, \eta_{2i}$  қийматлари  $c$  - аломат  $i$  - градациясининг мос равишда  $K_1, K_2$  синфлардаги миқдорлари.

$S \in E_0 \cap K_d, S = (b_1, b_2, \dots, b_n)$  объектининг умумлашган баҳоси

$$R(S) = \frac{1}{|K_{3-d}|} \sum_{S_j \in K_{3-d}} \left( \sum_{c \in I} \left\{ \begin{array}{l} f_c(i), b_c \in [r_{c_u}, r_{c_v}]^i \text{ à } x_{jc} \notin [r_{c_u}, r_{c_v}]^i \\ f_c(i) |b_c - x_{jc}|, b_c, x_{jc} \in [r_{c_u}, r_{c_v}]^i \end{array} \right\} + \sum_{c \in J} \left\{ \begin{array}{l} f_c(i), b_c \neq x_{jc} \\ 0, b_c = x_{jc} \end{array} \right\} \right) \quad (3.3.3)$$

формуласи билан ҳисобланади. Бу ерда  $S_j = (x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jn})$  ва  $\tau_c$  та градацияли  $c \in J$  номинал аломат қийматлари  $\{1, 2, \dots, \tau_c\}$  тўплагга тегишли деб қаралади.

**Ҳисоблаш эксперименти.** Ҳисоблаш эксперименти сифатида гипертония касаллиги билан боғлиқ танлов олинди (3.1-пунктга қаранг) ундаги 29 та миқдорий аломат билан тавсифланган 36 та касал (“*ҳолат*” синфи) ва 111 та деярли соғлом (“*но ҳолат*” синфи) ҳарбийлар бўйича тиббий берилганлар базаси олинди. Ҳар аломат бўйича “*ҳолат*” синфига тегишлилик функцияси қийматларини ҳисоблаш масаласи қаралди.

Танлов бўйича ҳар бир миқдорий аломатнинг (3.3.2) мезон бўйича аниқланган оптимал интерваллар ва улар учун аломатнинг “ҳолат” синфига тегишлилик функцияси қийматлари 3.3.4 - жадвалда келтирилган.

3.3.4-жадвал. Аломатларнинг интерваллардаги тегишлилик функцияси қийматлари

т/н	Аломат	Интервал	$f_c(i)$	т/н	Аломат	Интервал	$f_c(i)$
1	Yosh	17..38	0,06	17	K1	0,438..0,438	1
		39..80	0,83			0,444..0,481	0
2	Bo'y	152,0..173,0	0,56			0,5..0,56	0,64
		174,0..185,0	0,35			0,565..0,933	0,47
		186,0..194,0	0,9	18	K2	0,5..0,566	0,71
3	Vazn	47,0..47,0	0,76			0,573..0,587	0,2
		48,0..73,0	0,1			0,589..0,594	0,86
		74,0..114,0	0,82			0,596..0,643	0,36
4	ADS	90..135	0,03	19	Sispok	0,645..0,731	0,63
		140..220	0,97			0,281..0,357	0,7
5	ADD	60..85	0,11	20	Sistola	0,36..0,6	0,47
		90..130	0,94			0,24..0,3	0,76
6	RR	0,6..0,7	0,63			0,32..0,32	0,44
		0,72..0,88	0,41			0,34..0,34	0,76
		0,9..1,28	0,54			0,36..0,44	0,48
7	PQ	0,12..0,12	0,44	21	Diastola	0,24..0,24	0
		0,13..0,14	0,74			0,25..0,38	0,64
		0,15..0,16	0,33			0,4..0,52	0,38
		0,17..0,2	0,73			0,56..0,92	0,54
8	QT	0,24..0,3	0,76	22	KSO	27,02..61,95	0,30
		0,32..0,32	0,44			63,91..97,34	0,96
	QRS	0,34..0,34	0,76	23	KDO	74,22..74,22	0
		0,36..0,44	0,48			83,07..87,69	0,67
9	QRS	0,04..0,07	0,66			92,45..147,4	0,24
		0,08..0,12	0,46			147,42..216,0	0,89
10	PLP	2,5..3,2	0,13	24	DS	23,33..32,76	0,66
		3,3..4,3	0,89			33,33..46,0	0,29
11	KSR	2,7..3,8	0,3	25	UO	44,67..45,15	0
		3,9..4,6	0,96			49,77..53,52	0,76
12	KDP	3,9..4,4	0,7			56,29..60,67	0
		4,5..5,4	0,22			61,95..63,81	0,86
		5,5..6,5	0,88			64,44..82,07	0,27
13	YCC	47..47	1			82,66..123,55	0,64
		50..56	0,2	26	MO	3,38..5,95	0,38
		57..67	0,61			5,97..10,18	0,62
		68..83	0,43	27	SI	1,835..2,167	0
14	ADSr	86..100	0,61			2,175..2,469	0,67
		70..103,3	0,03			2,480..2,656	0,24
15	ADPuls	103,33..153,33	0,96			2,678..2,803	0,7
		20..50	0,1			2,811..5,887	0,48
16	UPS	60..110	0,97	28	FV	0,459..0,606	0,69
		15,85..35,0	0,24			0,607..0,772	0,28
16	UPS	35,01..54,76	0,87	29	Kerde	-91,5..-13,9	0,78

						-12,676..30,0	0,16
--	--	--	--	--	--	---------------	------

Юқоридаги жадвал асосида  $S \in E_0 \cap K_d, S = (b_1, b_2, \dots, b_n)$  объектининг “ҳолат” синфига тегишли бўлишининг қатъиймас тўпламини куриш мумкин.

Масалан,  $S$  объектни тавсифловчи тўплам берилган бўлсин:

$\{Yosh=63; Bo'y=172; Vazn=79; ADS=200; ADD=120; RR=0,84; PQ=0,2; QT=0,42; QRS=0,04; PLP=3,2; KSP=3,2; KDR=4,9; YCC=71; ADSr=146,67; ADPuls=80; UPS=54,76; K1=0,74; K2=0,65; SisPok=0,5; Sistola=0,42; Diastola=0,42; KSO=40,96; KDO=112,81; DS=34,69; YO=71,85; MO=5,1; SI=2,68; FV=0,64; Kerde=-69\}$ .

У ҳолда  $S$  объектнинг қатъиймас тўплами қуйидагига тенг бўлади:

$\{0,83/63; 0,56/172; 0,82/79; 0,97/200; 0,94/120; 0,41/0,84; 0,73/0,2; 0,48/0,42; 0,66/0,04; 0,13/3,2; 0,3/3,2; 0,22/4,9; 0,43/71; 0,96/146,67; 0,97/80; 0,87/54,76; 0,47/0,74; 0,63/0,65; 0,47/0,5; 0,48/0,42; 0,38/0,42; 0,3/40,96; 0,24/112,81; 0,29/34,69; 0,27/71,85; 0,38/5,1; 0,7/2,68; 0,28/0,64; 0,78/-69\}$ .

Танлов объектларини “ҳолат” синфига тегишлигининг умумлашган баҳоси (3) бўйича ҳисобланиб, кўрсаткичлар  $[0..1]$  ораликқа акслантирилган ва ўсмайдиган қилиб тартибланган кетма-кетлигининг айрим бўлаклари 3.3.5- жадвалда келтирилган.

3.3.5 - жадвал. Объектларнинг “ҳолат” синфига тегишлигининг умумлашган баҳоси

т/н	Объект (синф)	R(S)	т/н	Объект (синф)	R(S)
1	138-объект (“ҳолат”)	1,0	36	37-объект (“но ҳолат”)	0,31
2	142-объект (“ҳолат”)	0,91	38	38-объект (“но ҳолат”)	0,3
3	146-объект (“ҳолат”)	0,85	39	61-объект (“но ҳолат”)	0,29
4	135-объект (“ҳолат”)	0,84	...	...	..
5	131-объект (“ҳолат”)	0,83	144	14-объект (“но ҳолат”)	0,007
...	...	...	145	18-объект (“но ҳолат”)	0,004
34	118-объект («ҳолат”)	0,48	146	20-объект (“но ҳолат”)	0,004
35	123-объект (“ҳолат”)	0,36	147	105-объект (“но ҳолат”)	0

Албатта, объектларнинг умумлашган баҳоларига сифатли изох бериш тиббиёт соҳасидаги мутахассислар ваколатида бўлган ҳолда олинган

натижаларга кўра қуйидаги хулосаларни билимлар шаклида ифодалаш мумкин:

1. Танловнинг 138, 142, 146, 135, 131 – объектларининг “*ҳолат*” синфига тегишлилик қийматлари деярли 1 тенг ва шу сабабли улар шу синфининг яққол намуналаридир. Худди шундай 14, 18, 20, 105 – объектлари “*но ҳолат*” синфининг намуналари бўлиб, уларнинг “*ҳолат*” синфига тегишлилик қиймати деярли нолга тенг.

2. Танловдаги “*ҳолат*” синфининг 118,123 - объектлари чегаравий элементлар ҳисобланади. Уларда ўз синфига тегишлилик нисбатан суст намоён бўлган.

3. Чегарадаги “*но ҳолат*” синфининг 37, 38, 61- объектларида “*ҳолат*” синфига тегишлилик аломатлари мавжуд.

Аниқланган билимлар интеллектуал ахборот тизимлари учун билимлар базасини яратишда манба бўлиб хизмат қилади.

### **3.4. Объектнинг умумлашган баҳосини тавсифлашда лингвистик**

#### **ўзгарувчилардан фойдаланиш**

$E_0$  танлов объектларининг  $K_1$  синфга тегишлигининг интерваллар усули бўйича ҳисобланган  $R(S_1), R(S_2), \dots, R(S_m)$  умумлашган баҳоларини  $R_{\max} = \max\{R(S_1), \dots, R(S_m)\}$  қийматига бўлиш орқали  $[0,1]$  шкалага акслантирилган қийматларини қатъиймас мантиқдаги тегишлилик функцияси қиймати сифатида қараш мумкин. Бу ҳолат ўз навбатида объектнинг

умумлашган баҳосини лингвистик ўзгарувчилар воситасида изоҳлаш имкони беради.

Бирор предмет соҳа танлови учун ундаги объектларни тавсифловчи аломатларга мос лингвистик ўзгарувчиларни аниқлаш билан сон кўринишида ҳисобланган умумлашган баҳога табиий тил жумлаларида изоҳ бериш мумкин. Хусусан, тажриба тариқасида олинган гипертония касаллиги билан боғлиқ танлов учун табиий тилдаги жумлаларни ҳосил қилиш учун ҳар бир аломатга мос лингвистик ўзгарувчи аниқланади.

Масалан, танлов объектини тавсифловчи “*Систолик артериал босим*” ( $x_1$ ) аломатига мос лингвистик ўзгарувчи қуйидагича бўлади:

$\beta_1$  - “*Систолик артериал босим*”;

$T_1 = \{“Жуда паст”, “Баланд”\}$ ;

$X_1 = [90, 220]$ ;

$G_1$  -  $\beta_1$  лингвистик ўзгарувчисининг эксперт-тажриба асосида кенгайтирилган янги қийматлари тўплами: {“*Пастроқ*”, “*Нормал*”, “*Сал баландроқ*”, “*Баландроқ*”, “*Анча баланд*”};

$M_1$  – процедураси жадвал кўринишида аниқланади:

$x_1$	$T_1 \cup G_1(T_1)$
[90..110)	<i>Жуда паст</i>
[110..120)	<i>Пастроқ</i>
[120..140)	<i>Нормал</i>
[140..160)	<i>Сал баландроқ</i>
[160..180)	<i>Баландроқ</i>
[180..200)	<i>Анча баланд</i>
[200..240]	<i>Баланд</i>

Худди шу усулда қолган барча аломатлар мос лингвистик ўзгарувчиларни аниқлаш мумкин.

Пациентнинг ( $S$  - объектнинг) қай даражада  $K_1$  синфга тегишли эканлигининг умумлашган баҳосининг ( $R(S)$ ) лингвистик ўзгарувчиси куйидагича аниқланиши мумкин:

$\beta_R$  - “Пациентнинг қон босими касали эканлигининг умумлашган баҳоси”;

$T_R = \{ \text{“Деярли соғлом”, “Касал”} \};$

$X_R = [0,1];$

$G_R$  -  $\beta_R$  лингвистик ўзгарувчисининг эксперт-тажриба асосида кенгайтирилган янги қийматлари тўплами: {“Касаллик аломатлари озгина бор”, “Касаллик аломатлари сезиларли равишда бор”, “Касаллик аломатлари бор”, “Касалликнинг аломатлари кучли” };

$M_R$  – процедураси жадвал кўринишида аниқланади:

$x_R$	$T_R \cup G_R(T_R)$
$[0..0,2)$	Деярли соғлом
$[0,2..0,35)$	Касаллик аломатлари озгина бор
$[0,35..0,5)$	Касаллик аломатлари сезиларли равишда бор
$[0,5..0,7)$	Касаллик аломатлари бор
$[0,7..0,85)$	Касалликнинг аломатлари кучли
$[0,85..1]$	Касал

Бундан ташқари, ҳар бир  $s$  аломат учун объектнинг  $K_1$  синфга тегишли бўлишидаги аломат қийматининг ҳиссасига ( $f_c(i)$  - тегишлилик функцияси қиймати) мос лингвистик қийматлар жадвали қурилади:

$f_c(i)$  тегишлилик функцияси учун лингвистик қийматлар мослиги

$f_c(i)$	Аломат ҳиссасига мос лингвистик қиймат
$[0..0,2)$	Деярли йўқ
$[0,2..0,35)$	Озгина
$[0,35..0,5)$	Сезиларли
$[0,5..0,7)$	Кучлироқ
$[0,7..0,85)$	Кучли



[0,85..1]	Жуда кучли
-----------	------------

Ушбу жадвал асосида ҳар бир аломатнинг синфга ажралишида қўшган ҳиссасини сўзлар билан изоҳлаш мумкин.

Аломатларининг лингвистик ўзгарувчилари ва мумкин бўлган  $S$  объектнинг  $R(S)$  баҳоси бўйича унинг  $K_1$ - “Қон босими касаллари” синфига тегишлигини қуйидаги тавсифланиши мумкин (фараз қилайлик  $R(S) = 0,45$ ):

**Пациент:**

- Пастроқ систолик артериал босимга эга, унинг касалликдаги ҳиссаси деярли йўқ;
- Ўртача ёшда, унинг касалликдаги ҳиссаси кучли;
- Сал баландроқ ўртача артериал босимга эга, унинг касалликдаги ҳиссаси кучлироқ;

...

**Хулоса:**

Пациентнинг “Қон босими касаллари” касаллари синфига тегишлили – 0,45 ва унда Касаллик аломатлари сезиларли равишда бор.

### 3.5. Объектларни синфларга коррект ажралишини таъминлаган ҳолда аломатлар фазоси ўлчамини қисқартириш

Қўйилган масалани ечиш имкониятини сақлаган ҳолда танлов объектлари тавсифидаги аломатлар миқдорини маълум бир критерия асосида камайтириш аҳамиятли масалалардан биридир. Бу аҳамият объект тавсифидаги, кам ахборот берувчи ва “*ортиқча*” аломатларни аниқлаш (бошқа аломатлар билан ноошкор равишда боғланган), сарф – ҳаражатлар

бўйича юқоридан чекловлар қўйилган ҳолатлар учун минимал аломатлар тўплам остисини қуриш ёки маълумотлар етишмовчилигида қўйилган масала ечимини топиш талаблари билан изоҳланади. Иккинчи томондан, минимал аломатлар фазосини қуриш - танлов бўйича қўшимча билимлар олиш манбаи ҳисобланади [28].

Стандарт равишда қўйилган образларни англаш масаласи қаралади. Иккита ўзаро кесишмайдиган  $K_1, K_2$  синфлар вакиллари  $\bar{E}_0$  ичига олган  $E_0 = \{S_1, \dots, S_m\}$  объектлар тўплами берилган деб ҳисобланади. Танловнинг мумкин бўлган объекти  $n$  та турли тоифадаги  $X = \{x_1, \dots, x_n\}$  аломатлар (миқдорий ва сифат) билан тавсифланган бўлиб, уларнинг  $\xi$  таси интервалларда ( $I$  тўплам),  $n - \xi$  таси номинал ( $J$  тўплам) ўлчамларда ўлчанади,  $|I| + |J| = n$ . Номинал  $x_j \in J$  аломат қийматлари  $\tau_j > 1$  градацияларга эга. Ўнғайлик учун,  $K_1$  синф вакиллари рўй берган ҳолатлар (“*ҳолатлар*”) ва  $K_2$  - рўй бермаган ҳолатлар (“*но ҳолатлар*”) деб ҳисоблаймиз.

Берилган  $E_0$  танлов объектларининг  $X = \{x_1, \dots, x_n\}$  аломат фазосида  $K_i, i = \overline{1, 2}$  синфга тегишлигининг умумлашган баҳоси бўйича тартибланган рўйхатида синф объектларларининг коррект (хатосиз) ажралишини сақлаган ҳолда аломатларнинг  $X_{min}(X_{min} \subseteq X)$  минимал тўплам остини топиш масаласи қаралади.

Аломатларнинг минимал тўплам остини қуришда тўлиқ танловга йўл қўймаслик учун тўлиқ танлашни чекловчи алгоритм қўлланилади.

Масалани ечиш услуги сифатида танлов тавсифидаги миқдорий аломатлар қийматларининг тартибланган кетма-кетлигини бирорта синф объектларининг устунлик интервалларига ажратиш, синфлар объектларининг интервалларга тегишлилик функциясини аниқлаш ва шу асосда объектларнинг танланган синфга тегишлигининг умумлашган баҳосини ҳисоблаш методикаси қаралади [22,26-29].

Берилган  $c (c \in I)$  аломат қийматлари камаймайдиган ҳолда тартибланади (3.3.1-формула).

Айтайлик,  $d_1^i(u, v), d_2^i(u, v)$ - мос равишда  $[r_{c_u}, r_{c_v}]^i$  интервалдаги  $K_1, K_2$  синфлар вакиллари миқдори бўлсин.  $r_{c_u}, r_{c_v}$  қийматларини ва  $t \in \{1, 2\}$  синф устунлиги индексларини танлаш

$$\left| \frac{d_t^i(u, v)}{|K_t|} - \frac{d_{3-t}^i(u, v)}{|K_{3-t}|} \right| \rightarrow \max \quad (3.5.1)$$

мезони бўйича аниқланади. Келтирилган мезон бўйича (3.1.1) кетма-кетлик  $l_c$  та ўзаро кесишмайдиган  $[r_{c_u}, r_{c_v}]^i, 1 \leq u, u \leq v \leq m, i = \overline{1, l_c}$  интервалларга бўлинади.

Интервалларни қуриш рекурсив равишда амалга оширилади. Биринчи,  $[r_{c_1}, r_{c_v}]^1$  интервалнинг чегаралари (3.5.1) критерия бўйича аниқланади. Худди шу йўл билан (1) кетма-кетликнинг 1-интервалга кирмаган қийматлари учун устунлик интерваллари қурилади ва ҳақоза. Жараён (1) кетма-кетлик тўла равишда устунлик интерваллари билан қопланмагунча давом этади. Энг кам интерваллар сони  $\tau_c$  ( $r_{c_1} < r_{c_m}$  ҳолати учун) 2 тенг.

Ҳар бир  $[r_{c_u}, r_{c_v}]^i, i = \overline{1, \tau_c}$  интервал учун (2) бўйича оптимал ажратиш натижаларини  $\eta_{1i} = \frac{d_1^i(u, v)}{|K_1|}, \eta_{2i} = \frac{d_2^i(u, v)}{|K_2|}$  билан белгилайлик. У ҳолда  $c$  –

аломатнинг  $[r_{c_u}, r_{c_v}]^i$  интервал бўйича  $K_1$  синфга тегишлилик функциясининг қийматини  $f_c(i) = \frac{\eta_{1i}}{\eta_{1i} + \eta_{2i}}$  кўринишида аниқлаймиз. Агар аломат номинал бўлса ( $c \in J$ ), у ҳолда  $f_c(i)$  функциясидаги  $\eta_{1i}, \eta_{2i}$  қийматлари  $c$  - аломатнинг  $i$ -градациясини мос равишда  $K_1, K_2$  синфлардаги мавжудликлари миқдорлари.

$S \in E_0 \cap K_d, S = (b_1, b_2, \dots, b_n)$  объектининг умумлашган баҳоси

$$R(S) = \frac{1}{|K_{3-d}|} \sum_{S_j \in K_{3-d}} \begin{cases} \sum_{c \in I} \left\{ \frac{f_c(i) |b_c - x_{jc}|}{|r_{c_u} - r_{c_v} + 1|}, & b_c, x_{jc} \in [r_{c_u}, r_{c_v}]^i; \\ \sum_{c \in J} \left\{ \begin{aligned} f_c(i), & \quad b_c \neq x_{jc}; \\ 0, & \quad b_c = x_{jc}. \end{aligned} \right. \end{cases} \quad (3.5.2)$$

формула билан ҳисобланади. Бу ерда  $S_j = (x_{j1}, \dots, x_{jn})$  ва  $\tau_c$  та градацияли  $c \in J$  номинал аломат қийматлари  $\{1, 2, \dots, \tau_c\}$  сонлар тўпламига акслантирилган деб қаралади.

Қуйилган масала ечишда синф объектларини ажралишида максимал фарқланишни таъминлайдиган шarti бўйича амал қилувчи генетик алгоритм ишлатилади. Алгоритм объектлар умумлашган баҳосинининг ўсмайдиган тартибидаги танлов объектларининг кетма-кетлигини куриш ва унда аломатлар тўплам остини танлаш орқали  $K_1$  ва  $K_2$  синфлар объектларининг жойлашувидаги ўзаро кесишмайдиган, ҳамда бир-биридан максимал ўзоқлашган иккита бўлақларни ҳосил қилишга ҳаракат қилинади. Алгоритмнинг ҳар қадамида ҳар бир синфнинг умумлашган баҳоси бўйича чегаравий объектлари аниқланиб, уларни бир-биридан “ўзоқлаштиришга” ҳаракат қилинади.

Алгоритм тавсифида ишлатилган белгилашлар:

$S_l$  - танловнинг  $l$ -объекти;

$R(S_a)$ - танловнинг  $S_a$  объектининг (3.5.2) бўйича ҳисобланган умумлашган баҳоси;

$X$  -аломатлар тўплами;

$X_0$  - аломатларнинг бошланғич тўплам остиси;

$X_{\min}$  - танлов объектларининг умумлашган баҳолари бўйича максимал ажралишини таъминлайдиган аломатларнинг минимал тўплами.

### Алгоритм тавсифи

*Кириш* :  $X, X_0, S$ ;

*Чиқиш*:  $X_{\min}$ ;

*Алгоритм*:

$$1. \quad R_1(S_a) = \min_{X_0} \{R(S_i), S_i \in K_1\}, \quad R_2(S_b) = \max_{X_0} \{R(S_j), S_j \in K_2\};$$

$$2. \quad R_{\max} = R_1(S_a) - R_2(S_b), \quad X_{\min} = X_0;$$

$$3. \quad X_1 = X \setminus X_{\min};$$

4. Агар  $X_1 = \emptyset$  бўлса, 10-қадамга ўтилсин.

$$5. \quad x_i \in X_1 \text{ танлансин, } X_1 = X_1 \setminus \{x_i\};$$

$$6. \quad R_1(S_a) = \min_{X_{\min} + \{x_i\}} \{R(S_i), S_i \in K_1\}, \quad R_2(S_b) = \max_{X_{\min} + \{x_i\}} \{R(S_j), S_j \in K_2\};$$

$$7. \quad R_{ab} = R_1(S_a) - R_2(S_b);$$

8. Агар  $R_{ab} > R_{\max}$  бўлса,  $R_{\max} = R_{ab}$ ,  $X_{\min} = X_{\min} + \{x_i\}$  ва 3 – қадамга

ўтилсин;

9. Агар  $X_1 \neq \emptyset$  бўлса, 5-қадамга ўтилсин.

10. Тамом.

Шунга эътибор бериш керакки,  $X_0$ - аломатларнинг бошланғич тўплам остиси масала хусусиятидан келиб чиққан ҳолда аниқланиши мумкин -

объектларни синфга ажратишда энг юқори ҳиссага эга бўлган аломатлар тўплам остиси, энг кам сарф-ҳаражат талаб қиладиган аломатлар тўплам остиси ва ҳакоза.

Ҳисоблаш тажрибаси учун  $E_0$  сифатида гипертония касаллиги танлови олинди (3.3-пунктга қаранг). Танловнинг  $S_1, \dots, S_{111}$  – объектлари  $K_2$  - синфга,  $S_{112}, \dots, S_{147}$  – объектлари  $K_1$  - синфга тегишли объектлар ҳисобланади.

Бошида, ҳар бир аломатларнинг синф ичидаги ўхшашлиги ва синф ташқарисидаги фарқланиши бўйича уларнинг объектларни синфларга ажратишдаги ҳиссаси ҳисобланди. Бу қийматларнинг ўсмайдиган ҳолдаги тартибланган рўйхати 3.5.1-жадвалда келтирилган.

3.5.1-жадвал. Аломатларнинг объектларни синфга ажратишдаги ҳиссаси

X	Аломат	Синфга ажратишдаги ҳиссаси
	Номи	
$x_1$	Систолик артериал босим	0.961
$x_2$	Ўртача артериал босим	0.889
$x_3$	Томир уришли артериал босим	0.827
$x_4$	Чап қоринчанинг чегаравий систологик ўлчами	0.760
$x_5$	Чап қоринчанинг чегаравий систологик ҳажми	0.760
$x_6$	Диастолик артериал босим	0.719
$x_7$	Чап қоринчанинг диастологик ҳажми чегараси	0.573
$x_8$	Солиштирма периферик қаршилик	0.549
$x_9$	Чап қоринчанинг диастологик ўлчами чегараси	0.545
$x_{10}$	Чап юракколди бўшлиғининг ўлчами	0.532
$x_{11}$	Ёш	0.524
$x_{12}$	Кердо индекси	0.384
$x_{13}$	Зарба ҳажми	0.353
$x_{14}$	Вазн	0.330
$x_{15}$	Систологик кўрсаткич	0.320
$x_{16}$	Томир уриш частотаси	0.270
$x_{17}$	$K_1$ коэффиценти	0.244
$x_{18}$	Отилиб чиқиш фракцияси	0.244
$x_{19}$	ЭКГга нисбатан QRS интервал узунлиги	0.239
$x_{20}$	$K_2$ коэффиценти	0.218
$x_{21}$	Диастола давом этиши	0.167
$x_{22}$	Систолада чап қоринчанинг қисқариш даражаси	0.153
$x_{23}$	ЭКГ га нисбатан RR интервал узунлиги	0.153
$x_{24}$	ЭКГ га нисбатан QT интервал узунлиги	0.149
$x_{25}$	Систола давом этиши	0.149

$x_{26}$	ЭКГ га нисбатан PQ интервал узунлиги	0.116
$x_{27}$	Минутдаги ҳажм	0.108
$x_{28}$	Юрак индекси	0.098
$x_{29}$	Бўй	0.084

$X_0$  сифатида танлов объектларини синфга ажралишида энг юқори ҳиссага эга аломатни –  $x_1$  (систолик артериал босим) танлаш варианты қаралди. Ҳисоблаш натижасида рўйхатдаги аломатлардан объектларнинг максимал ажралишни таъминлайдиган 19 та аломат аниқланди:  $x_1, x_2, x_3, x_5, x_6, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{14}, x_{15}, x_{17}, x_{19}, x_{20}, x_{22}, x_{23}, x_{24}, x_{26}, x_{29}$ .

Юқорида аниқланган минимал аломатлар фазосида ҳисобланган умумлашган кўрсаткичларнинг нормаллашган қийматларининг ўсмайдиган ҳолдаги тартибланган рўйхатининг бўлаклари 3.5.2-жадвалда келтирилган.

3.5.2-жадвал. Объектларнинг  $K_1$ -синфга тегишлигининг умумлашган баҳоси

т/н	Объект(синф)	$R(S)$	т/н	Объект(синф)	$R(S)$
1	125(1)	1.0	38	44(2)	0.323
2	142(1)	0.972	39	22(2)	0.294
3	138(1)	0.970	...	...	...
4	114(1)	0.966	143	92 (2)	0.053
...	...	...	144	45(2)	0.052
35	113(1)	0.639	145	30(2)	0.047
36	123(1)	0.356	146	13(2)	0.003
37	37(2)	0.331	147	25(2)	0.0

Тартибланган рўйхатдаги  $K_1$  ва  $K_2$  синфларнинг чегаравий объектларининг ( $S_{123}$  ва  $S_{37}$ ) умумлашган баҳолари ўртасидаги фарқ 0.025 тенг.

### 3.6. Умумлашган кўрсаткичларнинг чизиқлилиқ хоссаси, латент

#### кўрсаткичлар

Берилганларни интеллектуал таҳлилига асосланган усулларда олинадиган натижанинг аниқлик даражаси танлов “*сифатида*”, қўйилган масала нуқтаи-назаридан танланган аломатлар фазосининг оптимал танланганлиги, етарли тарзда танлов ҳажми, ундаги “*бўйлиқлар*” мавжудлиги ва шунга ўхшаш параметрлар билан аниқланади. Иккинчи томондан юқори ҳолатлар ижобий ҳал бўлганда ҳам масала ечимидан кутилган натижа

олинмаслиги мумкин. Хусусан, объектларнинг бирор синфга тегишлигининг тартибланган умумлашган баҳолари кетма-кетлигида турли синф объектларини ажратувчи чегара қатъий бўлмасдан “ювилиб” кетиши мумкин. Синфлар объектларини умумлашган баҳолари бўйича ажратиш учун турли тоифадаги аломатлар фазосида аломатлар комбинациясини амалга ошириш усулини қўллаш мумкин. Янги (латент) аломатларда объектларни синфларга ажралиши, уни ҳосил қилувчи алоҳида олинган аломатлардан кучли намоён бўлиши мумкин.

Бирорта миқдорий аломат бўйича устунлик интервалларини қуришда интерваллар сонининг кўпайиши ушбу аломат бўйича объектларнинг синфларга ажратилиши кучсиз намоён бўлишини кўрсатади. Бу ўринда қуйидаги гипотезани илгари суриш мумкин:

*“Иккита (ёки ундан ортиқ) миқдорий аломатлар комбинациясидан ҳосил қилинган янги аломат қийматларининг тартибланган кетма-кетлигидаги интерваллар сонини бошланғич аломатларнинг ҳар бириникидан кам бўлиши ва шу асосда танлов объектларининг бирор синфга тегишлигининг умумлашган баҳосини нисбатан аниқроқ ҳисобланиши мумкин”.*

Бу ерда умумлашган баҳони аниқроқ ҳисоблаш деганда ҳисобланган умумлашган баҳолари бўйича чизиқли тартибланган объектлар кетма-кетлигида иккита синф вакилларининг имкон даражасида кутбий ажралиши тушунилади.



Янги (комбинация қилинган) миқдорий аломатни қуйидаги кўринишида ҳосил қилинади:

$$x_q = \psi_1(x_{i_1}) \otimes \psi_2(x_{i_2}) \otimes \dots \otimes \psi_k(x_{i_k}),$$

бу ерда  $\psi_d(x_{i_d})$  -  $x_{i_d} \in I$  аломатни қандайдир сонли шкалага акслантириш амали (хусусан, айний),  $\otimes$  - сонлар устидаги арифметик амаллар. Бундан кўриниб турибдики, янги миқдорий аломатларни ҳосил қилиш имкониятлар сони комбинаторик хусусиятга эга. Аломатларнинг комбинаторлик даражаси турли критериялар асосида, шу жумладан генетик ва саралаш алгоритмларини қўллаш орқали эксперт-тажриба йўли билан аниқланади. Одатда етарлича катта аломатлар фазоси учун комбинаторлик даражаси 2 тенг ҳолат тажриба учун мақбул вариант ҳисобланади ва аксарият ҳолатда янги аломат  $x_q = x_i * x_j^s, s \in \{-1, 1\}$  кўринишида аниқланади.

Худди шу мақсадда номинал аломатлар комбинациясини (бирлашмасини) олишимиз мумкин. Иккита  $x_i, x_j \in J$  номинал аломатлар бирлашмаси шундай номинал  $x_p = x_i \times x_j$  - аломатки унинг градациялари  $g_p = g_i \times g_j$  формула билан аниқланади, бу ерда  $\times$  - аломат градацияларининг декарт кўпайтмасидир. Масалан,  $x_i$  аломат градациялари  $\{\text{“қизил”}, \text{“сарик”}, \text{“яшил”}\}$ ,  $x_j$  аломат градациялари  $\{\text{“рост”}, \text{“ёлгон”}\}$  бўлсин, у ҳолда янги  $x_p$  аломат градациялари  $\{\text{“қизил рост”}, \text{“қизил ёлгон”}, \text{“сарик рост”}, \text{“сарик ёлгон”}, \text{“яшил рост”}, \text{“яшил ёлгон”}\}$  бўлади.

Шуни қайд этиш керакки, номинал аломатларни бирлаштириш натижасида ҳосил бўлган аломатнинг айрим градациялари танлов

объектларида умуман учрамаслиги мумкин. Лекин бу ҳолат умумлашган баҳо ҳисоблашда салбий таъсир кўрсатмайди.

Латент аломатлар ҳосил қилиш жараёнини чуқурлаштирган ҳолда куйидаги вариантни таклиф қилиш мумкин – миқдорий аломатнинг тартибланган қийматлари кетма-кетлигидаги устунлик интерваллари асосида ушбу аломатни номинал шкалага ўтказиш мумкин, юқорида келтирилган усул билан номинал аломатлар бирлашмасини амалга ошириш мумкин.

Бунинг учун танловда (*“объект-хосса”* жадвалида) номинал аломатлар жуфтлиги орасидаги яқинлик ўлчови таклиф этилади.

Иккита объектлар жуфтлигида  $(S_a = (x_{a1}, \dots, x_{an}), S_b = (x_{b1}, \dots, x_{bn}))$  куйидаги функцияларни аниқлаймиз:

$$g(a, b, i, j) = \begin{cases} 2, & x_{ai} \neq x_{bi} \text{ у } x_{aj} \neq x_{bj} \\ 1, & x_{ai} = x_{bi} \text{ либо } x_{aj} = x_{bj} \\ 0, & x_{ai} = x_{bi} \text{ у } x_{aj} = x_{bj}, \end{cases} \quad \alpha(a, b) = \begin{cases} 0, & S_a, S_b \in K_i, i = \overline{1, l} \\ 1, & S_a \in K_i, S_b \in K_j, i \neq j. \end{cases}$$

$E_0$  танловдаги  $x_i, x_j$  номинал аломатлар жуфтлиги учун яқинлик ўлчовини куйидагича берамиз:

$$b_{ij} = \begin{cases} \frac{\sum_{a=1}^m \sum_{b=1}^m \alpha(a, b) g(a, b, i, j)}{2 \sum_{p=1}^l |K_p| (m - |K_p|)}, & i \neq j \\ 0, & i = j \end{cases}$$

Миқдорий аломатлар учун латент ҳосил қилишда энг кўп устунлик интервалларига эга бўлган аломатлар жуфтликлари асосий даъвогарлар ҳисобланади.

Аломатлар комбинацияси асосида латент аломатларни ҳосил қилиш масаласи комбинаторик мураккабликка эга масаладир. Шу сабабли чекланган вақт оралиғида ечимга бўлиш учун масалага қуйидаги чекловлар қўйилади:

1. Фақат интерваллар сони берилган  $I$  сонидан катта бўлган аломатларгина комбинация қилинади;

2. Танланган  $x_i$  ва  $x_j$  аломатлар комбинацияси  $x_q = x_i * x_j^s, s \in \{-1, 1\}$  вариантларда амалга ошилади;

3. Комбинация натижасида ҳосил қилинган аломат  $x_q$  устунлик интерваллари сони бошланғич  $x_i$  ва  $x_j$  аломатлар ҳар бирининг устунлик интерваллари сонидан кичик бўлгандагина латент аломат сифатида қабул қилинади, акс ҳолда йўқ.

### **3.7. Турли тоифали аломатлар фазосидаги синфларга ажратилган объектларнинг турғунлиги**

Турли тоифали аломатлар фазосидаги синфларга ажратилган объектларнинг структурали жойлашув ўлчовини ҳисоблаш қаралади. Турғунлик қиймати тавсифланишида ишлатиладиган турли тоифадаги аломатларнинг ҳар хил бирикмаларида объектларнинг структурали жойлашувини тадқиқ қилиш имконини беради. Бундай тадқиқотлар объектларни синфларга ажратишда асос қилиб олинadиган компактлик гипотезасини текшириш учун зарур ҳисобланади.

Ўзаро кесишмайдиган  $l$  синфга  $K_1, K_2, \dots, K_l$ , ажратилган мумкин бўлган объектлар тўплами қаралади -  $M = \bigcup_{i=1}^l K_i$ . Синфлар вакиллари

$E_0 = \{S_1, \dots, S_m\}$  танлов кўринишида берилган деб ҳисобланади. Танлов объектлари  $n$  та миқдорий ва номинал аломатлар билан тавсифланган.

Объектлар турғунлигини ҳисоблаш алоҳида синфларга нисбатан олиб борилади. Муаммонинг мураккаблиги шундаки, турли тоифадаги аломатлар фазосидаги боғланишларни тиклаш учун ишлатиш мумкин бўлган аналитик функциялар мавжуд эмаслигидир.

Талаб қилинади:

- миқдорий аломатларнинг мумкин бўлган қийматлари тўпламида  $K_t, t = \overline{1, l}$  синф вакиллариининг қийматлари устунлик қиладиган минимал сондаги ўзаро кесишмайдиган интервалларни аниқлаш;

- $E_0$  танловидаги объектларнинг  $K_t, t = \overline{1, l}$  синфига нисбатан структурали жойлашувининг миқдорий баҳосини бериш.

Мумкин бўлган,  $K_t$  синфга тегишли  $S_i \in E_0$  ( $S = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$ ) турғунлиги

$$\gamma_t(S_i) = \frac{1}{n(|E_0 \cap K_t| - 1)} \left( \sum_{c \in I, x_{ic} \in [r_{cu}, r_{cv}]} f_{cp}(t)(q_{tp} - 1) + \sum_{c \in J, x_{ic} = p} f_{cp}(t)(h_{tp} - 1) \right)$$

формула билан ҳисобланади. Бу формула ҳисобланадиган қийматларни  $[0, 1]$  ораликқа тегишли эканлигини кўриш қийин эмас ва шунга кўра қатъиймас мантиқ терминларида объект турғунлигига изоҳ бериш мумкин бўлади.

## ХУЛОСА

Биринчи бобда умумий тавсиф хусусиятига эга бўлиб унда билимга асосланган тизимлар, билимларни олишнинг турли усуллари ҳақида маълумотлар берилган:

1. Билимларга асосланган тизимлар, уларнинг асосий компоненталари-билимлар базаси ва мантикий хулоса механизми ҳақидаги анъанавий таърифлари келтирилган. Бу мақсадда билимга асосланган тизимлар семантик тўр, фреймлар, нейрон тўрлари, предикат ҳисоби ва бошқа моделлардан фойдаланиши қайд қилинган. Мантикий хулоса механизмининг тўғри ва тескари хулоса занжирлари тавсифланган.

2. Қатъиймас мантиқ тизимлари ва уларнинг анъанавий мантиқдан фарқли томонлари кўрсатилган. Қатъиймас тўплам, тегишлилик функцияси ва унинг қуриш усуллари, қатъиймас ва лингвистик ўзгарувчилар кортежлари берилган.

3. Сунъий тафаккур тизимларида билимларни олишнинг учта: билимларни эгаллаш; билимларни шакллантириш; билимларни ажратиб олиш стратегиялари тавсифи берилган. Ҳозирда келиб билимларни шакллантириш технологияси “*берилганлар базасида билимларни кашф қилиш*” (knowledge discovery in database, KDD), ёки оддий қилиб “*берилганларни топиш*” (data mining, DM) .

KDD ошқормас, олдиндан номаълум ва потенциал равишда фойдали маълумотларни берилганлардан ажратиб олишнинг содда бўлмаган жараёнидир.

4. Сунъий нейрон тўри технологияси ёрдамида билимларни ажратиб олишда минимал конфигурацияли СНТ ёрдамида танловдан билимларни ажратиб олишнинг тамойиллари келтирилган Уларда “*кетма-кет ўчириш*” процедурасини фойдаланган ҳолда танлов қопламасини қуришнинг турли схемалари қаралган. Билимлар манбаи сифатида қопламалар кесишмаси, миқдорий ва сифат аломатларининг синфларга ажратишидаги улуши, СНТ нинг нейронларнинг бир бир қисмини йўқотгандаги тўғрунлиги хизмат қилиши мумкинлиги тўғрисидаги мулоҳаза қилинган.

Иккинчи бобда умумлашган кўрсаткичларни ҳисоблаш усуллариининг таҳлили келтирилган бўлиб, унда:

1. Умумлашган кўрсаткичлар ва уларнинг қўлланишларидан инсон фаолиятининг турли соҳаларида умумлашган баҳо усулини қўллаш ҳолатлари келтирилган. Кўп ўлчамли, мураккаб ҳодисалар ва жараёнларнинг тадқиқ қилишда долзарб муаммолардан бири – бу шу жараёнларни тавсифловчи кўрсаткичлар комплекси бўйича жамловчи, умумлашган баҳоларини қуришдир. Умумлашган кўрсаткичлар асосида корхоналар ва ташкилотларни бошқариш, уларни молиявий барқарорлигини баҳолаш, шахснинг психологик ҳолатини баҳолаш, беморнинг касаллик даражасини аниқлаш ва шу каби бошқа масалаларни ечишда қўлланиши мумкин. Умумлашган кўрсаткичларни қуришнинг турли хил йўллари мавжуд бўлиб, шулар ичидан Эксперт баҳолари усули, Балансланган кўрсаткичлар тизими, Рейтинг баҳолаш, Потенциаллар назарияси қўллаш усули, Шажаравий

таҳлил усули, Пропорционаллик усули ҳақидаги қисқа маълумотлар келтирилган;

2. Сунъий нейрон тўри технологияси асосида умумлашган баҳони аппроксимация қилиш. Унда объектнинг синфга тегишлигининг умумлашган баҳосини ҳисоблаш танловдаги синфларга ажратилган объектларнинг мавжуд ва мақсад аломат деб ҳисобланувчи умумлашган баҳоларидан аппроксимация қилиш қаралган. Миқдорий ва номинал аломатлар фазосида мақсад аломатни (умумлашган кўрсаткични) аппроксимация қилишда қуйидаги келишув қабул қилинади:  $Y$ -мақсад аломат қийматлари тўплами миқдорий шкалада ўлчанади,  $X_1, \dots, X_n$  боғлиқ аломатлардан  $r$  таси миқдорий ва  $n - 1$  таси номиналдир. Мақсад аломатни аппроксимация қилиш  $e^{-\alpha_r * \varphi(s^r, s)}$  радиал-базисли функция воситасида амалга оширилади.

Учинчи бобда турли тоифадаги (миқдорий ва номинал) аломатлар фазосида тавсифланган ўзаро кесишмайдиган синфларга ажартилган объектлар танлови учун умумлашган баҳони ҳисоблашнинг усуллари, ҳамда уларнинг тадқиқоти, қўлланиши бўйича тажрибалар таҳлили бўйича маълумотлар келтирилган.

1. Танлов объектларини ҳар бир миқдорий аломатининг тартибланган қийматлари кетма-кетлигида объектларни синфларга максимал ажратувчи критерияга, ҳамда номинал аломатларнинг синф ичидаги ўхшашлик ва синфлар ташқарисидаги фарқланишга асосланган умумлашган баҳони ҳисоблаш формула қаралган ва гипертония касаллиги ва дориларни VEN гуруҳларга ажралиши бўйича танловларда ҳисоблаш тажрибаси ўтказилган. Олинган натижаларга изоҳ берилган, айримлари қатъиймас мантиқ формализмидаги лингвистик ўзгарувчилар воситасида изоҳланган.

Умумлашган баҳоси ҳисоблаш усули ёрдамида танловдаги синфлар жуфтлигини учун уларни ўзаро ажралганлик даражасини ҳисоблашга қўлланиш мумкинлиги кўрсатилган.

2. Миқдорий аломатнинг тартибланган қийматлари кетма-кетлигида объектларни иккита синфга максимал ажралиши намоён бўладиган интервалларни қуриш ва шу асосда объектларнинг бирорта синфга тегишлигининг умумлашган баҳосини ҳисоблаш формуласи қаралган. ва у боғлиқ қуйидагилар ечилган:

- объектларни синфларга коррект ажралишини таъминлаган ҳолда аломатлар фазоси ўлчамини қисқартириш масаласи қаралган ва тажриба синови ўтказилган;

- аломатлар жуфтлигини комбинация қилиш билан латент аломатларни ҳосил қилиш ва шу орқали тартибланган умумлашган баҳолар кетма-кетлигида объектларни синфга ажралишининг қатъий чегарасига эришиш масаласи қаралган.

## Адабиётлар

1. Андон Ф.И., Балабанов А.С. Выявление знаний и изыскания в базах данных: подходы, модели, методы и системы (обзор)// Проблемы программирования. 2000. № 1-2, С. 513-526.
2. Будущее искусственного интеллекта.-М.: Наука, 1991.- 302 с.
3. Буцев А.В., Первозванский А.А., Локальная аппроксимация на искусственных нейросетях // Автоматика и телемеханика.-1995.-№ 9.-С.127-136.
4. Вапник В.Н. Восстановление зависимостей по эмпирическим данным. - М.: Наука, 1979. - 447 с.
5. Гаврилов А.В. Системы искусственного интеллекта.-Новосибирск: НГТУ, 2004.-59с.
6. Гаврилова Т.А., Червинская К.Р. Извлечение и структурирование знаний для экспертных систем. -М.; Радио связь, 1992.-200с.
7. Джексон П. Введение в экспертные системы.-Издательский дом «Вильямс», 2001.-624с.
8. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976. 165 с.
9. Зимин Н.Е. Анализ и диагностика финансового состояния предприятия //Учебное пособие. – М. : ИКФ «ЭКМОС», 2004. – 240 с.
10. Зуев С.М. Статистическое оценивание параметров математических моделей заболеваний. М.: Наука, 1988.- 176 с.
11. Игнатьев Н. А. Выбор минимальной конфигурации нейронных сетей // Вычислительные технологии.- Новосибирск, 2001.- Т. 6, № 1.- С. 23 - 28.
12. Медик В. А., Токмачев М. С., Фишман Б. Б. Статистика в медицине и биологии.Том2: Прикладная статистика здоровья. – М.: Медицина, 2001. – 352 с.
13. Игнатьев Н. А., Мадрахимов Ш.Ф. О мерах сложности и неопределённости решения задач классификации в искусственных нейронных сетях// Доклады АН РУз, 2007 г, №1, С.32-35.
14. Игнатьев Н.А. Аппроксимация непрерывных функций через синтез нейронных сетей с минимальной конфигурацией // Вычисл. технологии. 2009. Т. 14, № 1. С. 80 - 84.
15. Игнатьев Н.А. Извлечение явных знаний из разнотипных данных с помощью нейронных сетей // Вычислительные технологии.- Новосибирск, 2003.- Т. 8, № 2.- С. 69 - 73.
16. Игнатьев Н.А. К вопросу построения эффективных нейронных сетей для данных, описываемых разнотипными признаками // Вычислительные технологии.- Новосибирск, 2001.- Т. 6, № 5.- С. 34 - 38.
17. Игнатьев Н.А. Синтез факторов в искусственных нейронных сетях// Вычислительные технологии.- Новосибирск, 2005.- Т.10, №3. - С. 32 - 38.
18. Игнатьев Н.А., Мадрахимов Ш.Ф. Линейные оболочки как способ выбора минимальной конфигурации нейронных сетей//Межд. научная конф. по мат.логике. Тезисы докладов. Новосибирск, 1999, 10-11 август, С.56.

19. Игнатъев Н.А., Мадрахимов Ш.Ф. О некоторых способах повышения прозрачности нейронных сетей// Вычислительные технологии.- Новосибирск, 2003.-Т.8, №6.- С.31-37.

20. Игнатъев Н.А., Мадрахимов Ш.Ф. Экспертная система над множеством алгоритмов синтеза нейронных сетей//Труды Республиканской конференции «Проблемы алгоритмического программирования», Ташкент, 2000, С.4.

21. Игнатъев Н.А., Мадрахимов Ш.Ф., Хуррамов А.Х. Интервальный метод вычисления обобщённых оценок // Труды конференции Актуальные проблемы прикладной математики и информационных технологий –Аль Хорезми 2009, Ташкент, 18-21 сентября, 2009, Том 1, с 154-155.

22. Игнатъев Н.А., Мадрахимов Ш.Ф., Юлдашев Р.У. Искусственные нейронные сети с минимальной конфигурацией и задачи прогнозирования в метеорологии Узбекский журнал «Проблемы информатики и энергетики». 2009, № 1, С.16-21.

23. Игнатъев Н.А., Матлатипов Г.Р. Автоматическое выдвижение гипотез в системе усиления интеллекта // Вестн. ТашГУ. - 1998.- № 3. - С. 22 - 25.

24. Круглов В. В., Дли М. И., Голунов Р. Ю. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети: Учебное пособие - М.: Издательство Физико-математической литературы, 2001. - 224 с.

25. Мадрахимов Ш. Ф., Хуррамов А. Х. Умумлашган кўрсаткичлар тегишлилик функцияси қийматлари сифатида // Узб. журнал «Проблемы информатики и энергетики». – Ташкент: Фан, 2009. – № 6. – С. 82 – 87.

26. Мадрахимов Ш.Ф., Хуррамов А.Х. Вычисление устойчивости классифицированных объектов в разнотипном признаковым пространстве// Труды десятой международной конференции по финансово-актуарной математике и эвентоконвергенции технологий. Красноярск. 2011. стр. 224-225.

27. Мадрахимов Ш.Ф., Хуррамов А.Х. Объектлар умумлашган баҳоларини ҳисоблаш учун турли тоифадаги аломатларнинг минимал тўпламини танлаш// ЎЗМУ хабарлари, М.Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети илмий журнали, Тошкент, «Университет», 2010, №3, 112-115 б.

28. Мадрахимов Ш.Ф., Хуррамов А.Х. Умумлашган кўрсаткичлар тегишлилик функцияси қийматлари сифатида// Узб. журнал «Проблемы информатики и энергетики».- Ташкент:Фан, № 6, 2009, стр. 82-87.

29. Медик В. А., Токмачев М. С., Фишман Б. Б. Статистика в медицине и биологии. Том 2: Прикладная статистика здоровья. – М.: Медицина, 2001. – 352 с.

30. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1993.

31. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. М.: Радио и связь. 1991-224 с.



32. Суюнов Н. Д. Бронхиал астма касаллигида ишлатиладиган дори воситаларининг самарадорлигини эксперт баҳолаш усули ёрдамида аниқлаш // O`zbekiston tibbiyot jurnali. –2006. – №5. – Б. 49 – 52.

33. Мадрахимов Ш.Ф., Суюнов Н. Д., Хуррамов А.Х., Икромов Г.М. Интеллектуал таҳлил усуллари билан дори воситаларининг VEN гуруҳга тегишлигининг умумлашган баҳосини ҳисоблаш// ЎзМУ хабарлари, М.Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети илмий журнали, Тошкент, «Университет», 2013, №2, 95-98 б.

34. Терехов В.А., Ефимов Д.В., Тюкин И.Ю. Нейросетевые системы управлени. М.: Высш. школа, 2002. 184 с.

35. Шаланов Н.В. Математическая экономика. – Новосибирск : НГИ, 2005. –259 с.

36. Черныш П.П. Системно-симметричный подход в оценке индивидуальной нормы и эффективности лечения хронической сердечной недостаточности у больных ишемической болезнью сердца. Диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук – Ташкент, 2003, 156 с.

37. Карпов Л. Е., Юдин В. Н. Методы добычи данных при построении локальной метрики в системах вывода по прецедентам// Препринт ИСП РАН, 2007, 28 с. ([http://citforum.ru/consulting/BI/data\\_mining/](http://citforum.ru/consulting/BI/data_mining/)).

38. Терова И.К. Статистические методы построения обобщенных оценок воспроизводственного процесса развития хозяйствующего субъекта // Научные записки НГУЭУ : [Электрон. науч. изд.]. 2007. Вып. 2 / редкол.: С.А. Смирнов (отв. ред.) [и др.]. – Новосибирск : НГУЭУ, 2007.

## Илова

### Гипертония касаллиги бўйича берилганлар базаси (танлов)

Объектлар сони -147 та.

Аломатлар сони – 30 та.

Шулардан:

1-аломат: Деярли соғлар в касаллар – номинал.

Градациялар сони 2 та: 1-Деярли соғлар, 2-Касаллар.

Микдорий аломатлар:

2- Ёш;

3- Бўй;

4- Вазн;

5- Систолик артериал босим (САБ);

6- Диастолик артериал босим (ДАБ);

7- ЭКГ га нисбатан RR интервал узунлиги (RR);

8- ЭКГ га нисбатан PQ интервал узунлиги (PQ);

9- ЭКГ га нисбатан QT интервал узунлиги (QT) ;

10- ЭКГ га нисбатан QRS интервал узунлиги (QRS);

11- Чап юраколди бўшлиғининг ўлчами (ЧЮОБЎ);

12- Чап қоринчанинг чегаравий систолик ўлчами (ЧҚЧСЎ);

13- Чап қоринчанинг чегаравий диастолик ўлчами (ЧҚЧДЎ);

14- Систолада чап қоринчанинг олд-орқа ўлчамининг қисқариш даражаси (ЧҚСКД);

15- Ўртача артериал босим (ЎАБ);

16- Пульсли артериал босим (ПАБ);

17- K1 коэффиценти (K1);

18- K2 коэффиценти (K2);

19- Систолик кўрсаткич (СК);

20- Систола давом этиши (СДЭ);

21- Диастола давом этиши (ДДЭ);

22- Чап қоринча систолик ҳажмининг чегараси (ЧҚСЎЧ);

23- Чап қоринчанинг диастолик ҳажми чегараси (ЧҚДЎЧ);

24- Томир уриш частотаси (ТУЧ);

25- Зарба ҳажми (ЗХ);

26- Минутдаги ҳажм (МХ);

27- Юрак индекси (ЮИ);

28- Отилиб чиқиш фракцияси (ОЧФ);

29- Солиштирма периферик қаршилик (СПК);

30- Кердо индекси (Kerde).

Танлов 1-аломат бўйича иккита синфга ажратилган:

1-синф “Касаллар” (36 та объект) ;

2-синф “Соғлар” (111 та объект) .

### Танлов қисмининг (“объект-аломат” жадвалининг) кўриниши

1	64	172	88	200	130	0.88	0.14	0.4	0.08	3.8	3.9	5.6	68	153.33	70	0.614	0.667	0.455	0.4	0.48	65.91	153.66	30.36	87.75	5.97	2.993	0.571	51.23	-91.2
1	49	174	74	170	110	0.66	0.14	0.32	0.1	2.9	3	5	75	130	60	0.6	0.646	0.45	0.32	0.44	35	118.24	40	83.24	6.24	3.342	0.704	38.9	-46.7
1	78	173	84	150	90	0.76	0.14	0.4	0.06	4	4.5	6.5	79	110	60	0.711	0.685	0.526	0.4	0.36	92.45	216	30.77	123.55	9.76	4.972	0.572	22.12	-13.9
1	62	170	95	160	110	0.68	0.14	0.36	0.08	4.2	4.3	5.95	88	126.67	50	0.735	0.64	0.529	0.36	0.32	83.07	176.59	27.73	93.52	8.23	4.031	0.53	31.43	-25
1	69	184	83	160	100	0.88	0.16	0.4	0.06	4.2	3.7	5.4	68	120	60	0.636	0.661	0.455	0.4	0.48	58.13	141.31	31.48	83.19	5.66	2.77	0.589	43.33	-47.1
1	57	165	60	180	110	0.68	0.14	0.34	0.1	3.4	3.5	4.9	88	133.33	70	0.706	0.604	0.5	0.34	0.34	50.87	112.81	28.57	61.95	5.45	3.314	0.549	40.24	-25
1	57	165	91	170	100	0.64	0.2	0.36	0.1	3.3	3.4	5.1	94	123.33	70	0.875	0.554	0.563	0.36	0.28	47.44	123.81	33.33	76.37	7.18	3.659	0.617	33.71	-6.4
1	48	154	74	140	90	0.94	0.12	0.36	0.08	3.3	3.4	3.9	64	106.67	50	0.511	0.667	0.383	0.36	0.58	47.44	112.81	30.61	65.38	4.18	2.447	0.58	43.59	-40.6
1	50	168	97	150	90	0.72	0.19	0.34	0.08	2.8	2.8	4.3	83	110	60	0.736	0.566	0.472	0.34	0.38	29.55	83.07	34.88	53.52	4.44	2.175	0.644	50.58	-8.4
1	49	186	95	150	90	0.82	0.2	0.36	0.09	4.2	3.9	5.65	73	110	60	0.683	0.563	0.439	0.36	0.46	65.91	156.84	30.97	90.93	6.64	3.046	0.58	36.12	-23.3
1	39	166	79	180	120	0.76	0.14	0.4	0.08	3.6	4.2	5.8	79	140	60	0.711	0.667	0.526	0.4	0.36	78.58	166.56	27.59	87.98	6.95	3.744	0.528	37.39	-51.9
1	36	178	78	130	80	0.92	0.16	0.32	0.07	3.5	3.6	5.3	65	96.67	50	0.522	0.594	0.348	0.32	0.6	54.43	135.34	32.08	80.91	5.26	2.708	0.598	35.7	-23.1
1	35	182	100	140	100	0.96	0.14	0.34	0.08	4.1	3.9	6	63	113.33	40	0.5	0.625	0.354	0.34	0.62	65.91	180	35	114.09	7.19	3.278	0.634	34.57	-58.7
1	69	162	80	150	90	1.28	0.2	0.36	0.06	3.8	3.4	5.3	47	110	60	0.438	0.589	0.281	0.36	0.92	47.44	135.34	35.85	87.91	4.13	2.253	0.65	48.81	-91.5
1	73	175	80	170	100	0.96	0.16	0.36	0.04	3.6	3.9	5.8	63	123.33	70	0.542	0.654	0.375	0.36	0.6	65.91	166.56	32.76	100.65	6.34	3.27	0.604	37.71	-58.7
1	70	165	80	180	90	0.7	0.16	0.36	0.09	3.8	4.3	6	86	120	90	0.743	0.606	0.514	0.36	0.34	83.07	180	28.33	96.93	8.34	4.487	0.539	26.75	-4.7
1	42	194	100	200	120	0.82	0.12	0.38	0.09	4.2	3.9	6	73	146.67	80	0.61	0.67	0.463	0.38	0.44	65.91	180	35	114.09	8.33	3.627	0.634	40.44	-64.4
1	49	170	92	200	110	0.64	0.12	0.32	0.06	3.7	4.6	6	94	140	90	0.688	0.659	0.5	0.32	0.32	97.34	180	23.33	82.66	7.77	3.858	0.459	36.29	-17
2	24	180	60	110	70	0.8	0.12	0.36	0.08	3	3.4	5.2	75	83.33	40	0.6	0.667	0.45	0.36	0.44	47.44	129.51	34.62	82.07	6.16	3.513	0.634	23.72	6.667
2	20	172	61	110	70	0.88	0.16	0.4	0.08	3.2	3.2	5	68	83.33	40	0.636	0.643	0.455	0.4	0.48	40.96	118.24	36	77.28	5.26	3.078	0.654	27.07	-2.941
2	21	172	64	120	80	0.64	0.18	0.32	0.08	3.2	2.7	4.7	94	93.33	40	0.781	0.56	0.5	0.32	0.32	27.02	102.36	42.55	75.34	7.08	4.065	0.736	22.96	14.984
2	19	172	64	120	80	0.8	0.12	0.36	0.06	3.1	3.1	4.9	75	93.33	40	0.6	0.688	0.45	0.36	0.44	37.92	112.81	36.73	74.9	5.62	3.224	0.664	28.95	-6.667
2	58	168	72	130	80	0.8	0.16	0.36	0.1	3.2	3.3	5.1	75	96.67	50	0.65	0.596	0.45	0.36	0.44	44.13	123.81	35.29	79.67	5.98	3.319	0.644	29.12	-6.667
2	20	170	62	120	80	0.8	0.16	0.36	0.08	3	3.2	5.1	75	93.33	40	0.65	0.615	0.45	0.36	0.44	39.42	123.81	38.24	84.39	6.33	3.713	0.682	25.14	-6.667
2	19	176	70	120	70	0.92	0.16	0.36	0.08	3	2.9	5	65	86.67	50	0.565	0.615	0.391	0.36	0.56	32.21	118.24	42	86.03	5.59	3.039	0.728	28.52	-7.692
2	68	165	62	120	80	0.72	0.14	0.36	0.08	3.2	3.6	5.2	83	93.33	40	0.694	0.64	0.5	0.36	0.36	54.43	129.51	30.77	75.08	6.23	3.736	0.58	24.99	3.614