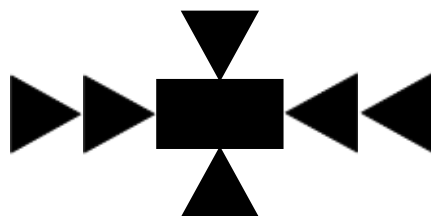


УРГАНЧ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ

Юсупов Д.Ф.



**НЕЙРОН ТҶУРЛАРИ ВА УНДАН  
ЎҚУВ ЖАРАЁНИДА ФОЙДАЛАНИШ  
МУАММОЛАРИ**



Урганч – 2018

Юсупов. Д. Ф Нейрон тўрлари ва ундан ўқув жараёнида фойдаланиш муаммолари/Ўқув услубий қўлланма. Урганч. УрДУ: 2018. – 88 б.

Янги компьютерлашган, нейротехнологияга асосланган, ахборот технологияларидан фойдаланиш натижасида ўқув жараёни индивидуаллашади, информатика фанини (бошқа фанларда ҳам) ўзлаштиришда ўқувчиларда янги мотивлар пайдо бўлади, ўқувчи-ўқитувчи тизимида тескари боғланиш кучли рол ўйнайди, билимларни баҳолашнинг объективлиги ортади, статистик маълумотларни йиғиш енгиллашади, ўқувчиларда билимларни ўзлаштиришнинг айрим жихатлари (яхши, паст) яққол намоён бўлади, ўқитувчида машғулот структурасини ўзгартириш имконияти (ўқувчиларнинг дастлабки тайёргарлик даражасига мос равишда) пайдо бўлади, ўқув жараёнини дифференциаллашга имкон яратади, мавзунини, фанни ўзлаштириш даражасини оширади, унга бўлган қизиқишни орттиради. Ўқув жараёнида компьютерлашган замонавий нейротехнологияларидан фойдаланиш ўқитувчинини техникавий ва технологик жихатдан қўллаб қувватлайди, ўқувчилар билан жонли мулоқот қилиши натижасида анчагина вақтни тежашга эришилади, натижада ўқувчилар билан бўладиган мулоқот инсоний ҳамда индивидуал тарзда, ўзаро яқин муносабатда, уста-шогирд кўринишида солир бўлади.

Мазкур ўқув-услубий қўлланма профессор ўқитувчиларнинг кенг оmmasига мўлжалланган бўлиб ундан ўқув жараёнини фаоллаштиришнинг замонавий усул методлари бўйича илмий методик изланишлар олиб бораётган мутахассислар ҳам фойдаланиши мумкин.

Тақризчилар:

ТАТУ Урганч филиали “Ахборот таълим технологиялари” кафедраси муdiri  
п.ф.н. Аширова А.И.

УрДУ “Информатика ва АТ” кафедраси муdiri  
т.ф.н.,доц. Матлатипов Ғ.

Ўқув услубий қўлланма УрДУ илмий-методик  
кенгашининг рухсатномаси билан  
чоп қилишга тавсия қилинди

Баённома № 5 «11» февраль\_ 2018 й.

## КИРИШ

Мавзунинг долзарблиги. Ўзбекистон мустақилликка эришгач, ҳаётимизнинг барча жабҳаларида бўлганидек, таълим тизимида ҳам ислохотлар йўлга қўйилдики, бунда таълим-тарбия жараёнига замонавий ахборот технологияларини олиб кириш, таълимни компьютерлаштириш муаммоларини ҳал қилиш муҳим аҳамият касб этади. Хусусан, Ўзбекистон Республикаси Президенти И. Каримовнинг 2002 йил 30 майдаги “Компьютерлаштиришни янада ривожлантириш ва ахборот-коммуникация технологиялари (АКТ) ни жорий этиш тўғрисида”ги Фармони, Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2002 йил 6 июндаги “Компьютерлаштиришни янада ривожлантириш ва ахборот–коммуникация технологияларини жорий этиш чора-тадбирлари тўғрисида”ги Қарори, Қарорга илова қилинган “Компьютерлаштиришни ва ахборот–коммуникация технологияларини ривожлантиришнинг 2002-2010 йилларга мўлжалланган Давлат дастури” қабул қилинди. Мазкур дастурлар доирасида Республика олий таълим муассасаларида ахборот технологияларини таълим жараёнида қўллашни янги усул ва воситалар ёрдамида ташкил этиш, масофадан туриб ўқитиш ва компьютерлаштирилган анжуманлар ўтказишга эришиш, электрон дарсликлар яратиш ва уларни ўқув-тарбия жараёнида қўллашга қаратилган тадбирлар, таълимни ислоҳ қилиш бўйича нуфузли лойиҳалар, илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда.

«Кадрлар тайёрлаш миллий дастури» таълим тизими олдида янги педагогик ва ахборот технологияларини ишлаб чиқиш ва уларни ўқув-тарбия жараёнига қўллаш масалаларини режалаштириб, узлуксиз таълим босқичларида ўқув жараёнини ахборот технологиялари билан

таъминлашни юксалтириш каби долзарб муаммоларни ҳал қилиш вазифаларини кўндаланг қилиб қўймоқда.

Замонавий психология-дидактика илмида, ўқув жараёнини илмий техникавий тараққиётининг гуркираб ривожланаётган ахборот ва компьютер технологияларининг имкониятларини ҳисобга олган ҳолда ташкил қилишда, илмий методологик асосда ўқув материални таркибини танлашда ҳамда уни ахборот коммуникация технологияларига мос равишда структуралаштиришга, ёндашишга етарлича методология ва технология ишлаб чиқилмаган. Ҳозирги шароитдаги ҳеч бир ўқув предмети (фани) интеграллашган автоматлаштирилган ўқитиш концепциясига тўлақонли жавоб бера олмайди. Натижада ахборот коммуникация воситаларидан (АКВ) ўқув амалиётида фойдаланиш жуда катта қийинчиликлар туғдирмоқда ёки умуман олганда бундай ёндашувлар самарасиз бўлиб чиқмоқда, чунки ўқув материални тўғридан-тўғри АКВ зиммасига юклашдан ҳеч қандай наф йўқ. Шу боисдан ҳам ўқув предмети фаннинг назарий жиҳатдан таркибий қисмларини танлаш ва уни АКВ дан унумли фойдаланиш учун ўқув материални мантиқ тамойиллари асосида структуралаштириш, мантиқан тугалланган таянч тушунчалар тўплами даражасида тавсифлаш, таянч элементлар асосида фанни ўрганишнинг мантиқли граф-схемасини куриш ва унинг асосида АКВ ёрдамида предметни ўзлаштиришнинг ўқув жараёнини самарали ташкил қилиш долзарб муаммолардан бири ҳисобланади.

Бунинг натижасида ўқув предметининг илмий жиҳатдан мантиқий асосланганлиги, аниқлик, тушунарлилик, мантиқий изчиллик ҳамда АКВдан унумли фойдаланиш даражасининг мукамаллашганлиги таъминланади, яна шуни таъкидлаш жоизки, предметнинг структуралаштирилган мантиқли схемаси электрон дарсликлар яратиш учун асос бўлиб хизмат қилади.

Бу муаммо анча вақтлардан буён мавжуд бўлиб, замонавий дидактикада асосий ўринлардан бирини эгаллайди. Мазкур муаммони ечиш, ҳал қилишнинг ҳар хил усуллари чет эллик олимларнинг ишларида ўз аксини топган, чунончи, В.А.Беликов, М.А.Данилов, Ю.И.Дик, Л.В.Занков, Л.В.Зорина, А.Н.Крутский, В.Н. Мощанский, В.Г.Разумовский, К.М.Сосницкий, А.М.Сохор, А.И.Уман, А.В.Устава, В.Ф.Шаталов, П.М.Эрдниев ва бошқалар.

Дидактикада кўп йиллардан буён эмпирик педагогик тамойиллар тизими мавжуд, унга асосланиб, мос равишда ўқув материални танлаш, ташкил қилиш ва мантиқан структуралаштириш мумкин. Бироқ реал шароитларда буни амалга ошириб бўлмайди, чунки ишлаб чиқилган тамойиллар, методологиялар умумий характерга эга ва шу боисдан ҳам уни замонавий АКВ талабларини ҳисобга олган ҳолда технологиялаштиришни талаб қилади. Қатъий илмий асосга таянган ҳолда предметнинг таркибий қисмини амалий жиҳатдан танлаш, созлаш ва структуралаштириш оддийдан мураккабга, абстракт мушоҳодадан аниқ тафаккурга қараб бориш тамойиллари асосида дидактик талаблар мажмуасини ишлаб чиқиши зарур.

Шундай қилиб, бу муаммо анча вақтдан буён мавжуд бўлса ҳам ўзини долзарблигини йўқотгани йўқ, чунки бу муаммо на фақат назарий жиҳатдан, на фақат амалий жиҳатдан узил кесил ечимини топган эмас.

Техника олий ўқув юртларида муҳандисларни тайёрлаш жараёнини такомиллаштиришга ва уларнинг касбий тайёргарлигига қўйилган давлат таълим стандартлари талабларини амалга оширишга оид илмий-тадқиқот, лойиҳа-амалиёт ишларини олиб бориш, жумладан, фанларни мантиқий граф-схема асосида нейро технология услубларидан фойдаланиб ўқитишни фаоллаштирувчи методология ва технологияларни ишлаб чиқиш, бўлажак муҳандисларда касбий фаолиятга оид ўқув-тарбия жараёнини самарали

ташқил этишнинг шакл, метод ва воситалари, янги педагогик ва ахборот технологияларини ўқув жараёнига қўллаш методлари, “Информатика ва АТ” фанини бошқа фанлар билан узвийлигини ҳисобга олган ҳолда, мантиқий структуралаштирилган тарзда ўқув жараёнини ташқил қилиш учун ўқув-услубий таъминотларни яратиш каби ишларнинг етарли даражада олиб борилмаётганлиги мазкур илмий-методик ишнинг долзарблигини белгилайди.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Мамлакатимиз ва хорижда олиб борилаётган таълим тизимини такомиллаштириш ишларида ахборот ва коммуникация технологияларидан фойдаланиш жараёнини ўқитишни ташқил қилишда инновацион ёндашишни ривожлантирувчи ва таълим жараёнларини модернизация қилиш фаол усулларидан бири сифатида қаралмоқда.

Олий ва умумий ўрта таълимда ўқитиладиган ўқув предметларининг материаллари асосида билимларни умумлаштириш ва аниқ бирор фаннинг ўқув материални структуралаштириш масаласига хорижий олимлардан И.В. Акимова, Ю.Д. Апиш, А.И. Архипова, Ю.М. Аскерко, И.В. Буров, С.А. Бутаков, Л.П. Воронина, Д.В. Данилов, А.Н. Дробахин, Е.Г. Ерофеев, В.В. Мултановский, И.П. Попов, О.Е. Филипов, Л.С. Чернишев, Б.П. Эрдниева ва бошқалар, республикаимиз олимларидан А.А. Абдуқодиров, М.Арипов, Р.Ҳ. Ҳамдамов, И. Исоқов, А. Хайитов ва бошқаларнинг ишларини келтириш мумкин.

Бироқ, ўрганилган ва таҳлил қилинган ишларда кўп эътибор ўрта мактаб ўқув предметини ҳар хил структуралаштиришга бағишланган, олий таълимнинг мураккаб предмети ҳисобланган “Информатика ва АТ” фанини бирор методик, мантиқий мезонлар асосида структуралаштириш муаммолари ва нейро тармоқ технологияси асосида ўқитиш муаммолари деярли ўрганилмаган. Бундан ташқари, мустақил тарзда (ўқитувчи ёки

талаба) фанни мантиқий таркибий қисмларга, структураларга ажратиш методикаси, услублари, ёндашувлари ишлаб чиқилмаган. Худди шундай, илмий тадқиқот ишларида структуралаштирилган ўқитиш методлари, услублари яхши ёритилмаган. И.Я. Лернернинг таъкидлашича, фанни мантиқий структуралаштирилган тарзда ўқитиш талабаларда олдиндан тушунган ҳолда билим олиш фаолиятини шакллантиради ва ижодий ишлашга (таҳлил қилиш, синтез қилиш, умумлаштириш, солиштириш, таққослаш, билимларни янги ҳолат даражаларига кўтариш, ўтказиш) бўлган интилишларини, ҳаракатларини кучайтиради.

Шундай қилиб, “Информатика ва АТ” фани бўйича талабаларнинг кейинги босқичларда ўқиш самарадорлигини ошириш, фаоллаштириш учун ўқув материални ўзлаштириш даражасини янада ошириш масаласи бир томондан ва иккинчи томондан абитуриентларнинг мазкур фан бўйича тайёргарлик даражасининг пастлиги, ҳамда ОТМда фанни ўқитишнинг яхши мотивацияланмаганлиги, талабани ўқув материали билан мустақил ишлаш кўникмасининг тараққий этмаганлиги масаласи ўртасидаги қарама-қаршилиқни ажратиб кўрсатишимиз мумкин. Бу масаланинг тўлиқ ечимини топиш жуда мураккаб муаммо ҳисобланади ва бу қарама-қаршилиқ бизнинг олиб бораётган илмий изланишларнинг долзарблигидан далолат беради.

Фанни ўқитиш жараёни, унинг структуралашган методлари асосида ташкил қилинганда талабаларда фанга бўлган қизиқиш ортади, натижада талабаларда шахснинг шаклланиши, ўзини кўрсата билиш жиҳатлари намоён бўлади, унинг билим олиш фаолияти фаоллашади, ривожланади, ўқув материали билан ишлашнинг шахсий стили шаклланади, предметни замонавий компьютерлашган нейро тармоқ технологиялари асосида мустақил ўрганиш назариянинг элементларини мантиқий жиҳатдан тўғри тушуниб етиш имконияти ва уни тадбиқ қилиш жиҳатлари шаклланади.

Таҳлил қилган ишлардаги фаннинг таркибий қисмларини структуралаштиришнинг шакл ва методлари ОТМга тегишли бўлган фанларнинг мураккаблик даражасини, иерархик кўринишини, ўқув материални кўп поғонали мантиқий структурасини ҳисобга олмайди, талабаларда ОТМ даражасида ўқув ахборотлари билан мустақил ва маҳсулдор ишлашни, структурали-ташқиллаштирилган билимларни таҳлил ва синтез қилиш қобилиятини ривожлантиришга тўлиқ жавоб бера олмайди, ўрганилаётган муаммони таҳлил қилиш ҳолати ОТМдаги ўқув предметини структуралаштириш бўйича янги методик услубларни, компьютерлашган нейро технология ўқитиш услубларини ўқув жараёнига қўллашни, янги методик, методологик ечимларни излаш заруратини келтириб чиқаради.

Энди нейрон тўрлари ҳақида қуйидаги мулоҳазаларни келтиришимиз мумкин. Нейрон тўрлари жуда янги ҳисобланган ва янада келажаги порлоқ ҳисоблаш технологиясидир, унинг ёрдамида халқ хўжалигининг турли соҳаларига оид динамик масалаларни ўрганиш, унинг асосида самарали ечимлар қабул қилиш мумкин, чунончи иқтисодиёт, техникавий объектларни бошқариш, технологик жараёнларни назорат қилиш ва шу каби соҳаларда. Эндиликда нейрон тўрларидан ўқув жараёнини таҳлил қилиш ва методик бошқариш масалаларини ҳал қилишга тадбиқ этилмоқда. Нейрон тўрлари, даставвал, образларни англаш соҳасида ўзининг янги самарали имкониятларини очиб берди, ундан кейин бунга статистик ва суний интеллект методларига асосланган ечим қабул қилувчи жараённи ҳамда молия соҳасидаги масалаларни ечишни қўллаб-қувватловчи воситалар қўшилди.

Ночизикли кечадиган жараёнларни моделлаштиришга бўлган, шовқинли маълумотлар билан ишлаш ва мослашиш имкониятлари техника-иқтисодий соҳанинг кенг кўламдаги масалаларни ечиш учун нейрон



тўрларини тадбиқ қилиш, ундан фойдаланиш жуда катта имкониятлар яратади. Охириги ўн йиллар мобайнида нейрон тўрлари асосида жуда кўп миқдорда дастурий воситалар мажмуаси, системасини яратилди ва улардан муваффақиятли фойдаланиб келинмоқда, чунончи, маҳсулот олди-соти бозоридаги амалларни бажаришда, банкнинг банкротини (кризисини, инқирозини) эхтимолигини баҳолашда, банкнинг кредит бериш фаолиятини баҳолашда, инвестицияларни назорат қилишда, заёмларни жойлаштиришда ва ҳақозаларда.

Нейрон тўрларининг қўлланилиш соҳалари, иловалар турли-туман соҳаларни ўз ичига олади: образларни англаш, шовқинли маълумотларни қайта ишлаш, образларни тўлдириш, ассоциатив излаш, классификациялаш, оптималлаш, башоратлаш, диагноз қўйиш, сигналларни қайта ишлаш, абстрактлаш, жараёнларини бошқариш ва назорат қилиш, маълумотларни сисментлаш, ахборотларни сиқиш жипислаштириш, мураккаб акслантириш, мураккаб жараёнларни моделлаштириш, машинали кўриш (электрон кўз), нутқни англаш ва башқалар.

Нейрон тўрларидан фойдаланишнинг моҳияти иқтисодий соҳада шундан иборатки, бу янги усул, метод олдинги анъанавий ишлатиб келинаётган методларни истисно, четга суриб ташламайди яъни велосипедни янгидан яратмайди, балки бу нейрон тўрлари юқорида келтирилган масалаларни ечиш учун яратилган, янги имкониятларга эга ҳисоблаш воситасидир.

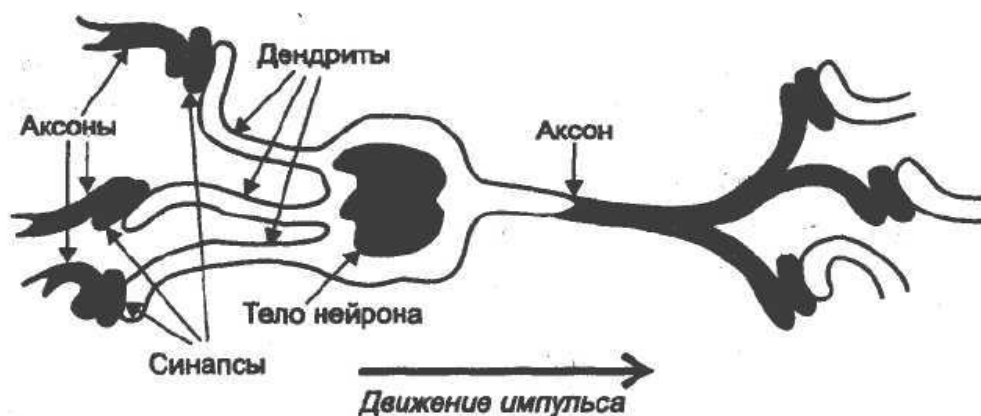
## 1. Нейрон тўрларини тарихи ва унинг асосий компоненталари

Электрон - ҳисоблаш техникасининг янада барқ уриб ривожланиш даврида, яъни XX аср ўрталарида соҳа олимлари ва инженер-конструкторлари орасида типик, намунавий ЭҲМ қандай принцип асосида ишалаш ва у қандай амалга оширилиши мумкин деган масалалар фикрлар, қарашлар, изланишларда ягоналик, бирлик, бир фикрлилик мавжуд эмас эди. Биз ҳозир барчамиз Информатика асослари курсида фан Нейман машинаси принципи архитектураси асосида яратилган, ишлаб чиқарилаётган ЭҲМларни, компьютерларни ўрганишимиз. Шунга қарамасдан, информатика бўйича дарсликларда, ўша пайтларда ЭҲМни, компьютерни яратишда бошқа бир фаолият принципларига, архитектураларига асосланган ғоялар, амалий тавсиялар тўғрисида бир оғиз ҳам гап айтилмаган. Бундай ғоялардан бир схемаси бошқача принцип ва архитектурага асосланган ЭҲМлар нейрон тўрли компьютер ёки оддий қилиб нейрон тўрлари деб ном олади.

Нейрон тўрларига бўлган биринчи қизиқиш Мак Коллак ва Питснинг 1943 йилда чоп қилинган илк ишларида асос солинган бўлиб, унда инсон миясининг ишлаш фаолиятига асосланган ўхшашлик асосида ишайдиган компьютернинг схемаси таклиф қилинган эди. Улар инсон миясини ташкил этувчи элементи нерв клеткасини моделини яратишди ва унга нейрон деб ном беришди. Инсоннинг мияси оқ ва серий рангдаги моддадан ташкил топган: оқ - нейронларнинг жисми, танаси, серий моддалар эса - бу нейронларни бир-бири билан боғловчи восита (ткань) ёки аксонлар ва дендритлардир. Инсон мияси тахминан  $10^{11}$  ўзаро бўлинган нейронлардан ташкил топган. Ҳар бир нейрон ахборотни ўзининг дендридлари орқали олади, ўзлаштиради, ахборотларнинг кейинги жойига узатиш фақат битта

аксон орқали амалга оширилади, охирида минглаган синописларга тармоқланган (1-расм).

Содда нейрон 10 000 мингтагача дендритларга эга бўлиши мумкин, дендритлар бошқа клеткалардан қабул қилинади. Шундай қилиб одам мияси тахминан  $10^{15}$  ўзаро боғланишлардан иборат. Агар ҳар қандай нейрофизиологик жараён бирданига бир қанча нейронлар тўпламини фаоллаштиришини ҳисобга оладиган бўлсак, у ҳолда миямизда ҳосил бўладиган, келиб чиқадиган ахборотлар ва сигналларнинг шундай бир катта миқдорини тасаввур этиш мумкин.



1- расм. Нейрон тузилишини расми

Нейронлар импульслар серияси воситасида ўзаро ҳаракатда бўладилар, бу ҳаракат бир нечта миллисекунд мобайнида давом этиши мумкин, ҳар бир импулс частотали сигнал бўлиб, унинг частотаси бир нечта бирликдан то юзлаган герцгача бўлиши мумкин. Бу частота замонавий компьютернинг ишлаш частотаси билан солиштириб бўлмайдиган даражада, бироқ инсон мияси компьютерга қараганда аналог информацияларни жуда катта тезликда қайта ишлаши мумкин, масалан: тавсифни билиш, фаҳмлаш, таъмни сезиш, товушни ажратиш, билиш, нотаниш ёзувни ўқиш (билиш), сифат параметрлари устида амаллар

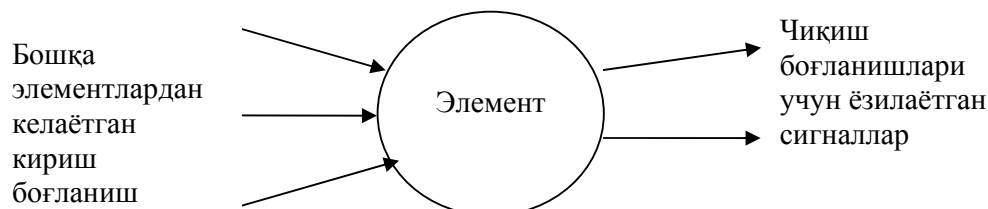
бажариш. Буларнинг барчаси ўзаро синапслар билан боғланган нейрон турлари ва воситаларида амалга оширилади. Бошқача қилиб айтганда, мия-бу параллел фаолият кўрсатадиган, ҳозирги кетма-кет ҳисоблашларга асосланган компьютерга нисбатан жуда самарали ишлайдиган процессорлардан ташкил топган. Шу боисдан ҳам, келажак компьютерлари кўп процессорли, параллел ҳисоблаш материалларига асосланган бўлиши зарур. Шундай экан,нейрон тўрлари бу йўналишдаги навбатдаги қадам бўлиши ажаб эмас.

Суний нейрон тўрларининг келажакдаги тараққиёти инсон ишлаш принципларини қанчалик ўрганилганлиги, моделлаштирилганлик даражасига боғлиқ, бироқ бу ерда тескари боғланиш ҳам мавжуд:суний нейрон турлари бирдан бир восита бўлиб, унинг ёрдамида инсоннинг нерв системасида кечадиган, биз тасаввур қиладиган жараёнларни ўрганишни янада такомиллаштиришимиз мумкин, мос жараёнларнинг моделларини куриш йўли билан.

Нейрон турларини келажакда жудаям равшан, ҳозирги кунда бу соҳадаги билимлар, компьютер технологиялари соҳасида фаолият кўрсатаётган илмий мутахассислар, ҳудди шундай кўшни смежний соҳаларда ишлаётган жуда кўп инжинерлар ва илмий ходимлар бу тўғрида жуда аниқ тасаввурларга эгадирлар.

Нейрон тўрлари ўзаро шундай бир боғланган элементлар мажмуасидир, улар орасида ўзаро боғлинишлар таъминланиши зарур. Бундай элементлар асосан нейронлар деб ёки тугунлар деб аталади ва булар ўз навбатида оддий процессорлардир.Уларнинг ҳисоблаш имкониятлари одатда фаоллаштириш (активлаштириш)қоидалари ва кириш сигналларини бирор комбинациялашган қоидалари билан чекланади, натижада кириш сигналларини мажмуаси бўйича чиқиш сигналларини ҳисоблаш имкониятлари мавжуд. Элементнинг чиқиш сигнали ўлчамли

(коэффициентли) боғланишлар орқали бошқа элементларга узатилиши мумкин. Жўнатувчиларнинг ҳар бири вазн коэффициентларига ёки вазнга эга. Вазн коэффициентларининг қийматига боғлиқ равишда узатилаётган сигнал кучайтирилади ёки камайтирилади. (расм 2.)



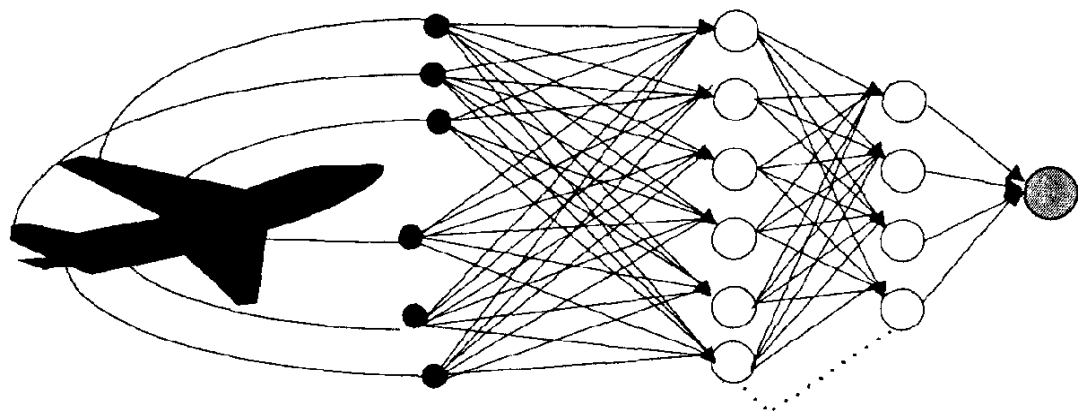
Расм 2. Нейрон тўрини алоҳида элементи

Нейрон тўрларидан фойдаланишда ўзига жалб қилувчи жиҳатлардан биттаси шундан иборатки, одатда бундай тўрнинг элеменлари чекланган ҳисоблаш имкониятларига эга, умуман олганда нейрон тўри жуда кўп сонли элементлар бирлашмаси, анча - мунча мураккаб масалаларни бажариш имкониятига эга ҳисобланади. Масалан, учувчи жисмнинг техник ҳолатини назорат қилувчи нейрон тўри (расм 3.)

Тўрнинг кириш элементлари самолёт бортида ўрнатилган датчиклардан бевосита ахборотларни қабул қилади. Чиқиш элементи эса, учувчи аппаратнинг техник ҳолатини акс эттирувчи индикатор(лар)дир.

Боғланишлар структураси тўр констурциясини деталларини акс эттиради, жумладан, қайси элементлар боғланган , бу боғланишлар қайси йўналишда ишлайди ва ҳар бир боғланишларнинг қийматлик даражаси (яъни вазни) қандай. Нейрон тўри ёки дастур тушунадиган масала боғловчи элементларнинг боғловчи вазн қийматлари терминида тавсифланади. Боғланишлар структураси одатда икки босқичда аниқланади: биринчи босқичда системани яратувчи тўрнинг қайси элементлари ўзаро боғланиши

керак ва қайси йўналишда шуни кўрсатади, иккинчи босқичда эса, яъни ўқитиш фазоси жараёнида мос равишда вазн коэффициентларининг қийматлари аниқланади.



Расм 3. Авиалайнернинг техник ҳолатини назорат қилиш учун қўлланиладиган нейрон тўрини схемаси.

Тўрнинг кириш элементлари самолёт бортида ўрнатилган датчиклардан бевосита ахборотларни қабул қилади. Чиқиш элементи эса, учувчи аппаратнинг техник ҳолатини акс эттирувчи индикатор(лар)дир.

Боғланишлар структураси тўр конструкториясини деталларини акс эттиради, жумладан, қайси элементлар боғланган, бу боғланишлар қайси йўналишда ишлайди ва ҳар бир боғланишларнинг қийматлик даражаси (яъни вазни) қандай. Нейрон тўри ёки дастур тушунадиган масала боғловчи элементларнинг боғловчи вазн қийматлари терминида тавсифланади. Боғланишлар структураси одатда икки босқичда аниқланади: биринчи босқичда системани яратувчи тўрнинг қайси элементлари ўзаро боғланиши керак ва қайси йўналишда шуни кўрсатади, иккинчи босқичда эса, яъни ўқитиш фазоси жараёнида мос равишда вазн коэффициентларининг қийматлари аниқланади.

Боғланишларининг вазн коэффициентларини қийматларини ўқитишни бажармасдан туриб ҳам аниқлаш мумкин, бироқ нейрон тўрларининг энг катта муваффиқияти, афзаллиги шундан иборатки, айнан тўрнинг реал, ҳақиқий иш жараёнида оладиган шундай бир маълумотлар асосида масалани бажаришни ўқитиш имкониятларидан иборат. Жуда кўпчилик иловалар учун ўқитиш имконияти нафақат тўрнинг дастурлаштириш воситаси сифатида қаралади, агар масалаларини ечиш усуллари, анъанавий шаклда дастурлашни бажариш имкониятлари бўйича етарлича билим бўлмаганда, бироқ бундай ҳолатда, шароитда ўқитишнинг бирдан - бир мақсади ҳақиқатда мавжуд масалани текширишдир, моҳияти шундаки, ҳақиқатдан ҳам нейрон тўри қўйилган масалани ечишни ўрганиши мумкин.

Нейрон тўрларини жуда кўп, турли-туман типлари мавжуд, бироқ барча тўрлар моҳияти жиҳатдан бир қатор умумлашган характеристикаларига эга, уларини ҳозирги пайтда қуйидагича абстракт кўринишда тавсифлаш мумкин:

- оддий процессорлар тўплами;
- боғланишлар структураси;
- тўрда сигналларни тарқатиш қоидалари;
- кириш сигналларини қомбинациялаш қоидалари;
- активлик сигналини ҳисоблаш қоидалари;
- коррекцияловчи (тузатишлар) боғланишлар, ўқитиш қоидалари.

Оддий процессорлар тўплами. Хар бир процессор билан (яъни, тўрни сигналга қайта ишлов берувчи элементи) кириш боғланишларини набори (мажмуаси) боғланади, бу боғланишлар орқали бу элементга (процессорга) тўрнинг бошқа элементларидан сигналлар келади ва чиқувчи боғланишларнинг набори, булар орқали мазкур элементнинг сигналлари тўрнинг бошқа элементларига жўнатилади. Тўрнинг бирорта элементлари

ташқи муҳитдан сигналларни олиш учун мўлжалланган (шунинг учун ҳам бундай элементларни кириш элементлари деб номлашади), бошқаларини эса – ҳисоблаш натижаларини ташқи муҳитга чиқарувчилар (бундай элементларни тўрнинг чиқиш элементлари деб номлашади). Худди шундай, ҳар қандй ҳисоблаш машинаси камида битта киритиш қурулмасига (масалан, клавиатура), бунинг ёрдамида система (ҳисоблаш машинаси) ташқи муҳитдан маълумотларини қабул қилади, ва чиқиш қурилмаси (масалан, монитор), бунинг ёрдамида ечиш натижалари акс эттирилади. Реал жараёнларида программали моделлаштириш шароитида бундай системага олдиндан тайёрлаб қўйилган маълумотлар бирорта файлдан берилади, бундай ҳолатда маълумотлар, сигналлар бевосита ташқи муҳитдаги датчиклардан олинмайди.

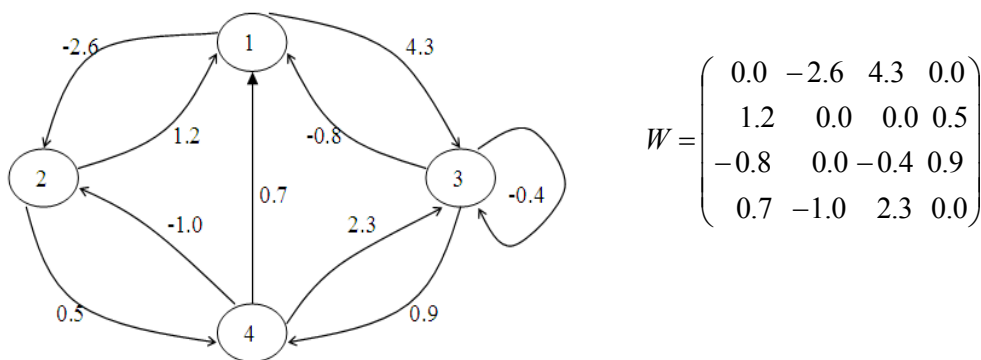
Боғланишлар структураси. Боғланишлар структураси нейрон тўри элементларининг қандай боғланганлигини акс эттиради. Бирорта моделда (яъни битта типдаги нейрон тўри учун) ҳар бир элемент тўрнинг барча элементлари билан боғланган бўлиши мумкин, бошқа бирорта моделида эса элементларнинг боғланиши қандайдир бир даражалар, поғоналар, иерархияси бўйича тартибланган бўлиши мумкин (қатламлар иерархияси). Бундай ҳолатда, шароитда боғланишлар фақат қўшни қатламлар, поғоналар, даражалар орасида бўлишлигига йўл қўйилади, бошқа тур моделларда эса - қўшни қатламлар орасида тескари боғланишларига ёки битта қатлам ичидаги боғланишларга йўл қўйилади ёки элемент сигнални ўзига жўнатишига ҳам йўл қўйилади. Амалий жиҳатдан имкониятлар бу ерда чексиз, бироқ одатда ҳар бир конкрет нейрон тўри учун йўл қўйиладиган боғланишлар типлари кўрсатилади. Ҳар бир боғланиш учта параметр билан аниқланади: қайси элементдан чиқадиган боғланиш билан; қайси элементга йўналтирилган боғланиш билан; сон билан (одатда ҳақиқий), вазн коэффециентини кўрсатувчи (яъни боғланиш вазни ).



Вазннинг манфий қиймати мос равишда элементнинг активлигини пасайтириш, сусайтиришни кўрсатади, мусбат қиймати эса - элементнинг активлигини кучайтиради. Вазн коэффициентининг абсолют қиймати боғланиш кучини ҳарактерлайди.

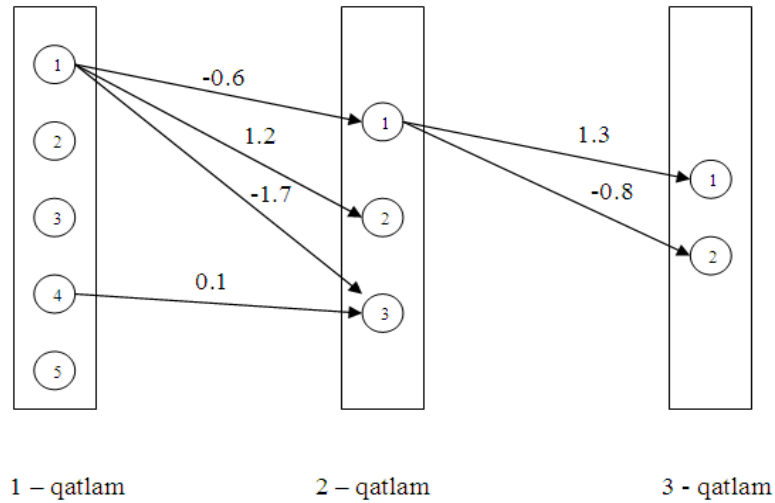
Боғланишлар структураси одатда вазн матрицаси кўринишида тавсифланади, унда ҳар бир элемент  $W_{ij}$  боғланиш учун вазн коэффициентининг миқдорини ифодалайди,  $i$ -элементдан  $j$ -элементга бораётган. Боғланишлар структурасини тавсифлаш учун битта эмас, балки бир қанча вазн матрицаларидан фойдаланиш мумкин, агар тўрнинг элементлари қатламларга гуруҳлаштирилган бўлса. Қуйидаги расмларда боғланишлар структурасини мос равишдаги матрицалар билан ифодалаш, тавсифлаш кўрсатилган.

Вазн матрицаси нейрон тўрининг хотираси ҳисобланади, унда масала қандай бажарилиши кераклиги ҳақидаги ахборатлар сақланади.



Расм 4. Тўрдаги боғланишларни ифодаловчи матрица.

Масалан, 3-элементни боғланиш вазни(3-сатр), 1-элемент билан (1-устун)  $W_{31} = -0.8$  деб белгиланади.



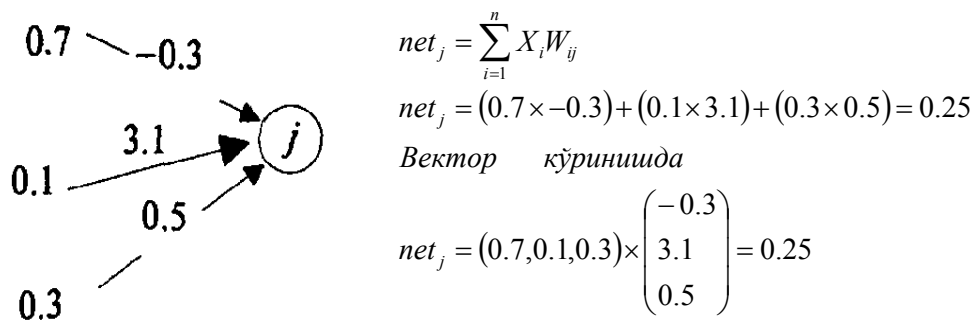
$$W_{[1]} = \begin{pmatrix} -0.6 & 1.2 & -1.7 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.1 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \qquad W_{[2]} = \begin{pmatrix} 1.3 & -0.8 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Расм 5. Тўрдаги боғланишларни ифодаловчи матрицалар.

Тўрда сигналларни тарқалиш қоидалари. Одатда компьютер учун ёзилган дастурларда ҳар хил жараёнларнинг боғланиши ва охирини аниқлаш учун шартлардан фойдаланишади. Нейрон тўрлар учун ҳам бу қоида ўринлидир. Нейрон тўрининг ҳар бир конкрет модели тўрдаги элементларнинг ҳолатини янгилаб туришнинг бирорта қоидаларини бўлишини назарда тутаяди (яъни кириш сигналларини комбинациялаш ва чиқувчи сигналларни ҳисоблаш қоидаси) ва сигнални бошқа элементларга жўнатишни. Бундай шароитларда бирор моделларда элементларнинг ҳолатини янгилаш моментлари тасодикий тарзда танланади, бошқа моделларда эса бирор гуруҳ элементларини (қатламдаги) ҳолатини янгилаш фақат олдиндан аниқланган бошқа гуруҳ элементларини ҳолатини

янгилагандан кейин бажарилади, яъни  $i$ -қатлам элементларини ҳолати янгилангандан кейин  $i+1$ -қатлам элементларини ҳолати янгиланади.

Кириш сигналларини комбинациялаш қоидалари. Кўпчилик ҳолларда элементнинг кириш сигналларини комбинациялаш деганда уларнинг вазн коэффициентларини қийматларини жамлаш, йиғиш тушунилади. Мисол тариқасида бу метод, қуйдаги расмда курсатилган

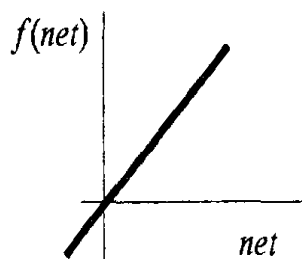


Расм 6.Сингналларни жамлашни техник методи конкрет элементга йўналтирилган.

Сигнални активлигини ҳисоблаш қоидалари. Барча элементлар учун чиқиш сигналини қийматини ҳисоблаш қоидаси мавжуд, кейинчалик уни бошқа элементларга ёки ташқи муҳитга узатиш назарда тутадиган. Бу қоида активлаштириш функцияси деб аталади ва мос равишда унга мос чиқиш қиймати элементнинг активлиги деб аталади. Активлик бўлиши мумкин ҳар қандай ҳақиқий миқдор ёки бирор интервалдаги (масалан,  $[0,1]$ ) ёки аниқланган бирор дискрет қийматлар набори (масалан,  $[0,1]$  ёки  $\{+1,-1\}$ ). Активлик функцияси киришига конкрет элементнинг киришларини комбинациялашган қийматлари келиши мумкин. Активлик функцияларига қуйида мисоллар келтирамыз.

Айният функция. Кириш элементлари учун активлик функция айният функцияси бўлиши мумкин, одатда бу шундан иборатки, активликни

қиймати (бошқа элементларга жўнатилаётган сигнал) комбинациялашган киришга айнан тенг бўлади. (расм 7.)



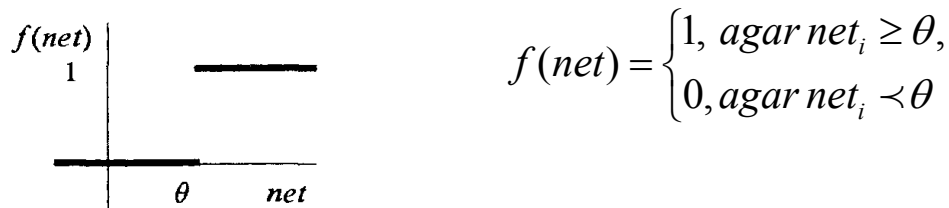
Расм 7. Бу ерда активлик айнан комбинациялашган киришга тенг.

Шунга эътибор беринки активлик  $f(net)$  символи билан ифодаланади.

Одатда кириш элементлари, кириш сигналларини тўрнинг бошқа элементлари орасида тарқатиш учун мўжалланган, шу боисдан ҳам кириш элементлари учун одатда талаб қилинади, яъни бу элементдан чиқаётган сигнал, худди кириш сигналидай бўлсин. Кириш элементларининг нейрон тўрининг бошқа элементларидан фарқи шундаки, кириш элементлари фақат битта кириш қийматига (миқдорга) эга. Масалан хар бир кириш элементи, ўзига мос келадиган датчикдан сигнални қабул қилиб олиши мумкин, самолёт фюзелатида жойлашган .Бу битта элемент тўрнинг барча элементлари билан (кўплаган элементлари ) боғланиши, боғланган бўлиши мумкин, демак маълумотлар, битта датчикдан олинган, тўрнинг бир қанча элементлар орасида тақсимланган бўлади. Биламизки нейрон тўрининг кириш элементлари айнан ташқи муҳитдан олинган сигналларни тақсимлаш учун йўналтирилгандир. Кўпчилик изланувчилар, умуман кириш элементларини нейрон тўрининг қисми деб ҳисоблашмайди.

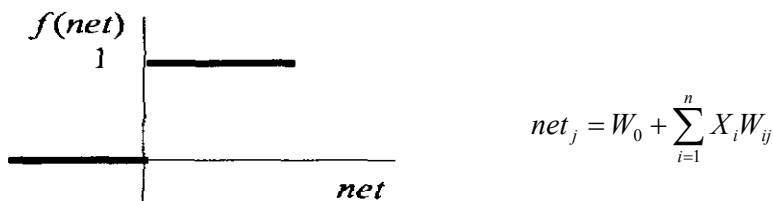
Сатҳ функцияси. Нейрон тўрларининг кўпчилик моделларида нозик кўринишдаги активлик функциясидан фойдаланишади. Сатҳ функцияси активликни 1 ёки 0 қиймат билан чекланади, комбинациялашган

кириш қийматларига боғлиқ ҳолда, бирорта сатҳ миқдорнинг қиймати 0 билан солиштириб, у қуйдаги расмда тасвирланган.



Расм 8. Сатҳ функцияси.

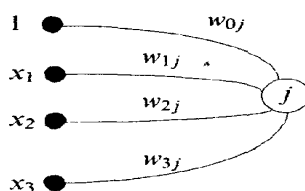
Кўпчилик ҳолларда сатҳни қийматини ҳисоблаб топиш (кўчиш ёки сурилиш деб номланувчи) комбинациялашган кириш қийматларини миқдоридан ва сатҳ функциясини қуйдаги расмда кўрсатилгандай, математик эквивалент шаклда қараш қулайдир.



Расм 9. Сатҳ функцияси ҳисобга олинган сурилиш билан.

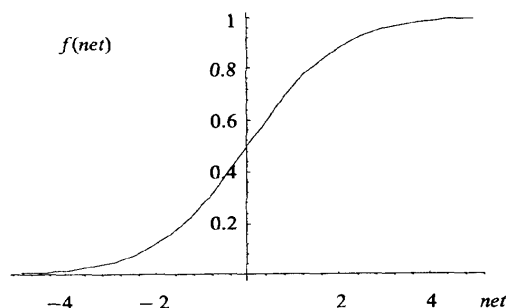
Суриш одатда боғловчи сифатида талқин қилинади, элементдан чиқувчи, унинг активлиги ҳар доим 1га тенг, қуйдаги расмда ифодаланган. Бундай ҳолда комбинациялашган киришни қуйдагича тасаввур этиш мумкин.

$\text{net}_j = \sum_{i=1}^n X_i W_{ij}$ . Бу ерда  $X_i$  ҳамма вақт 1га тенг деб қаралади.



Расм 10. Кўчиш компонентасини қулайлиги учун кўпчилик ҳолларда олдинги қатлам элементлари билан боғланувчи сифатида талқин қилинади, чунки бу элементнинг активлиги ҳар доим 1га тенг.

Сигма кўринишли функция. Анча кўп қўлланиладиган активлик функциялардан биттаси сигмаидал функция ҳисобланади. Бундай функциянинг чиқиш қиймати 0 дан 1 гача бўлган диапазонни узликсиз тўлдиради. Мисол тариқасида қуйидаги расмда кўрсатилган логистик функция хизмат қилиши мумкин.



$$f(net) = \frac{1}{1 + \exp(-net)}$$

Расм 11. Логистик функция учун чиқиш қийматини соҳаси ва қиялиги хар хил бўлиши мумкин. Масалан, биполяр сигмоид учун чиқиш қийматлари соҳаси -1 ва 1 диапазон ҳисобланади.

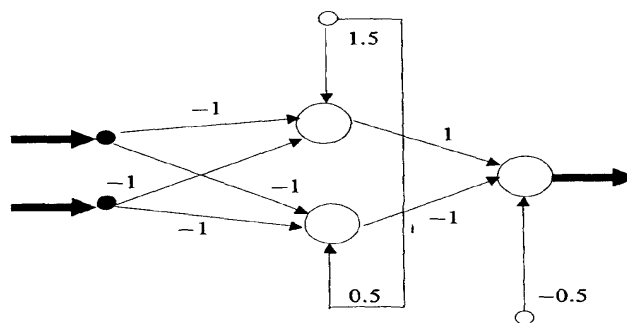
Мисол 1.1. Бу мисол юқорида келтирилган тушунтиришларни намойиш қилади. Тасаввур қиламиз, бу ерда кўрилаётган тўр XOR муносабатни тушинади. Муносабат XOR кириш миқдорларининг иккилик жуфтини, яъни 0 ва 1, акслантиради, унинг қийматлари қуйидаги жадвалда аниқланган.

Жадвал 1. XOR ни аниқлаш.

Кириш		чиқиш
X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	
1	1	0
1	0	1
0	1	1
0	0	0

Моделнинг нейрон тўри қуйидаги расмда келтирилган. Бундай ҳолатда тўр тўғри боғланишлидир, унда иккита кириш элементи, иккита

яширинган элемент ва битта чиқиш элементи бор. Тўғри боғланиш шуни кўрсатадики, демак ҳамма боғланишлар бир йўналишда бўлади, яъни кириш қатлаидан чиқиш қатламига қараб. Яширин элементлари шундай деб номланади, чунки бу элементлар ташқи муҳитдан тўғридан - тўғри маълумотлар олмайди ва маълумотларни бевосита ташқи муҳитга жўнатмайди.



Расм 12. мисол 1.1 учун нейрон тўри.

Бу ҳолатда ташқи муҳит ролини биз ўзимиз ўйнашимиз мумкин, тўрни киришига ҳар хил қийматларни бериб (яъни кириш элементларига,) ва тўрнинг чиқишидаги, олинadиган натижаларини кузата туриб. Тўрнинг элементлари қатламларга бўлинган: кириш қатлами кириш элементлардан иборат, яширин қатлам – яширин элементлардан, чиқиш қатлами чиқиш элементлардан иборат. Ҳар бир қатламдаги элементларнинг сони ечиладиган муаммога боғлиқ, биз унга кейинги бобларда батафсил тўхталамиз. Ҳозирча биз эътиборимизни шунга қаратамизки, яъни кириш элементларини сони структурага киритилadиган миқдорларнинг сонига тенг, чиқиш элементларини сони эса мазкур структурада чиқиш элементларига жўнатилadиган миқдорларнинг сонига тенг. Бизнинг ҳолатимизда комбинациялашган киришнинг қиймати қуйидаги формула билан ҳисобланади.

$$net_j = \sum_{i=0}^n X_i W_{ij}$$

Чиқиш эса сатҳ функциясини қўллаш натижасида олинади.

$$f(net) = \begin{cases} 1, & \text{agar } net \geq 0 \\ 0, & \text{agar } net < 0 \end{cases}$$

Биламизки, демак кириш қатлами элементлари учун активлик комбинациялашган кириш қийматлари билан мос тушувчи қиймат тавсифланади. Сигналарнинг тўрда тарқалиши кириш қатламида чиқиш қатламига қараб шундай амалга ошириладики, ҳар бир конкрет кириш қатламларининг кетма-кет набор учун уларни қайта ишлаш қуйидагича бўлади:

Кириш қатлами → яширин қатлам → чиқиш қатлами.

Кириш маълумотлари сифатида юқорида келтирилган жадвалнинг биринчи жуфттини қараймиз, яъни [1,1] жуфтликни. Яширин қатламнинг 1,5 сурилишли биринчи элементи учун қуйидагини оламиз.

$$net = (X_0 \times 1,5) + (X_1 \times (-1)) + (X_2 \times (-1)) = (1 \times 1,5) + (1 \times (-1)) + (1 \times (-1)) = -0.5$$

демак элементнинг чиқиш қиймати 0 бўлади. Иккинчи яширин элемент учун, 0.5 сурилишили оламиз

$$net = (X_0 \times 1,5) + (X_1 \times (-1)) + (X_2 \times (-1)) = (1 \times 1,5) + (1 \times (-1)) + (1 \times (-1)) = -1.5$$

демак элементнинг чиқиш қиймати бу ҳолда 0 бўлади. Чиқиш элементи учун, -0.5 сурилишли оламиз

$$net = (X \times (-0,5)) + (X_2 \times 1) + (X_2 \times (-1)) = (1 \times (-0,5)) + (0 \times (-1)) + (0 \times (-1)) = 0.5$$

демак унинг чиқиш қиймати 0 бўлади. Агар бу процедурани жадвалнинг қолган жуфтлиги учун қўлласак, биз шунга амин бўламизки бу нейрон тўрининг чиқиш жадвалининг охириги устуни қийматларига мос келади.

Коррекцияловчи боғланишлар, ўқитиш қоидалари. Нейрон тўрларининг бирдан бир афзаллиги шундан иборатки, улар қоидаларнинг бирлигини тасаввур этади, булар ёрдамида нейрон тўри автоматик тарзда дастурлаштирилиши мумкин. Масалан, XOR амалга оширадиган қуйидаги



функцияни кўриб чиқишимиз мумкин. Бу ерда && - ЁКИ/ЁКИ амали (инкор этувчи ЁКИ – исключающий ИЛИ).

```
int XOR (int val_1, int val_2)
{
    If (val_1 == 1 && val_2 == 1)
        Return 0;
    If (val_1 == 0 && val_2 == 0)
        Return 0;
    If (val_1 == 1 && val_2 == 0)
        Return 1;
    If (val_1 == 0 && val_2 == 1)
        Return 1;
}
```

Бу тузилган код (дастур матни) оптимал ва бу функцияни амалга ошириш мумкин эмас деб айтиш мумкин эмас. Биз буни кўрдик, яъни мисол 1.1. да айнан шу масала бажарилди. XOR амалини тўғри бажариш элементларни жойлаштирилишига, активлик функциясини танланишига ва вазн қийматларининг наборига боғлиқ. Элементларни жойлаштириш ўқитишнинг бошида одатда ўзгармас (фиксировано) ва худди шундай активлик функцияси ҳам.

## **2. Қўйилган масалага мос келувчи нейрон тармоғини куриш**

Нейротармоқ технологияси мия фаолиятини моделлаштиришга асосланган, Р.Шенноннинг таъкидлашича «моделлаштириш бу санъатдир». Ҳар қандай санъат, бу ерда, нейротармоқ модели мисолларга, тажрибага ва умумий таклифларга, тавсияларга таянади. Нейрон тармоғини куришни

оддий масалада кўриб чиқамиз. Айтайлик Валижон ва Полвон иккаласи дўст.  $A$  деб дўстлар тўпламини белгилаймиз:

$$A = \{A1, A2\} = \{\text{Валижон}, \text{Полвон}\}.$$

Валижон ва Полвон биргаликда сотувчилик билан шуғулланадиган “Мегадўкон” магазинлар шахобчасини яратишди, магазинларни бошқарувчилар қуйидагилар ҳисобланади: Ойгул, Роза, Марям, Рахима ва Анахон. Сотув шахобчалари қуйидаги фирмаларнинг товарларини сотишади: Ичимлик, сифатли ичимлик маҳсулотларини (ҳар хил ичимлик сувлари, шарбатлари ва бошқалар) ишлаб чиқаради. Сабзавот – турлитуман полиз маҳсулотларини етиштиришади. Хўжалик – хўжалик молларини, товарларини ишлаб чиқаришади.

Белгилаш киритамиз, сотувчи магазинлар шахобчалари тўплами:

$$C = \{C1, C2, C3, C4, C5\} = \{\text{Ойгул}, \text{Роза}, \text{Марям}, \text{Рахима}, \text{Анахон}\}.$$

Маҳсулот ишлаб чиқарувчи фирмалар тўплами:

$$B = \{B1, B2, B3\} = \{\text{Ичимлик}, \text{Сабзавот}, \text{Хўжалик}\}.$$

“Мегадўкон” нинг фаолиятини солиқ бошқармасидаги мутахассис Рахимбой назорат қилади. Рахимбойнинг иқтисодий фаолияти “Мегадўкон” нинг фаолияти билан чамбарчас боғланган, қанча кўп товар маҳсулотлари сотилса у шунча кўп миқдорда солиқ бошқармасига фойда келтиради.

Рахимбой солиқ ходими жуда прогрессив мутахассис, у фойдани математик аппарат билан ҳисоблашни информатиклар илтимос қилади. Рахимбойнинг берадиган маълумотлари айрим ҳолларда бузилган, нотўғри маълумотлардан иборат, чунки магазин эгалари Валижон ва Полвон сотув натижаларининг бир қисмини яширишга ҳаракат қилишади, Рахимбой эса ўзининг яширин, махфий агентлари ёрдамида маълумотларни аниқ олишга ҳаракат қилади. Бундан ташқари сотув шахобчалари раҳбарлари ҳам нотўғри маълумотлар беришади, солиқ бошқармаси вакилидан айрим

маълумотларни яширишади. Демак, Рахимбой ноаниқлик, маълумотларнинг ишончли бўлмаган ҳолатида иш кўришга мажбур. Унинг мақсади ноаниқликларни минималлаштириш, ва бунинг эвазига солиқ миқдорини кўпайтиришдир.

Демак, биз кўраётган масала жуда қийин расмийлаштириладиган масаладир. Рахимбойга нима зарур шуни таҳлил қиламиз ва аниқлаймиз:

- Ўзининг агентлари ёрдамида тўпланган ишончли ёки тўлиқ бўлмаган ахборотлар асосидаги дастлабки маълумотларни бера туриб у шуни хоҳлайдики, иложи борича энг юқори аниқлик билан бу ҳолатни баҳолашга, аниқлаштиришга ҳаракат қилди ва натижада қандай фойда келишини ҳисоблашни;

- У хоҳлайдики, дастлабки ҳолатни бирорта ишончлиликка асосланиб бериб, фойданинг ўртача миқдорини аниқлаш ва ўрнатишга;

- У шундай хулоса чиқармоқчики, келиб чиқаётган номақул ҳолатларнинг частоталарини аниқлаш, Валижон ва Полвонларнинг келтирадиган зараларини сотув шахобчалари бўйича қайта тақсимлаш.

Энди бу масалани абстракт тафаккур кўринишида расмийлаштирамиз. “Мегадўкон” да бўлаётган ҳолатлар, ҳодисаларнинг боришини таҳлил қилиш натижасида у ердаги ҳодисалар бўйича ечим қабул қилиш ҳолатларини қуйидагича тавсифлаймиз:

Қабул қилинадиганечимлар тўплами

$$R = \{R1, R2, R3, R4, R5\}.$$

Ҳодисалар қуйидаги кўринишдаги ифодалар билан тавсифланади, масалан,  $\{A1, B2, C3\}$  ёки  $A1 \& B2 \& C3$  кўринишида, бу ифоданинг мазмуни қуйидагича: Валижон (A1) Марямнинг (C3) сотув шахобчасига боришга йўл олди, бу пайтда сотув шахобчасида Сабзовот фирмасининг (B2) маҳсулотлари сотилмоқда эди. Ечимлар чекли тўплами ҳосил қилади. Ҳар битта ечим айнан шахсий характерга эга бўлади ва кейинги ҳолатлар,

ходисаларнинг тактикасини аниқлайди, муҳим, зарурий маҳсулотларни, нарсаларни сотиб олишга ишончни орттиради.

Битта ечим, умуман олганда у битта эмас, ходисаларнинг комбинацияларига мос келувчи ечимдир. Бундай комбинацияларни ифодалаш учун куйидагича ёзувдан фойдаланамиз,  $A1 \& (B2 \oplus B3) \& (C4 \oplus C5)$ . Бу ифодани мазмуни куйидагича - Валижон (A1) Рахиманинг (C4) балки Анахоннинг (C5) сотув шахобчасига боришга йўл олди, бу пайтда сотув шахобчасида Сабзовот фирмасининг (B2) ёки Хўжалик (B3) фирмасининг маҳсулотлари сотилмоқда эди. Бироқ, бу ёзув шундан далолат берадики унинг барча ташкил этувчилари  $A1 \& B2 \& C4$ ,  $A1 \& B3 \& C5$  конъюнкциядан иборат бўлиб бошқалари ҳам худди шу ечимга олиб келади.

Мумкин бўлган барча ҳолатларни кўриб чиқиш ва таҳлил қилиш натижасида, бир хил ечим қабул қилишни ҳисобга олган ҳолда куйидаги мантиқий фикрлар, гаплардан иборат ифодалар тизимини ҳосил қиламиз – нейротармоқ тизimini куриш бўйича масалани расмийлаштириш асоси бўлиб хизмат қиладиган предикатларни:

*if  $A1 \& B1 \& (C1 \oplus C2 \oplus C3 \oplus C4 \oplus C5)$  then  $R1$ ;*

*if  $A1 \& (B2 \oplus B3) \& (C1 \oplus C2 \oplus C3)$  then  $R2$ ;*

*if  $A1 \& (B2 \oplus B3) \& (C4 \oplus C5)$  then  $R3$ ;*

*if  $A2 \& B3 \& (C1 \oplus C2 \oplus C3 \oplus C4 \oplus C5)$  then  $R4$ ;*

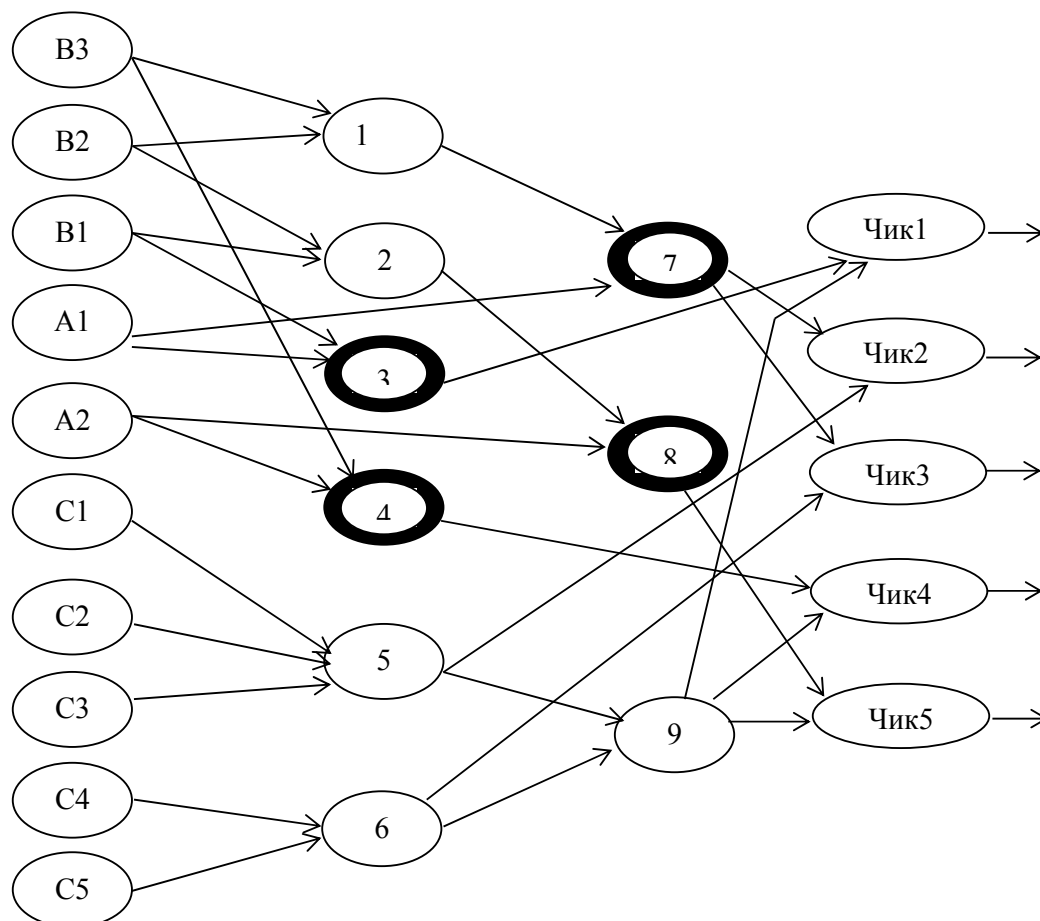
*if  $A2 \& (B1 \oplus B2) \& (C1 \oplus C2 \oplus C3 \oplus C4 \oplus C5)$  then  $R5$ .*

У ҳолда, масалан, биринчи мантиқий фикр, гап куйидагини англатади:

«Агар Валижон бешта савдо шахобчасидан бирортасига йўл олган бўлса ва у ерда савдо шахобчаси Ичимлик фирмасининг маҳсулотлари билан савдо қилаётган бўлса, у ҳолда  $R1$  ечимни қабул қилиш зарур (яъни чет элдан маҳсулот олиб келиш учун шартнома тузмоқ керак)».

Иккинчи мантиқий фикр қуйидагича: «Агар Валижон С1, С2, С3 савдо шахобчаларидан бирортасига борадиган бўлса ва у ерда савдо шахобчаси Савзавот (В2) ёки Хўжалик (В3) фирмасининг маҳсулотлари билан савдо қилаётган бўлса, у ҳолда R2 ечимни қабул қилмоқ зарур ва ҳақозо.

Юқоридаги расмийлаштирилган мулоҳазаларга асосланиб конъюнктор ва дизъюнкторлардан ташкил топган нейротармоқ тизимини курамыз. Энди шундай фараз қиламиз (расм 13, 14), нейрон тармоғидаги барча нейронлар бир хил, ҳаммаси бир хил узатиш функциясини амалга оширади, вазнлар ва сатҳлар тенг кучли бажарилади ва уларнинг имкониятлари умумий.



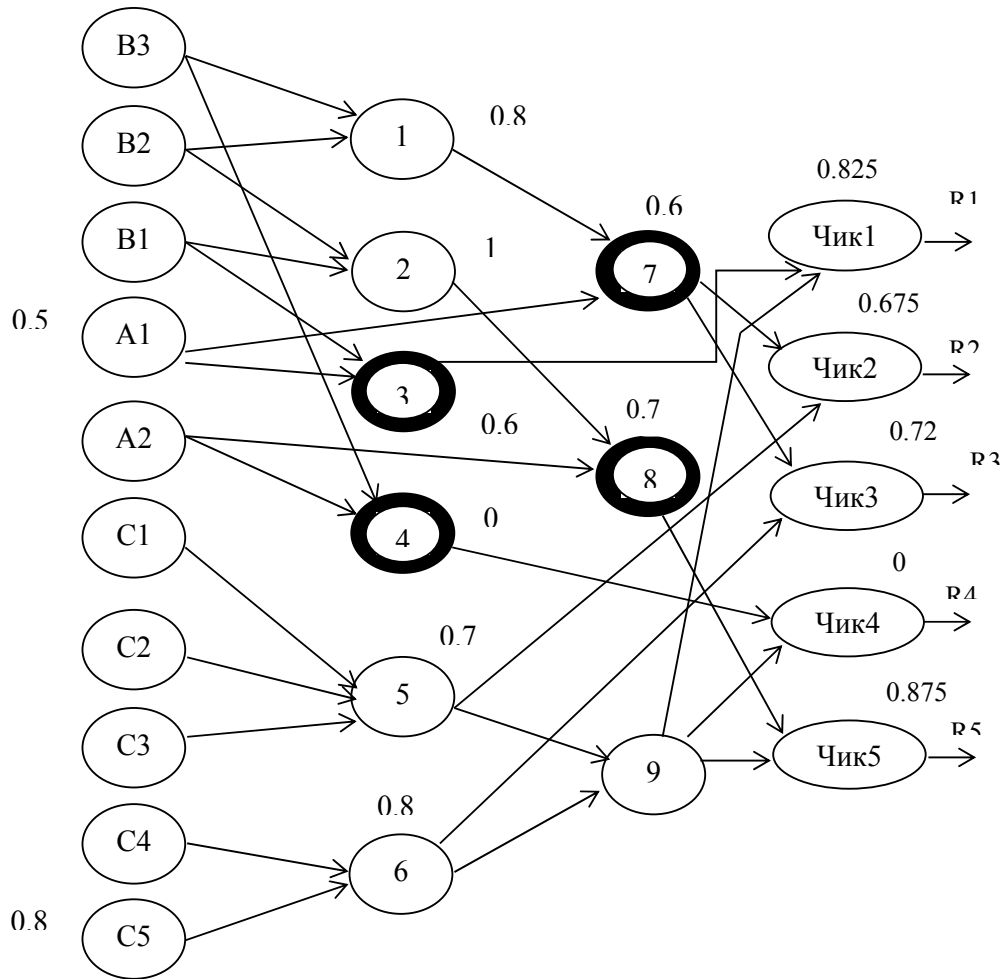
13. расм. Конъюнкторли (ажратилган) ва дизъюнкторли нейрон тармоғи

Худди олдингидай, бироқ таъсир миқдорининг қиймати бўйича чекланишсиз узатиш функциясини киратамиз

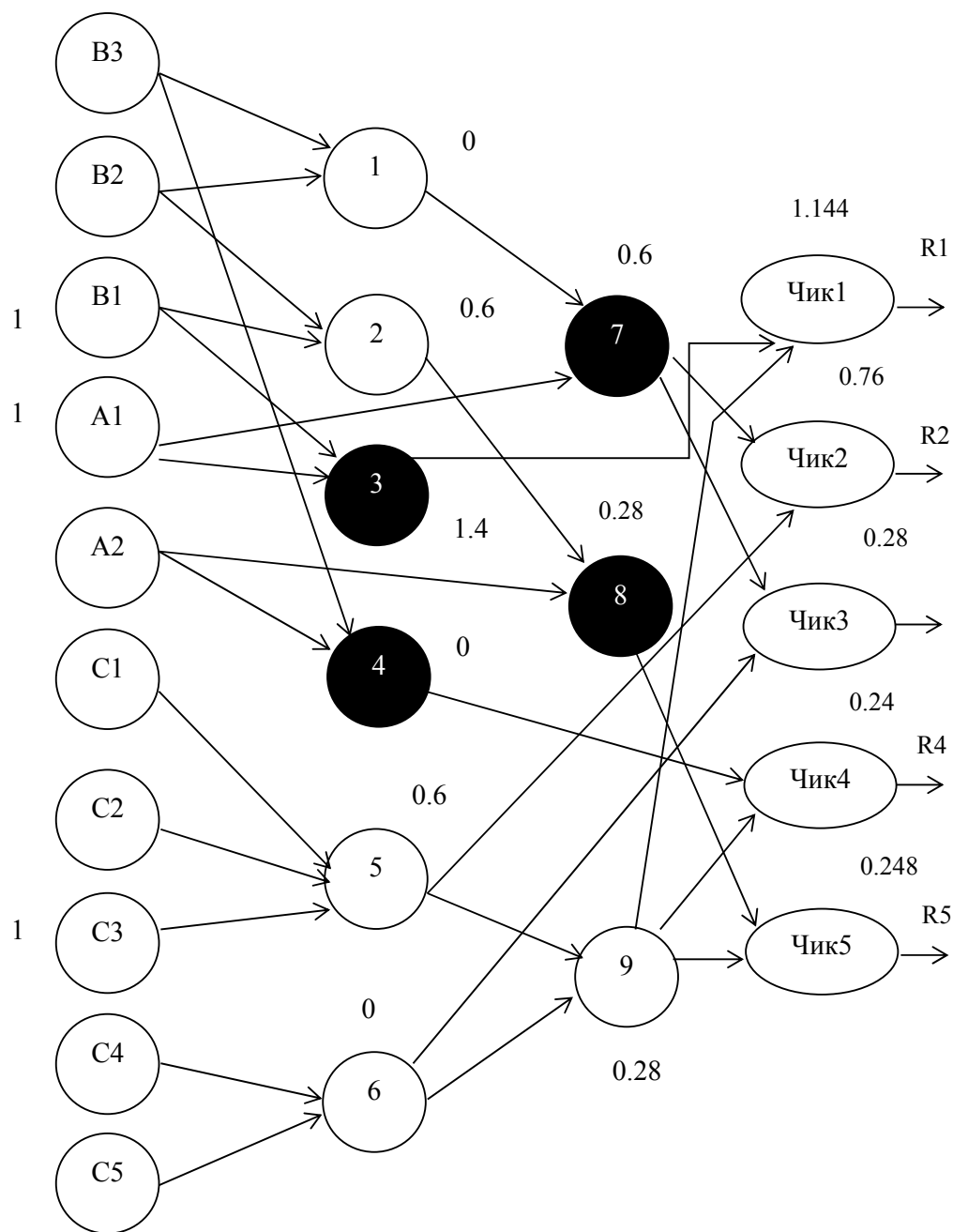
$$V = \xi \left( \sum_{j=1}^m V_j w_{ij} - h_j \right).$$

Айтайлик  $w_{ij} = 0.8$ ,  $A = 0.2$  қийматларда расмийлаштирилган рейтинг тўри 15- расмда кўрсатилган.

Айтайлик, R1 ечимини талаб қиладиган {A1,B2,C3} ҳолатини кириш векторларига берайлик. Нейронларнинг таъсирланиш миқдорлари 4.3 расмда кўрсатилган.



14. расм. Таъсирлантириш қийматлари ҳисобланган нейрон тармоғи



15.расм. Универсал нейронлардан ташкил топган нейрон тўри.

Яратилган нейрон тўрида ҳисоблашлар асосида 2 жадвални ҳосил қиламиз. Бу жадвал, ҳар хил ечимларни олиши бўйича нейрон тўрининг тўғри (!) ишлашини ақс эттиради. Шундай бўлсада алоқалар, тарих олди

алоқалар (олдинги ҳолатлар) дизъюнкторлар билан аниқланган бўлиб ҳеч бўлмаганда биттадан кўп бўлган “вакилни” текширишни талаб қилади.

Кўрилатган мисолда худди жундай натижа оламиз, агар C3 ни ўрнига C1ни ёки C2 ни кўйсак ҳам.

## Жадвал 2.

Қабул қилинаётган ечимларни ҳисоблашга мисоллар.

Ҳолатлар	Талаб қилинадиган ечим	$V_{чик1}$	$V_{чик2}$	$V_{чик3}$	$V_{чик4}$	$V_{чик5}$
{A1,B1,C3}	R1	1.144	0.76	0.28	0.024	0.248
{A1,B2,C2}	R1	0.504	1.144	0.664	0.024	0.248
{A1,B1,C3}	R2	0.504	1.144	0.664	0.504	0.024
{A1,B2,C4}	R3	0.504	0.664	1.144	0.024	0.224
{A1,B3,C5}	R3	0.504	0.664	1.144	0.504	0.024
{A2,B3,C1}	R4	0.024	0.504	0.024	1.144	0.504
{A2,B1,C3}	R5	0.504	0.280	0	0.504	0.888
{A2,B2,C4}	R5	0.024	0.024	0.504	0.504	0.888
$V_{B1} = V_{B2} = 0.8$	?	0.824	0.529	0.593	0.312	1.009
$V_{A1} = V_{A2} = 0.5$						
$V_{C2} = 0.7; V_{C5} = 0.$						

Жадвалнинг дастлабки саккизта қаторини таҳлил қилиш натижасида, ишончли ҳолатларга мос келадиган, кўрамызки жуда бўлмаганда энг катта таъсирланиш аниқ турғун аниқланади.

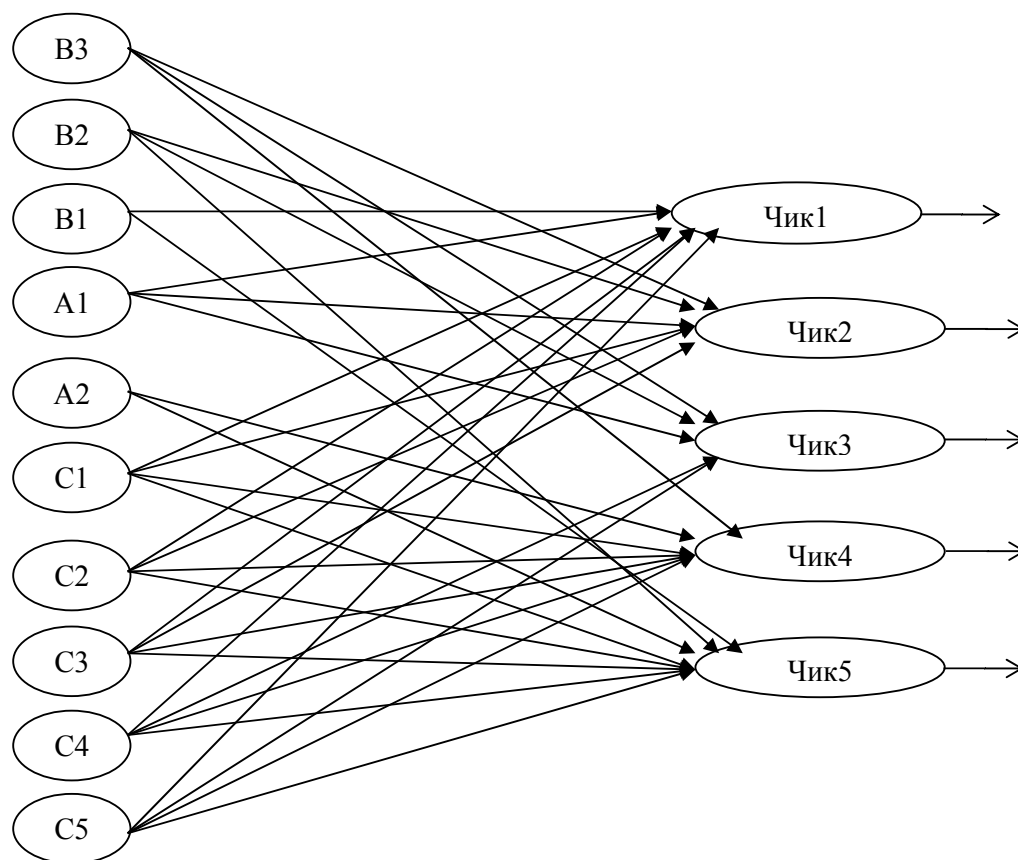
Худди шу ноаниқлик ҳолатни кўриб чиқамиз. Бу ҳолат жадвалнинг охириги қаторида акс эттирилган. Бу ҳолат кўриб чиқилган ҳолатларнинг қайси бирига яқин шуни қайд қилишимиз лозимки, нейронларнинг таъсирланиш миқдорининг камайиши бўйича чиқиш қатламида олинган натижа «схематехникавий» тўрда олинган натижа билан тўлиқ мос тушади



(14 расм), шундай қилиб ўртача фойдани миқдори, олдинги топилганга жуда яқин бўлади.

Бироқ, жадвалдаги маълумотларга яқин келувчи нейрон тўрини қуришнинг содда услубини қўллаш яхши эмасмикин? Нима бўлади агар ҳар бир ҳолатга мос келувчи ечимга мос келадиган “берк шаклдаги” тўғридан – тўғри нейрон тўрини қурсак, унда оралиқ нейронлар қатламида келиб чиқадиган мураккаб чалкашликлардан четлашган бўлармидик, ҳамда максимал таъсирланишни топиш ва чиқиш қатламидаги таъсирларнинг тарқалишини кўплаган вариантларини ҳисобламасдан амалга оширилармиди?

Жуда кўп ҳолларда, амалиётда худди шундай йўл тутадилар. Шу боисдан ҳам бир қатламли нейрон тўрлари кўп тарқалган. Худди шундай бир қатламли нейрон тўрини бизнинг мисолимиз учун қурамиз (16.расм)



16. расм. Бир қатламли нейрон тўри.

Мисол учун ўша узатиш функциясини ўша параметрлари билан оламитиз ва худди шу мисолларни ҳисоблаймиз, 2 жадвалда акс этган. Натижада 3 жадвални ҳосол қиламиз.

Жадвал 3.

Бир қатламли нейрон тўри бўйича ечимларни ҳисоблаш мисоллари.

Ҳолатлар	Талаб қилинадиган ечим	$V_{чик1}$	$V_{чик2}$	$V_{чик3}$	$V_{чик4}$	$V_{чик5}$
{A1,B1,C3}	R1	2.2	1.4	0.6	0.6	1.4
{A1,B2,C2}	R2	1.4	2.2	1.4	0.6	1.4
{A1,B3,C3}	R2	1.4	2.2	1.4	1.4	0.6
{A1,B2,C4}	R3	1.4	1.4	2.2	0.6	1.4
{A1,B3,C5}	R3	1.4	1.4	2.2	1.4	0.6
{A2,B3,C1}	R4	1.4	1.4	0.6	2.2	1.4
{A2,B1,C3}	R5	1.4	0.6	0	1.4	2.2
{A2,B2,C4}	R5	0.6	0.6	1.4	1.4	2.2
$V_{B1} = V_{B3} = 0.8$	?	2.04	1.4	0.84	1.4	2.68
$V_{A1} = V_{A2} = 0.5$						
$V_{C1} = V_{C5} = 0.8$						

Мазкур нейрон тўри R1 ҳолатнинг ечимига эътиборни қаратишни талаб қилади, чиқиш қатламидаги таъсирлар миқдорининг камайиш тартиби олдинги олинган натижадан фарқ қилса ҳам R2 ва R3 ечимларга бўлган афзалликлар уларнинг ўринларини алмаштиради.

Кўришиб турибдики, сатҳни масштаблаштириш таъсирлар миқдорини бошқаришга имкон яратади, ҳамда агар хоҳиш бўлса бу иккита тўр бўйича ўхшаш натижаларга эришиш мумкин.

### 3. Нейрон тўрини расмийлаштириш

Ҳар қандай нейрон тўрининг (тармоқнинг) ишлашни тестлаш, тактлаштириш, турли бошқариш системалари учун характерли жараён ҳисобланади. Бу билан тизимнинг ҳолати дискрет вақт моментларида кузатиб борилади, унда такт бўйича сурилишли ҳаракат қилиш аниқланади, унда кириш қатлампидан чиқиш қатламига қараб таъсирлантириш (қўзғатиш) тўлқинини ҳаракати ўрганилади. Таъсирлантирувчи (қўзғатувчи) тўлқинлар кетма-кетлиги систематик, ҳисоблаш схемасини имитация қилади, яъни, битта тактда кириш қатламидаги таъсирлар конфигурациясига мос равишда кадрларни қайта ишлашни параллел конвейерлар усулида олиб бориш.

Амалиётда перцептрон типдаги кўп қатламли нейрон тўрлари кенг ўрганилмоқда, бунда тескари боғланишлар мавжуд эмас ва нейронлар орасида мавжуд бўлган боғланишлар фақат қўшни қатламлар орасида мавжуд, қатлам оралаб боғланиш йўқ. Бу ерда биз тескари боғланишларни кўриб чиқмаймиз, улар тўғрисида мулоҳоза юритмаймиз (вақтинча), бироқ нейрон тўрининг қатламлашганлигига бўлган чекланишни олиб ташлаймиз. Бу эса нейрон тўрларига бўлган анча умумлашган ёндашувни таъминлайди. Айнан шундай нейрон тўри, “қатламлар орқали” боғланишга йўл қўядиган, юқорида келтирилган мисолда келтирилган эди. Бундай нейрон тўрларини қайта қуриш анча соддалашди.

Нейрон тўрини, унинг структурасини ва динамикасини таъсирларнинг ўтишини таҳлил қилиш билан статик ўрганиш мумкин. Нейрон тўрларини статик ўрганиш шуни кўрсатадики, яъни у контурлар мавжуд бўлмаган йўналувчи графни  $G$  тавсифлайди. Графнинг тугунлари нейронларни ифодалайди, ёйлар эса синаптик боғланишларни.

Расмийлаштирилган изланишлар ва компьютерлашган алгоритмлар учун граф кўринишдаги нейрон тўри жуда яроксиз ҳисобланади. Нейрон тўри матрица кўринишида акслантирилган туридан фойдаланиш жуда қулай. Бундай усул билан нейрон тўрини структурасини, конфигурациясини, графнинг топологиясини, худди шундай унинг синаптик боғланишларининг сонли характеристикаларини ифодалаш, тасаввур этиш имкониятлари мавжуд.

Издан бориш матричасини  $S$  қурамыз (17. расм), сатрлар сони (устунлар ҳам) тўрдаги нейронлар сонига тенг, кирш ва чиқиш қатламидаги нейронлар сонига. Ҳар бир сатр (худди шу номерли устун ҳам) битта нейронга мос келади. Нейронлар кетма-кетлигини тартибини қулай ўрнатиш учун из матричасини диагонал элементлари қора билан белгиланади.

V3																																									0		
V2																																											0
V1																																											1
A1																																											1
A2																																										0	
C1																																										0	
C2																																										0	
C3																																										1	
C4																																										0	
C5																																										0	
1		.8																																									0
2			.8																																								0.6
3				.8																																							1.4
4					.8																																					0	
5						.8																																				0.6	
6							.8																																			0	
7								.8																																		0.6	
8									.8																																	0.28	
9										.8																																0.28	



Нейронлар узинлиги  $m$  га тенг статик занжирни  $\alpha_1 \rightarrow \alpha_2 \rightarrow \dots \rightarrow \alpha_m$  ташкил қилади, агар  $\alpha_k \rightarrow \alpha_{k+1}$  кўринишдаги синаптик боғланишлар мавжуд бўлса (бундан кейинги мулоҳазаларда “синаптик” сўзини ишлатмаймиз). Граф  $G$  бўйича барча статик занжирларни туза туриб, битта ёки бир қанча максимал узунликдаги статик занжирни танлаб олиш мумкин. Бундай занжирни критик кетма-кетлик деб атаймиз. Анъанавий кўп қатламли моделларда критик занжирнинг узунлиги тўрнинг сонига тенг бўлади.

Айтайлик  $i \rightarrow j \rightarrow k$  статик занжир бўйича  $i \rightarrow k$  бевосита боғланишининг мавжуд эмаслигини аниқладик, яъни  $S$  матрицанинг  $k$  - чи қатор билан  $j$  - чи устуннинг кесишиш жойида жойлашган элементи нолга тенг. Бироқ  $k$  нейроннинг таъсирлантирувчи миқдорига  $i$  нейронни таъсирлантирувчи миқдорнинг билвосита таъсири мавжуд, бу эса  $i \rightarrow k$  транзитив боғланишнинг мавжудлигидан далолат беради. Транзитив боғланишларни аниқлаш чиқиш қатламидаги бирорта аниқланган нейронни потенциал таъсирлантирувчи барча нейронларни аниқлаштиришга имконият яратади.

Матрица  $S$  ни транзитив боғланишлар билан тўлдириш алгоритми. Бу алгоритм жуда содда.

Барча  $i = 1, 2, \dots, N$  учун:

$i$  қаторнинг элементларини янги қийматларини расмийлаштирамиз, бунинг учун бу қаторни бошқа қатор билан ундаги мос равишда бўш бўлмаган элементларини мантиқий қўшиш амалини бажарамиз. “Янги” бўш бўлмаган элементларни, транзитив боғланишларни белгилайдиган бўш бўлмаган элементларга алмаштирамиз.

Бизнинг мисолимизда  $S$  матрицаси, транзитив боғланишлар (бўш бўлмаган катаклар) билан тўлдирилган, 17. расмда келтирилган.

Кириш қатламидаги бирорта  $R$  нейронлар тўпламини ва чиқиш қатламидаги ягона  $r$  нейронни белгилаб оламиз. Кириш қатламидаги

нейронлардан танлаб олинган  $R$  тўпламдан чиқиш қатламидаги ягона нейронга олиб борувчи йўллардан (боғланишлардан) иборат занжирлар тўпламини қурамиз. Шундай қилиб ажратиб олинган занжирлар тўпламини чиқиш қатламидаги ягона қаралаётган нейронни кириш қатламидаги  $R$  нейронлар тўплами билан таъсирлантирувчи деб атаймиз. Бундай ҳолатни  $R \rightarrow r$  деб белгилаймиз.

$R \rightarrow r$  статик таъсирлантирувчи алгоритмни расмийлаштиришни қуйидагича тавсифлаймиз:

1.  $S$  матрицадан  $R$  тўпламига кирмайдиган нейронларга мос келувчи қатор ва устунларни олиб ташлаймиз;
2.  $S$  матрицадан чиқиш қатламидаги  $r$  нейрондан ташқари барча нейронларни акс эттирувчи қатор ва устунларни олиб ташлаймиз;
3.  $r$  нейрон қатордаги нол катакларни акс эттирувчи қатор ва устунларни олиб ташлаймиз;
4.  $S$  матрицадан нейрон тўрининг ички қатламини акс эттирувчи нейронларга мос келувчи қатор ва устунлар олиб ташланади, шундай ҳолатдаки, агар олдинги қатор ва устунлар олиб ташлашда бу қаторлар нол элементларга эга бўлган бўлса;
5. 4 пунктни бажарилишини давом эттираемиз, токи нол элементли қатор қолмагунча.

B1							
A1							
C1							
3	0,8	0,8					
5			0,8				
9					0,8		
Чик1				0,8		0,8	

Расм 18. Таъсирлантиришни статик йўли учун из (кетма-кетлик) матрицаси.

Расм 18 да  $S$  матрицаси учун  $[B_1, A_1, C_1 \rightarrow \text{чик}_1]$  акс эттирувчи занжирлар тўпламини,  $B_1, A_1, C_1$  кириш қатлами нейронларидан чиқиш қатлами  $\text{вых}_1$  нейронига боровчи излардан (йўллардан) ташкил топган, яъни таъсирлантиришнинг статик йўли  $[B_1, A_1, C_1] \rightarrow \text{чик}_1$

Энди нейронларнинг таъсирланиш факторларини кўриб чиқамиз ва таъсирланишнинг мумкин бўлган динамик йўлларини таҳлил қиламиз.

Таъсирланишнинг  $m$  узунликдаги  $\beta_1 \rightarrow \beta_2 \rightarrow \dots \rightarrow \beta_m$  динамик занжири деб биринчи  $m$  нейронлардан таркиб топган статистик занжирга айтилади, улар таъсирланиш миқдори нолдан фарқ қиладиган хусусиятга эга. Таъсирланишнинг динамик занжири бир жинсли дейилади, агар унинг охириги элементи нол миқдордаги таъсирланишга эга бўлса. Бир жинсли таъсирланишнинг динамик занжири сигналнинг сўнишини характерлайди.

Нейрон тўрига бирорта образни ёки эталонни берамиз натижада кириш қатламининг бирорта конфигурациясидаги нейронлари таъсирланади. Бу нейронлар  $R$  тўпламини ҳосил қиладди. Нейрон тўрининг таъсирланиши натижасида чиқиш қатламининг бирорта нейронлари таъсирланади. Шундай қилиб, таъсирланишнинг динамик йўли  $R \rightarrow r$  шаклланади, уни таъсирланишнинг статистик йўл  $R \rightarrow r$  таркибига кирган нейронлар ҳосил қиладди, бир хил нейронлар таъсирланмай қолиши ҳам мумкин..

Умумий ҳолатларда таъсирланишнинг статик йўлини ташкил этувчи барча нейронларнинг ҳамаси ҳам чиқиш қатламининг нейронларини таъсирлантириш учун “ишламайди”, чунки узатиш функциясининг порогларини қиймати билан характерланадиган таъсирланишнинг бир жинсли динамик занжири бўлиши мумкин.



#### 4. Эслаб қолиш механизмини модели

Табиатда амалга оширилган эслаб қолишнинг бош механизмини куйидагича тасаввур этиш мумкин. Таъсирлантирувчи импульс, синапс орқали ўтишда, унинг қаршилигини камайтиради ва уни “қиздиради, иситади”, синапснинг вазнини оширади. Кейинги тактларда, эталонни кириш қатламига галдаги беришда таъсирлантирувчи импульс, жуда катта аниқлик билан мос равишда образни кўрсатиб, таъсирлантириш йўлини ишончли равишда ўтади, (айтадиларки: “Боғланиш амалга ошди”), фойдаланилган синапслар эса, “исиётиб”, вазнини сақлайди, ҳамда вазнини ошириши ҳам мумкин.

Бу ерда Хеббанинг маълум қоидаси иш беради: иккита таъсирланган нейронларни боғланишлари синаптик вазни ортади.

Шундай усул билан айниқса чиқиш қатламидаги таъсирларни максималлаштиришни локализация қилиш эффеќтига эришилади, балки, кўшни нейронларнинг ўзаро таъсирларини йўқ қилиш зарурати бўлиши мумкин.

Кўриниб турибдики, синапслар ваќт ўтиши билан “совуш” хусусиятига эга, агар ундан фойдаланиш тасдиқланмаса. Бундай тасаввур этиш бизнинг хотирамиз хоссасига адекватдир: яъни кераксиз, исботланмаган ва даврий тарзда ишлатилмайдиган ахборотлар ўчириб ташланади (“Боғланиш узилади”). Хотирадан ўчириш шу даражада бажариладики уни янгидан ўрганиш керак бўлади.

Тасаввур этишнинг муҳим ролини қайд қиламиз: эталонлар кириш қатламида анча узоқ ваќтгача ушлаб турилади, қайтадан тикланади ёки моделлаштирилади. Демак, бу ерда эфифиз катта аҳамият касб этади, “учинчи кўз” - тасаввур этиш ва медиация органи, хотира ва олдиндан кўра билиш генератори.

Нейрон тўрларини ўқитишнинг суний механизмларини яратишда қуйидагича саволлар келиб чиқади:

- Эталонни эса сақлаш учун, таъсирланишнинг статик йўлини ҳосил қилувчи барча нейронларнинг вазнларини ошириш керакми?

- Таъсирланишнинг статик йўли занжиридаги фақат айрим (таянч) нейронларнинг вазнларини ошириш керакми?

- Таъсирланишнинг динамик йўлини ҳосил қилувчи фақат айрим нейронларнинг вазнини ошириш керакми, чунки юқорида айтилдики, ўзини ўзи таъсирлантиришгина боғланиш вазнини орттиради? Агар бундай нейронлар кўп бўлса, қўшимча нейронларни таъсирлантириш нимага керак?

Бундан кўриниб турибдики, учинчи аспект жуда катта даражада ўз ўзини ўқитишга, ўз ўзини созлашга мос келади. Бундай даражада бизнинг мия фаолитимизга аралашини тақиқланади. Бироқ, суний интеллект системаси анча яхши ҳолатда. Чунки у бизнинг, мутахассиснинг назоратида бўлади, “ўқитувчи билан” ўқитишни амалга оширади, табиий интеллектнинг камчиликларига мажбурий тузатишлар киритиш имконияти, хоҳлаган пайтда унга киришга рухсат мавжуд. Шу боисдан ҳам, кўрилган мисолимизда эталондан образгача бўлган таъсирланишнинг ажратилган статик йўлини ташкил этувчи нейронларнинг синапстик боғланиш вазнларини орттирамиз. Бундай методни таянч йўллар методи деб атаймиз, чунки у жуда кўп тажрибалар ўтказиш жараёнида келиб чиққан. Хусусан, жуда кўп нейронларнинг синапстик вазнларини орттириш неудачаларга олиб келди, улар асосан ҳар хил эталонлар учун таъсирлантиришнинг динамик занжирини корреляция қилиш ва нейрон тўрининг жуда тез тўйиниши (бир қатор ўқитиш алгоритмларининг камчилиги) билан боғлиқ. Ўқитиш жараёнида жуда кўп эталонларга эртами ёки кечми тармоқнинг барча вазнлари ўзининг юқори даражасига чиқиб олади, ва натижада

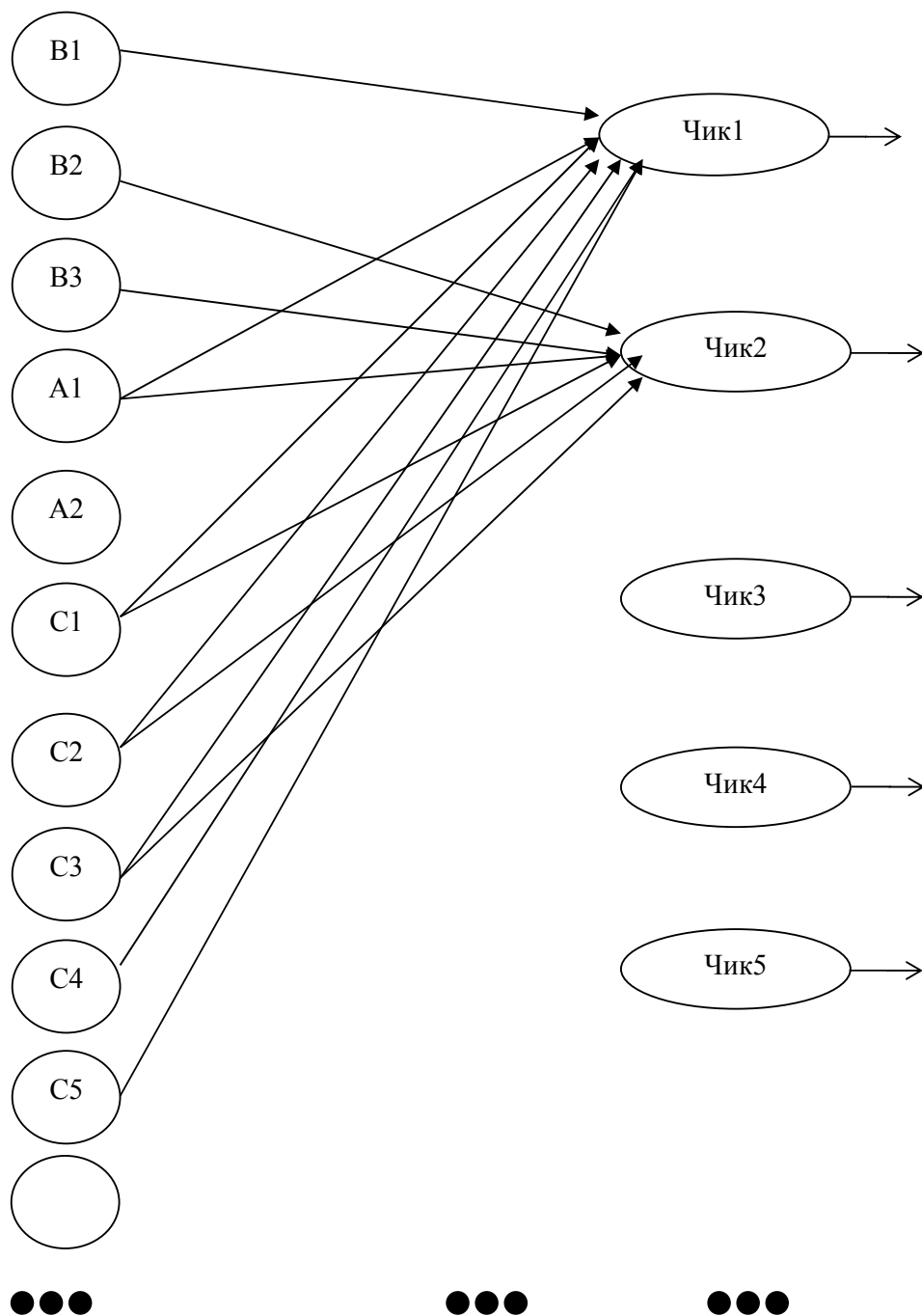
бирорта нарсани ҳам фарқлай олмай қолади. Чалкашликлар келиб чиқа бошлайди худди мана бу ифодадагидай “Ум за разум заходит”.

Шундай қилиб, биз схемотехникадан нейротехнологияга, аниқ, аниқлангандан, тақрибий, ноаниқликларга эга технологияга ўтишга эришдик. Ҳақиқатан ҳам, “нима мумкин бўлса ҳаммасини бажар”, “хатолик ва синаш” принципларига асосланган методлар эволюцияси иш бермади, қобикга ўралган аниқ электрон схемаларни ишлаб чиқаришга олиб кела олмади. Маълумки табиатда аниқ, абсолют ишончли ахборотнинг ўзи йўқ. Бироқ, умумманткий принциплар ва боғланишлар у ёки бошқа технологиялар томонидан қамраб олиними зарур.

## **5. Типик нейрон тўрларидан фойдаланиш**

Компьютернинг дастурий таъминоти таркибида фойдаланувчининг масалалари учун мослашган механизмлар билан таъминланган нейрон тўрларининг универсал моделларини куриш ҳаммамизнинг ҳам энг яхшт истагимиздир. Агар яна ҳам яхши истакларни билдирадиган бўлсак, унда компьютерлар билан биргаликда ишлайдиган нейротармоқ (нейрокомпьютерлар) тизимининг аппарат воситалари мажмуасини куриш мақсадга мувофиқ бўлар эди. Унда фойдаланувчи ўзининг мураккаб масалаларини ечишда нейротармоқ бўйича дастурий ва инструментал воситаларни танлаш имкониятига эга бўлади. Бундай апаратли амалга оширилган нейротармоқлар компьютерлар учун ташқи қурилмалар ёки приставкалар сифатида қаралади, масалан, ПЛИС – программалаштирилган мантикли интеграл схемалардан фойдаланишнинг махсус йўналишини аниқлайди.

**Бир қатламли нейротармоқ.** Кўргазмали бўлиши учун нейрон тармоғини матрицали, қулай алгоритмик, ҳамда график тавсифларидан фойдаланамиз.



19. Расм. Ўқитилгандан кейинги бир қатламли нейрон тармоғи

“Ҳар ким ҳар ким билан - каждый с каждым” принципи бўйича тузилган бир қатламли нейрон тармоғи 19 расмда тасвирланган. Айтайлик юқоридаги мулоҳазаларда таклиф этилган узатиш функцияларидан фойдаланамиз

$$V := \xi \left( \sum_{j=1}^m V_j \omega'_{ij} - h_i \right).$$

Бу ерда  $\omega'_{ij}$  нинг қийматини танлаш масаласи туради,  $h_i$  нинг қийматини эса нолга тенглаймиз.

Кириш қатламидаги 10 та нейронни дастлабки маълумотларга бириктириб қўямиз, чиқишнинг 5 тасини – ечим учун. Бу билан биз бизни қизиқтирадиган ним тармоқни ажратамиз, у 20 расмда келтирилган из (кузатиш) матрицасига мос келади.

B1														
B2														
B3														
A1														
A2														
C1														
C2														
C3														
C4														
C5														
Чик1	1			1		1	1	1	1	1				
Чик2		1	1	1		1	1	1						
Чик3		1	1	1					1	1				
Чик4			1		1	1	1	1	1	1				
Чик5	1	1			1	1	1	1	1	1				

20.Расм. Бир қатламли нейрон тармоғи учун кузатиш (из) матрицаси

Бу ерда охирги кўриниши тасвирланган, чунки бошланишида барча боғланишларнинг вазнлари нолга тенг қилиб олинган.

$R_1$  ечимни *Чик1* нейронда расмийлаштириш учун, мазкур нейроннинг  $B1, A1, C1, C2, C3, C4, C5$  нейронлар билан боғланишлар вазнини жуда ошириш керак, яъни таъсирлантиришнинг татик йўлини қуриш зарур [ $B1, A1, C1, C2, C3, C4, C5$ ] → *Чик1*, ва йўл давомида бирорта дисциплина бўйича боғланишлар вазнини ошириш керак.

Бизнинг ҳолатимизда натижа очиқ ойдин кўриниб турибди, шу боисдан эътиборни умумий ёндашувга қаратамиз.

Бир томондан  $B1, A1, C1, C2, C3, C4, C5$  нейронлар орасидаги боғланишлар вазнини ўрнатамиз, ва иккинчи томондан эса *Чик1* нейрони билан, унинг вазни 1 га тенг, бу нейроннинг кириш қатламидаги бошқа нейронлар билан боғланишлар вазнини нолга тенг деб қолдирамыз. Шундай қилиб, кириш қатламидаги бошқа нейронларнинг мазкур нейрон билан таъсирлари тақиқланади. Конкрет қўйилан масала масалани изчил ҳар томонлама тизимли экспериментал ўрганиш натижасида тузатишлар киритишни талаб қилиши, барча кириш ҳолатларидаги ўзаро таъсирларни ҳисобга олишни талаб қилиши мумкин.

Чиқиш қатламидаги ажратилган барча нейронлар билан ҳам худди шундай амалларни қилиб кузатиш матрицасининг охирги кўринишини ҳосил қиламиз (20. Расмга қаралсин). Қурилган нейрон тўри, 16 расмда тасвирланган, “ниммасалага” мос келувчи махсус тўрга тўлиқ мос келади. Шундай қилиб солиқ ходими Рахимбойга қандай нейрон тармоғини таклиф қилган маъқул? Жудаям мураккаб ва жудаям содда бўлмаган, бир томондан амалий ишлашга қулай ва иккинчи томондан фойда келтирадиган бўлиши керак.

**Ихтиёрий структурали нейрон тармоғи.** Айтайлик, биз жуда “чиройли” тасвирланган графмк схемалар банкига эгамиз, ундан бирота схемани нейротармоқ структураси учун асос қилиб олиш мумкин бўлсин.

Бизга маъқул келган график схемани нейрон тармоғи сифатида интерпретация қиламиз, уни узатиш функциялари билан тўлдирамиз ва солиқ ходими Рахимбой қўйган масалани ечишга ўргатамиз.

Айтайлик биз танлаган нейрон тармоғи 12 та кириш (бу жуда етарли), 5 та чиқишга эга бўлиб ўша ўрнатилган узатиш функцияларини вазн  $\omega_{ij} = 0$  ва сатҳнинг  $h = 0$  бошланғич қийматларида амалга оширади.

Бироқ тўр ўзини ўқитишни қийинлаштирадиган махсус хусусиятли топологияга эга. Тўр кўп қатламли, бу эса “қатлам ошиб” боғланишни тақиқлайди, масалан, 18 расмдаги тўрда мавжуд бўлган ва “ниммасала” учун қурилган нейрон тармоғидагидай.

Олдинги фойдаланилган “схематехникавий” ёндашув методини кенгайтирадиган, тўлдирадиган таянч йўллар методидан фойдаланамиз. Уни қуйидаги схема билан тасаввур этиш мумкин

схематехникавий расм → 13 расм → 15 расм → 17 расм.

Методнинг моҳияти – нейрон тармоғини тугалланган функционал қурилма кўринишига олиб келувчи боғланишларни трассировка қилиш, баъзи бир алоқаларга юқори вазнларни ўрнатиш. Нейрон тўрини бундай трассировка қилишда уни ўқитиш тўлиқ маънода эталонларда амалга оширилади, масалан, ҳодисанинг мавжуд эмаслиги (0) ёки унинг бажарилиши (1). Нейрон тўри ўқитилгандан кейин ахборотлар ишончли ёки тўлиқ бўлмаган шароитда ҳам тўғри ечимга яқин натижани бериши зарур, яни у ёки бу ходисанинг кутилиш (бажарилиш) эҳтимоллигига мос равишда.

Демак, трассировкани муваффақиятли, кўрғазмали ва содда ҳисоблайдиган масалани кескин ечишимиз зарур: қайси вазнларни нол деб,

қайсыларини эса бирга тенг деймиз? Барча бошқа имкониятлари, масалан,  $\min \omega_{ij} = 0,1$ , сатҳни кириш  $h=0,5$  ва ҳақозо, тўрнинг бир маромда текис ишлашини, бир ҳолаьтдан иккинчи ҳолатга узликсиз ўтишини таъминлайди.

Комбинаторика ва эвристика принципларини қўллаган ҳолда нейрон тармоғини (21 расм) трассировка қиламиз. Расмда кўргазмали тарзда ифодаланган, қандай нейрон тармоғи тасвирланган эди, у қанчалик “қўпол”, айтايлик, бир қатламли нейрон тўрига нисбатан.

Энди трассировканинг расмийлаштирилган алгоритминини кўриб чиқамиз. Бироқ буни тушуниб етиш ва созлаш учун ўзимизнинг ҳаракатларимизни таҳлил қилишимиз зарур ва қўидаги хулосаларга келишимиз керак.

1. Бизнинг мақсадимиз доимо бешта ҳолат комбинациясини эслаган ҳолда нейрон тўрини қатламлар кетма-кетлигида ўрганиб чиқдик, ҳар бир комбинация чиқиш қатламидаги бирорта нейронни таъсирлантириши керак эди. Чунки ечим бу нейронларга қаттиқ боғлаб қўйилган эди.

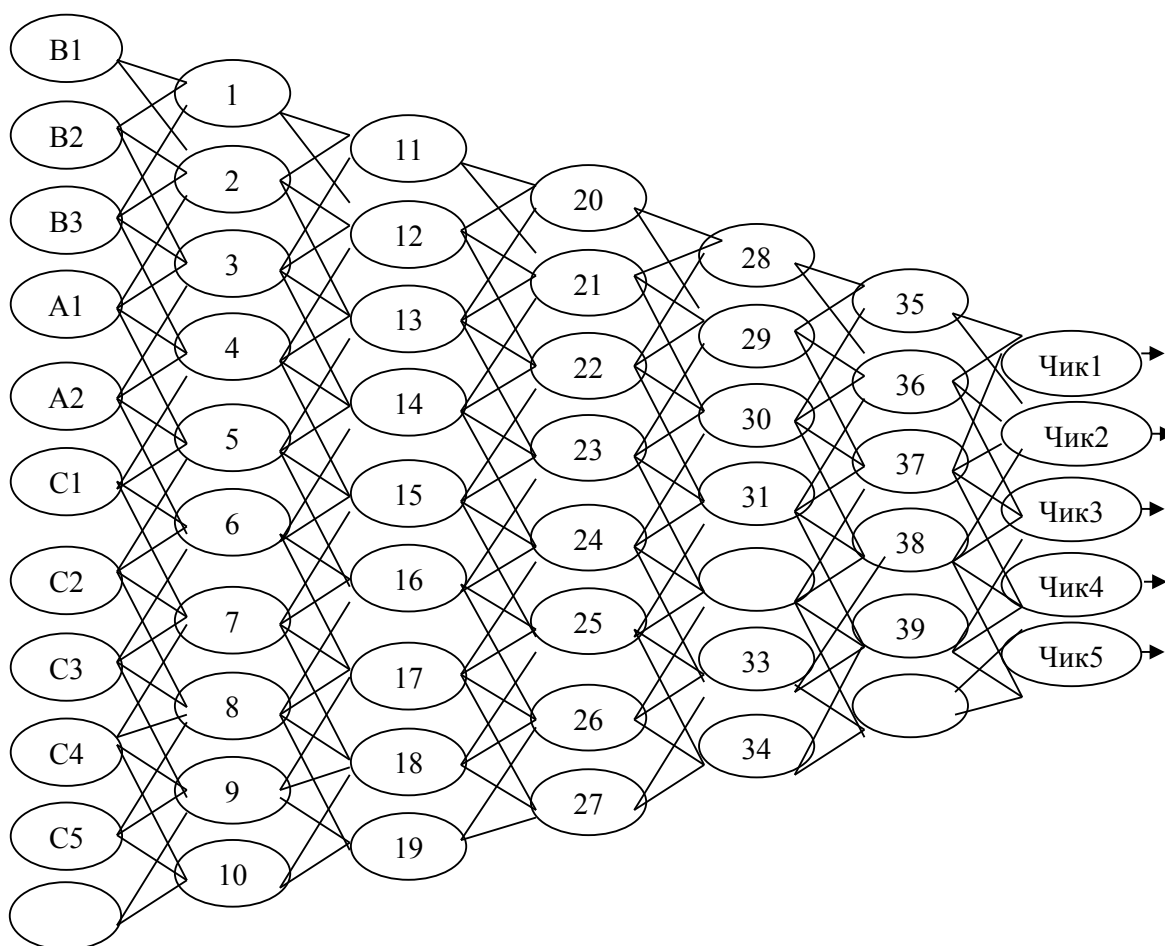
2. Ҳар бир қатламда биз хусусий терм-комбинацияларини йиғдик, олдинги қатламдаги термлар ичидан мумкин бўлганларини танлаб олиб кейинчалик фойдаланиш мумкинлигини тушундик.

3. Вақтинча конструкцияларни қуриш пайтида ишлатилмаётган термларни, бир-биридан узоклигини ҳисобга олган ҳолда, таҳлил қилинаётган қатламда ҳеч қандай ўзгаришсиз эслаб қолдик, уларни мумкин бўлган кейинги бирлашиш йўналишига “тортишга” ҳаракат қилдик.

4. Биз термларни тармоқнинг “кўндаланг” кесими бўйича “тортмасликга” ҳаракат қилдик. Акс ҳолда муаммо келиб чиқиши мумкин эди – алақачон раийлаштирилган термларнинг кесилишидан ва бузилишидан қандай қутилиш мумкин эди. Буларнинг ҳаммаси чиқиш қатламидаги нейронларни узок муддатга ечимларга маҳкамлаб



кўймасликга ундади, охир оқибатда бу ечимларнинг табиий тарздаги кетма-кетлигини бузилишига олиб келиши мумкин эди.



21. Расм. Нейрон тармоғи ўқитилгандан кейин

Трассировка масаласини автоматлаштириш учун нейрон тўрини фақат матрица кўринишида, компьютерда ифодалашнинг қулай варианты, тавсифлаш зарур.

Нейрон тўрини трассировка этишни акс эттирадиган кузатиш матрицаси 21-расм асосида олинади, агар унда нол вазнли элементларни мос равишда “нозик” чизиқлар билан белгилаймиз, вазнлари бирга тенг элементларни мос равишда “қалин” чизиқлар билан белгилаймиз.

22- расмда R1 ечимга олиб келадиган таъсирланишнинг динамик йўли акс эттирилган. У 3-параграфда келтирилган алгоритм бўйича курилади. Бизнинг ҳолатимизда таъсирлантиришнинг динамик йўли билан статик йўли мос тушади. Умумий ҳолатда таъсирлантиришнинг статик йўлидан кузатиш матрицасининг нул элементли қаторига мос келувчи нейронларни чиқариб ташлаш зарур. Бошқа ечимга олиб келувчи таъсирлантиришнинг динамик йўли ҳам худди шундай олинади.

Энди кейинги изланишларимиз учун масалани қўямиз: фақат умумий термларни шакллантириш учун таъсирлантиришнинг барча зарурий йўллари қандай куриш керак, улар бир-бирлари билан кесишиши ҳам мумкин? Биз танлаган “тайёр” нейротармоқ умуман олганда қўйилган масалани ечишга имконияти етарлими ёки “масала учун нейротармоқ” принципи ўринлими?

B1	■																										
A1		■																									
C1			■																								
C2				■																							
C3					■																						
C4						■																					
C5							■																				
2	1	1						■																			
6			1	1	1					■																	
8						1	1				■																
12								1			■																
17										1		■															
18										1			■														
22											1			■													
27												1	1		■												

31														1									
37														1									
39														1									
44														1									
47														1									
49														1									
Чик2														1									

→R1

22. расм. Таъсирланишнинг статик йўлини акс эттирувчи матрица

### 6. Нейротармоқ энергетикаси

Таъсирланган нейроннинг энергияси  $u$  билан боғлиқ бўлган нейронларга қандай таъсир кўрсатишини таҳлил қилишга уриниб, биз қайта қайта қуйидаги хулосага келамиз, яъни таъсирлантириш энергияси “қабул қиладиган” нейронларнинг синапсларини қаршиликларига тескари пропорционал тарзда тарқалади.

Бироқ бизнинг ҳаракатларимиз энергиянинг тарқалиш принципига қаратилиши керак, ҳисоботларни қийинлаштирилишига қарамасдан.

Нейрон тўри қисман ўқитилгандан кейин кейинги ўқитишни (бошқа эталонларни намойиш қилиш) ташкил қилиш учун вазнларнинг ўзгариши энергиянинг қайта тақсимланишига ва, энергиянинг таъсирланишнинг аллақачон шаклланган динамик йўлидан бошқа томонга оқиб кетишига олиб келади. Чиқиш қатламидаги аниқ биорта нейрон нуктаи назаридан “тарқаладиган-сочиладиган” энергия таъсирлантиришнинг “бегона” йўлидан тарқалишга интилади, ва бундай шароитда энергиянинг зарурий даражасини сақлаб туриш учун таъсирлантиришнинг керакли йўлини стаҳлар энергия ёрдамида компенсациялашга тўғри келади.

Энг яхшиси бу ерда нейрон тўрларини қуришнинг маълум бўлган ананаси қизиқиш уйғотади, қачонки нейроннинг чиқишидаги таъсирланиш ўзгармаган ҳолда бошқа нейронларнинг киришига келади, улар ўртасида тақсимланмасдан.

Нейрон тўрларини дастурий нуктаи назардан амалга оширишни ҳисобга олиб, ананавий принциплардан четлашмаган ҳолда, “физикавий” ёндашувлардан эмас балки ахборотли ёндашувдан фойдаланамиз.

Бирорта конкрет хулоса қилиш учун фойдаланилган “тайёр” тўрда (22.расм) трассировкада қатнашмаган нейронларнинг (яъни дастлабки вазнлари нолга тенг бўлган), боғланишлар вазнини орттириб энергия тарқалишининг бир вариантыни ҳисоблаймиз. Уларни 0,5 га тенг деб қабул қиламиз.

R2 ечимни талаб қилувчи {A1,B2,C3} эталонни кўриб чиқамиз ва тўрни ҳисоблаймиз.

$$V_1 = 1 * \frac{1}{2} = 0,4;$$

$$V_2 = 1 * \frac{0,5}{2,5} * 0,5 + 1 * \frac{1}{3} = 0,43;$$

$$V_3 = 1 * \frac{1}{2,5} + 1 * \frac{1}{3} = 0,73;$$

$$V_{12} = V_1 * \frac{0,5}{1,5} * 0,5 + V_2 * \frac{1}{2} + V_3 * \frac{0,5}{2,5} * 0,5 = 0,355;$$

$$V_{13} = V_1 * \frac{1}{1,5} + V_2 * \frac{0,5}{2} * 0,5 + V_3 * \frac{0,5}{2,5} * 0,5 + V_4 * \frac{0,5}{2,5} * 0,5 = 0,4;$$

ва ҳакозо.

## 7. Нейрон тўрлари асосида ечиладиган масалалар

Адабиётларда суний нейрон тўрларини қўллашни асослаш ва унинг ёрдамида қўйилган масалаларни ечиш учун масала жуда кўплаган белгиларни тавсифлаш зарурлиги учрайди:

- Алгоритмларнинг йўқлиги ёки маслани ечиш принципларининг ноаниқлиги, бироқ жуда кўп мисоллар тўпланган;
- Бу ерда муаммо жуда катта ҳажмдаги ахборотлар билан характерланади;
- Маълумотлар тўлиқ эмас ёки керагидан ҳам ортиқ, шовқинланган, қисман бир-бирига қарама-қарши.

Шунда йқилиб, нейрон тўрлари образларни англаш ва классификация масалаларини ечиш, оптималлаш ва башоратлаш масалалари учун жуда мос келади. Қуйида нейрон тўрларини қўллашнинг мумкин бўлган соҳалари келтирилган, уларда нейрон технологиясига асосланган маҳсулотлар ишлаб чиқилган, ёки намоёиш қилинадиган прототиплари амалга оширилмоқда.

### 1. Банклар ва страхования компаниялари:

- Молиявий ҳужжатларни ва чекларни автоматик ўқийдиган;
- Имзоларнинг ҳақиқийлигини текширадиган;
- Заёмлар учун таваккалчиликни баҳолаш;
- Иқтисодий кўрсаткичларнинг ўзгаришини башоратлаш.

### 2. Хизмат кўрсатишни администрациялаштириш:

- Ҳужжатларни автоматик тарзда ўқиш;
- Штрих кодларини автоматик тарзда англаб етиш.

### 3. Нефт ва химия саноати:

- Геологик ахборотларни таҳлил қилиш;
- Оборудованиялардаги чатоқликларни (бузилишларни)

идентификация қилиш;

- Аэрофотоснимкалардаги маълумотлар бўйича минералларнинг мавжуд қатламларини разведка қилиш;

- Модда таркибидаги примесларни таҳлил қилиш;

- Жараёнларни бошқариш.

4. Ҳарбий саноат ва аэронавтика:

- Товуш сигналларини қайта ишлаш (бўлаклаш, ажратиш, идентификациялаш, локаллаштириш);

- Радар сигналларини қайта ишлаш (мақсадларни англаш, манбаъларни идентификациялаш ва локализациялаш);

- Инфрақизил сигналларни қайта ишлаш (локализациялаш);

- Ахбортларни умумлаштириш;

- Автоматик учушни ташкил қилиш (автопилот).

5. Ишлаб чиқариш саноати:

- Манипуляторларни бошқариш;

- Маҳсулот сифатини бошқариш;

- Жараёнларни бошқариш;

- Бузилишларни, ишдан чиқишларни топиш;

- Мослашган робототехника;

- Товушни бошқариш.

6. Хавфсизлик хизмати:

- Инсоннинг юзини, товушини, бармоқ изларини англаш.

7. Биомедицина саноати:

- Рентгонограммалар таҳлили;

- Инсоннинг соғлиги ҳолатини диагностикаси.

8. Телевидения ва алоқа:

- Алоқа тармоқларини адаптив бошқариш;

- Тасвирлани сиқиш ва қайта тиклаш.

Келтирилган рўйхат жудаям тўлиқ эмас. Суний нейрон тўрлари самарали қўлланаётган бошқа соҳаларни ҳам топиш мумкин.

Суний нейрон тўрларидан таълим жараёнига қўллашни қуйидагича тасаввур этиш мумкин.

Замонавий мутахассисни тайёрлаш муаммоси шундан иборатки, у касбий мобилликни мустаҳкам эгаллаганлиги билан бир қаторда ахборот коммуникация технологияларини ҳам мукамал ўзлаштирган бўлиши ва ундан самарали фойдаланиш усуллари, методларини билиши зарур. Муаммоли вазиятлар мутахассисдан на фақат назарияни яхши билишликни, балки ишлашнинг универсал жиҳатларини, усулларини эгаллашни талаб қилади. Шу боисдан ҳам ўқувчиларга ўқув жараёнининг тартибланган ўқитишнинг тизимли-мантиқий ёрдамчиси жуда муҳим ҳисобланади.

Бу масаланинг ечимларидан битта варианты ўқув жараёнига мутахассислик бўйича интеграллашган дастурларни тадбиқ қилишдир. Бундай дастурлар таълимнинг ягона мақсади ўқитиш, билим, таълим бериш мақсадига йўналтирилган бўлмоғи керак – яъни талабаларнинг касбий фаолият масалаларини самарали ечишга. Назарий жиҳатдан бу масала мос равишда курсларни танлаш ва уларни мантиқий жиҳатдан кетма-кетлигини аниқлаб амалга оширишдир.

Ҳозирги кунда, ўқитувчи-ўргатувчи тизимларни яратишда статистик (эҳтимоллик) моделлар асос қилиб олинмоқда, натижада қийн расмийлаштириладиган масалаларни ечишда ва конкрет талабанинг билимлари ва имкониятларига мослаштиришда яхши самара бермаяпти. Индивидуал фойдаланувчига мўлжалланган, йўналтирилган тизимни тузиш муаммосини келтириб чиқармоқда. Масалани самарали ечишнинг бидан-бир йўли суний нейрон тўрларидан фойдаланишдир.

Нейроинформацион технологиялар илмий-изланишлар, турли соҳаларнинг фаолиятини, худди шундай ўқув жараёнини ҳам модернизация ва қайдадан қуришда табиий, адекват ва самарали восита сифатида ўзини намоён қилмоқда. Нейроинформацион технологиялар қуйидаги сабабларга кўра амалий жиҳатдан кенг миқёсда қўллаш учун илмий-изланишлар олиб боришга ва таълим жараёнига жуда мос келади:

1. Олий таълим муассасалари, ўрта махсус таълим масканларида, касб-хунар коллежларида, умумий ўрта таълим мактабларида ўқув-услибий мажмуаларнинг яратилиши ва ундан фойдаланишнинг самарадорлиги замонавий ахборот технологияларига асосланган, бу эса ўз навбатида мос равишда маълумотлар ва билимлар базасини яратиш муаммоси билан боғлиқ.

2. Фойдаланувчига ўзининг тармоғини ҳосил қилиш ва унда масалаларни ечиш учун дастурлаш сир-асрорларини билиш шарт эмас, бу эса фойдаланувчилар доирасининг кенгайишига олиб келади.

3. Нейрон тўрлари технологисидан фойдаланилганда объект билан фойдаланувчи ўртасида ҳеч қандай оралик звено бўлмайди, яъни дастурчига ўхшаган. Суний нейрон тўрлари ҳолатида асосий ролни конкрет билим соҳасидаги мутахассис ўйнайди, бу эса компьютерлашган ахборот технологияларини кенг масштабда тадбиқ қилишга халақит берадиган бир қатор негатив психологик моментларни инкор қилади.

4. Нейротармоқ технологияси универсаллиги билан фарқланади, битта дастур турли билимлар соҳасидаги мумкин бўлган ишларни бажаришни таъминлайди. Суний нейрон тўрлари базасида яратилан эксперт тизимларни осонгина ўқитиш, ўргатиш мумкин.

5. Суний нейрон тўрлари ахборотларни расмийлаштиришни жудаям деталлаштиришни талаб қилмайди, мустаҳкам мантиқга асосланган системалар каби, бу хусусияти жуда яхши баҳоланади ишнинг бошланғич



босқичларида ёки бошланғич таҳлилда, худди шундай ўқув жараёнида. Талабада объектив сабабларга кўра, ҳар доим ҳам, ўзининг аниқ мантиқий схемасини қуриш учун билимлари етишмайди. Агар л.с. Виготскийнинг терминологиясидан фойдаланадиган бўлсак, суний нейрон тўрлари ўвувчилар билан “яқин келажакдаги ривожланиш зонасида” ишлаш учун имконият яратади, яъни маслаҳатчи ва ёрдамчи ролини ўйнайди, натижада фойдаланувчи барча топшириқларни бажариши мумкин, ҳаттоки ўзининг кучи, билими етмайдиган жуда мураккаб бўлган топшириқларни ҳам мустақил бажариш имконияти мавжуд.

## **8. Нейрон тўрларини амалга ошириш усуллари**

Нейрон тўрларини икки усул билан амалга ошириш мумкин:

1. Суний нейрон тўрларининг дастурли модели;
2. Суний нейрон тўрларини аппаратли амалга ошириш.

Асосий аппаратли суний нейрон тўрлари маҳсулот асосан суний нейробиологик системалар базасида яратилади (нейробис). Ҳозирги пайтда яратилаётган нейробис лар ичидан adaptive solutions (сша) ва hitachi (япония) фирмаларини ажратиб кўрсатиш мумкин. Adaptive solutions фирмасининг нейробиси жуда тез ишлайдиган ҳисобланади, унинг эълон қилинган қайта ишлаш тезлиги 1,2 млрд. Боғланиш/сек. (нейрон тўри 64 нейрон ва 262144 синапсдан иборат). Hitachi фирмасининг нейробиси асосида яратилган суний нейрон тўри таркибида 576 нейронгача бўлиши мумкин. Бу нейробислар янги авлод ҳисобланган ихтисослашган кўп процессорли нейрокомпьютерларнинг асосини ташкил қилиши мумкин.

Замонавий нейрокомпьютерларнинг кўпчилиги шахсий компьютер ёки ишчи станцияни тасвирлайди, унинг таркиби кўшимча нейроплата киради. Бундай компьютерлар таркибига, масалан, fujitsu фирмасининг fmr

серияли компьютерларидир. Бу принцип асосида яратилган нейрокомпьютерларнинг имкониятлари кўплаган сонли амалий масалаларни нейроматематика методлари билан ечишга қодир.

Бироқ ихтисослашган нейрокомпьютерлар анча қизиқиш уўғотади, улар нейрон тўрларининг принципларини тўғридан тўғри амалга оширади. Бундай системаларнинг вакиллари trw фирмасининг mark оиласига мансуб компьютерлардир (розенблат томонидан яратилган биринчи персептронни амалга ошириш, mark I деб номланди).

Trw фирмасининг mark III модели ишчи станцияни тасаввур этади, унинг таркибида математик сопроцессорли оиласига motorola 68000 мансуб 15 тагача процессор мавжуд. Системанинг архитектураси 65000 гача бўлган виртуал процессор элементларини қўллаб қувватлайди, 1 миллиондан кўп тўғриланадиган боғланишларга эга, 450 минг оралик боғланиш/с. Гача қайта ишлаш имкониятига эга.

Mark IV – бу конвейер архитектурали бир процессорли суперкомпьютер. У 236 минггача виртуал процессор элементларини қўллаб қувватлайди, бу эса 5 млн.гача оралик боғланиш/с. Қайта ишлаш имкониятига эга.

Бошқа модель – Netsim компьютери, кембриж университетининг ишланмалари базасида texas instruments фирмасида яратилган. Унинг топологияси 80188 процессорлар базасида яратилган стандарт ҳисоблаш узелларига эга уч ўлчовли панжара кўринишида. Netsim компьютери хопфилд-кохонен ва тескари тарқалувчи нейрон тўри сифатида шундай нейрон тўрларини моделлаштириш учун ишлатилади. Унинг иш унумдорлиги 450 млн.гача оралик боғланиш/с. Қайта ишлаш имкониятига эга.

Computer recognition systems (crs) фирмаси wizard/crs 1000 серияли нейрокомпьютерларни сотади, улар видеотасвирларни қайта ишлаш учун

мўлжалланган. Кириш тасвирининг ўлчами 512 x 512 пиксел. Crs 1000 модели саноат корхоналарида автоматик назорат ишларини бажаришга қўлланилмоқда.

Россияда молия соҳасига мўлжалланган бирдан бир қувватли нейрокомпьютерлар фаолият кўрсатаёпти – adaptive solutions фирмасида 4 та нейробис базасида яратилган snaps pc/128 .

Нейрон тўрларининг муаммолари. Суний нейрон тўрларининг жуда кўп имкониятлари мавжуд. Буларнинг ҳаммаси тескари тарқалиш тўридан фойдаланади – замонавий кўп қатламли алгоритмлар ичида анча мунча муваффақиятлиси. Тескари тарқалиш кўп чекланишларни ошиб ўтадиган кўп қатламли тўрларни ўқитиш учун ишлатиладиган системалаштирилган метод ҳисобланади.

Нейрон тўрларини ўқитишнинг барча методларини амалга оширишда турли хил муаммоларга дуч келамиз. Нейрон тўри белгиланган вақт ичида ўқиб ўрганишига ҳеч қандай кафолат йўқ. Суний нейрон тўрини ўқитиш алгоритми “локал минимумга” тушиб қолиши мумкин ва натижада яхши ечимни олиб билмаслигимиз мумкин.

Жуда катта муаммо нейрон тўрларининг мустаҳкамлиги билан боғлиқ. Одамларга ўхшаб, миянинг структураси улардан нусха олади, тўр олдиндан айтиб бўлмайдиган нарсани хотирасида сақлайди. Суний нейрон тўридаги чиқувчи миқдорнинг аниқ қийматини билишинг битта усули мавжуд, у ҳам бўлса, кириш сигналларининг барча комбинацияларини кўриб чиқиш керак. Бундай тўлиқ текшириш амалий жиҳатдан бажариб бўлмайдиган ҳолат ва бунинг учун статистик методлардан фойдаланиш зарур.

Бундай муаммолар компьютерлар тўлиқ тўғри ишлаб турган ҳолатларда ҳам келиб чиқиши мумкин. Чунки суний нейрон тўрлари айрим

ҳолларда хатоликга йўл қўйади, ҳатто тўғри фаолият кўрсатаётган бўлса ҳам.

Бошқа муаммолар ананавий суний нейрон тўрларида масалани ечишнинг тавсифини тасаввур этишга қобилияти йўқлиги билан хулосаланади. Суний нейрон тўрини ўқитиш натижасида олган ички таассуротини билиш шунчалик мураккабки, ҳатто уни таҳлил қилиш имконияти ҳам йўқ, оддий ҳолатларни ҳисобга олмаганда.

Келтирилган камчиликларига қарамасдан бу соҳа ўзининг иш фаолиятини жуда яхши намоён қилмоқда, уникал потенциал имкониятларига эга. Шунга қарамасдан жуда кўп чекланишлар ва очиқ қолган жуда кўп саволлар мавжуд.

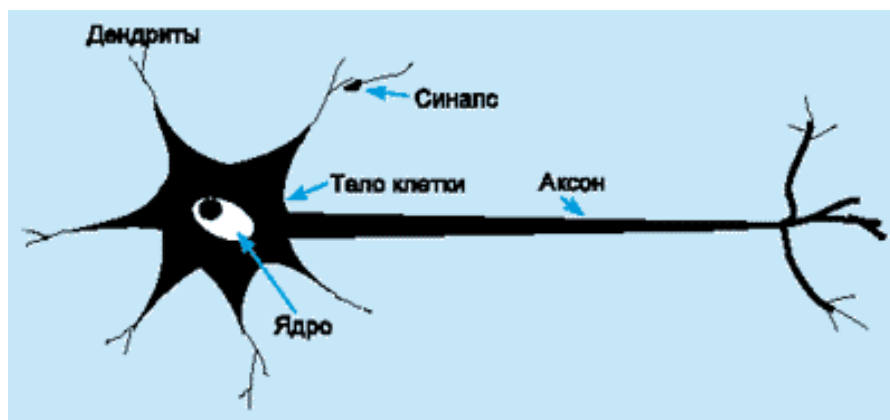
Суний нейрон тўрлари келажакда қўлланилиш соҳалари бўйича жуда катта имкониятларга эга. Потенциал иловалари инсон интеллекти жуда кам самара берадиган, оддий ҳисоблашлар жуда қийин ёки адекват бўлмаган ҳолатларда ишлатилади. Шунга қарамасдан суний нейрон тўрлари барча соҳаларда ўз ўрнини топомқда.

Суний нейрон тўрларининг биологик модели. Суний нейрон тўрларининг структураси жонли мавжудотларнинг нерв системаларини ва инсоннинг мия фаолиятини ўрганиш натижасида моделлаштирилди. Ҳақиқатан ҳам улар орасидаги ўхшашлик айтарлик даражада эмас, бироқ бу эмуляция жуда катта натижаларни келтириб чиқармоқда. Суний нейрон тўрлари ҳам мия фаолиятига ўхшаш хоссаларга эга: билимларга асосланган тажрибаларда ўрганиш, хулоса чиқариш ва хатолар қилиш қобилиятига эга.

Инсон мияси нейрон деб номланувчи минг миллиарддан кўп ҳисоблаш элементларига эга. Нейронлар бир-бирлари билан нерв иплари билан боғланган – синапслар деб аталади.  $10^{11}$  га яқин нейронлар тахминан  $10^{15}$  та узатувчи боғланишларда қатнашади, боғланишларнинг узунлиги

бир метргача ва ундан ҳам ортиқроқ. Бундай тармоқ нейронлари миёда бўладиган барча функцияларга жавоб беради.

Нейрон нерв системасининг асосий қурувчи блоклари ҳисобланади, ва у учта қисмдан таркиб топган: ҳужайра жисми, ядро, синапслар, дендритлар ва аксонлар, ҳар бир қисм ўзининг ўзаро боғланган функцияларига эга (23. Расм).



23.расм. Биологик нейрон

Клетка жисми нейрондаги энергия сарфини бошқаради ва кўплаган бир қанча жараёнларни ҳам ростлайди. Ҳужайра жисмини ташқи мембранаси нерв импульсларини ишлаб чиқаради, генерация қилади, бу импульслар нерв системасининг ҳаётий фаолияти ва ҳисоблаш қобилиятларининг маркази ҳисобланади.

Бошқа нейронлардан келаётган бир қанча кириш сигналлари ҳужайрага дендритлар орқали келади. Дендритларда синаптик боғланишлар жойлашади, улар сигналларни бошқа аксонлардан олади. Ҳужайра жисми дендритлардан олинган сигналларни жамлайди, йиғади, ва агар натижавий сигнал порог қийматидан юқори бўлса, импульс ишлаб чиқаради, аксонлар орқали бошқа нейронларга узатилади.

Аксонларнинг узунлиги жуда қисқа бўлиши мумкин (0,1 мм), худди шундай 1 м дан ҳам ошиши мумкин. Аксоннинг охири жуда кўп тармоқларга эга, уларнинг ҳар бири синапслар билан яқунланади, у ердан сигналлар дендритлар орқали бошқа нейронларга узатилади, айрим ҳолларда тўғридан-тўғри хужайра жисмига узатилиши ҳам мумкин. Битта нейрон импульсни генерация қилиши мумкин, бу импульс юзлаган ёки минглаган нейронларни қўзғатиши (ҳаяжонлантириши) ёки тўхтатиши мумкин. Шундай қилиб нейроннинг функционал мураккаблиги эмас, балки юқори даражадаги боғланганлик нейронга ҳисоблаш қувватини таъминлайди.

## **9. Бошқариш назарияси асослари фанининг элементар звеноларини ўрганиш бўйича нейрон тўрини қуриш**

Суний нейрон тўри – бу ўзига хос специфик ўргатувчи машина бўлиб, катта ҳажмдаги ахборотларни тизимлаштириш, статистик башоратлаш учун мўлжалланган. Бундай суний интеллектли нейрон тўри кўринишидаги ўргатувчи машиналарни яратиш – худди ишлаб чиқариш жараёни каби махсус ишларни олдиндан белгиланган, аниқланган дастур асосида бажаради, бунинг учун хом–ашё бўлиб ахборотлар тўплами ҳисобланади. Бу ахбороттехнологиясининг маҳсулоти, товари бўлиб, асосан, компьютер дастурлари, уларнинг компоненталари, ёки электрон ва оптик схемалар ва чиплар, ёки маълумотларни қайта ишлаш учун улардан фойдаланиб олинган натижалар.

Таълим соҳасига ахборот ва коммуникация технологияларини жадал қўллаш асосида ўқитишнинг янги шакл ва методларини, таълим муассасаларининг ягона ахборот таълим маконини яратишда, математик расмийлаштириш нуктаи назаридан жуда ёмон бўлган объектни (таълим

жараёнини), бошқарув ва моделлаштириш муаммоларини талаб даражасида ечиш долзарб масалалардан бири ҳисобланади. Бошқарув ва моделлаштиришнинг (таълим соҳасида) янги методларини, ёндошувларини ва технологияларини излашни келтириб чиқаради. Шунини таъкидлаш мумкинки, таълим объектлари ва таълим жараёнларини илмий асосда ўрганувчиларга нейрон тармоқларидан фойдаланиш замонавий уникал воситалар ва принциплар янги имкониятларни очишда жуда катта аҳамият касб этади.

Таълим объектларида ва жараёнларида нейромоделлар ва нейротармоқ технологиялари методларидан фойдаланиш, янги йўналиш ҳисобланаётган таълимда интеллектуал системаларнинг ривожланишига олиб келади. Бошқарувнинг нейрон системаларида қайта ишланадиган ахборотларни тасвирлаш шакллари ва турлари бўйича чекланишлар бўлмайди. Бу эса уларни оммавий тусда қўлланилишидан далолат беради. Нейросистемалар инсон миёсида кечадиган фикрлаш жараёнларини замонавий тасаввурларда ифодалашга асосланади ва таълим қилинган фактлар асосида ўрганишга мослашган бўлиб, мураккаб нозик боғланишларни аниқлайди.

Энди “Бошқарув назарияси асослари” (БНА) фанининг элементар звеноларини ўрганиш бўйича нейрон турини куриш масаласини расмийлаштиришни кўриб чиқамиз [41,42,51,53].

Белгилашлар киритамиз:

A - талабалар тўплами гуруҳи.

$A = \{A_1, A_2, \dots, A_N\} = \{\text{Абдулла, Садулла, Болтабой, \dots}\}.$

Талабалар БНА фанини мустақил ўрганишмоқда, яъни БНА фанининг асосий звеноларини амалий жиҳатдан ўзлаштиришмоқчи.

Белгилаймиз БНА фанини элементар звенолари тўпламини

$C = \{C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6, C_7\} = \{K3, N3, PN3, D3, PD3, T3, CK3\}.$

БНА фани бўйича маслаҳат берувчи профессор ўқитувчилар тўплами:

$$B = \{B1, B2, B3, \dots\} = \{\text{доц. Юсупов, к.ўқит. Сетметов, асс. Рўзметов}\}.$$

Билим олиш жараёнини назорат қилувчи, гуруҳ мураббийси катта ўқитувчи Абдуллаева Г. Абдуллаева Гулчеҳра ҳар бир талабанинг билим олиш жараёнини ҳолатини, яъни баҳолаш рейтингини назорат қилади ва мос равишда статистикани олиб боради.

Энди гуруҳ мураббийси Г. Абдуллаеванинг талабалар билимини назорат қилиш ва статистикани олиб бориш фаолиятини мақсадли равишда расмийлаштирамиз.

1. Ўзлаштиришда 10% аъло баҳога ўқишга
2. Ўзлаштиришда 15% яхши баҳога ўқишга
3. Ўзлаштиришга 65% қониқарли баҳога ўқишга
4. Ўзлаштирамайдиган талабаларни сонини минимумга яъни 0%га эришиш.

Юқорида келтирилган мақсадни математик жиҳатдан абстракт кўринишда расмийлаштирамиз, соддалик учун 5 звенони оламиз

$$C = \{C1, C2, C3, C4, C5, \dots\} = \{КЗ, РИЗ, РДЗ, ТЗ, СКЗ\}.$$

Ҳар бир талабанинг звеноларини ўзлаштириш бўйича рейтингларини қуйдагича баҳолаймиз:

$$R = \{R1, R2, R3, R5, \dots\} = \{\text{Аъло, яхши, қониқарли, деярли қониқарли, қониқарсиз}\}.$$

Талабаларнинг билим олиш ҳолатларини қуйдагича абстракт тарзда ифодалаймиз, масалан:

$\{A1, B2, C3\}$  - A1 талаба B2 ўқитувчини олдига C3 эвенони ўрганиш учун маслаҳатга келди; Талаба Абдулла к.ўқит. Сетметовни олдига реал дифференциалловчи звенони ўрганиш бўйича маслаҳатга келди;



$\{A2, B1, C4\}$  - A2 талаба B1 ўқитувчини олдига C4 звенони ўрганиш учун маслаҳатга кеди; Талаба Садулла доц.Юсуповни олдига тебранувчи звенони ўрганиш бўйича маслаҳатга келди;

$\{A5, B2, C1, \}, \{A7, B3, C5, \}$  ва ҳакоза.

Юқорида тавсифланган абстракт ҳолатлар мантиқ нуқтаи назардан қуйдагича ифодаланади:

$$\{A1, B2, C3\} \Rightarrow A1 \wedge B2 \wedge C3;$$

$$\{A2, B1, C4\} \Rightarrow A2 \wedge B1 \wedge C4;$$

$$\{A5, B2, C1\} \Rightarrow A5 \wedge B2 \wedge C1;$$

$$\{A7, B3, C5\} \Rightarrow A7 \wedge B3 \wedge C5;$$

Талабаларнинг билим олиш жараёнини яна қуйдагича ҳам абстрактлаш мумкин:

$$\{A1, B1, B2, C1, C2, C3, C4, C5, \} \Rightarrow A1 \wedge (B1 \vee B2) \wedge (C1 \vee C2 \vee C3 \vee C4 \vee C5)$$

Демак, A1 талаба B1 ёки B2 ўқитувчини олдига C1 ёки C2 ёки C3 ёки C4 ёки C5 звенони ўзлаштириш бўйича маслаҳатга келди.

$$\{A1, B2, C1, C2, C3, B1, C4, C5\} \Rightarrow (A1 \wedge B2 \wedge (C1 \vee C2 \vee C3)) \vee (A1 \wedge B1 \wedge (C4 \vee C5))$$

Яъни талаба A1 ўқитувчи B2 ни олдига C1 ёки C2 ёки C3 звеноларни ўзлаштириш бўйича маслаҳатга келди, ёки ўқитувчи B1ни олдига C4 ёки C5 звенони ўзлаштириш учун маслаҳатга келди.

Гуруҳдаги талабалар бўйича ўзлаштириш жараёнининг бундай ҳолатларини мумкин бўлган барча вариантларини кўриб чиқиш ва таҳлил қилиш натижасида талабанинг билими бўйича қуйдаги ечимларни берувчи мантикий фикрлаш -предикатлар системасини ҳосил қиламиз, булар эса, яъни предикатлар БНА фанини 5та звеносини ўзлаштиришни ўргатувчи нейрон тўрини қуриш масаласи учун асос ҳисобланади:

$$\left. \begin{array}{l}
 \text{Агар } A1 \wedge B1 \wedge (C1 \vee C2 \vee C3 \vee C4 \vee C5) \quad \text{у холда } R1; \\
 \text{Агар } A1 \wedge (B1 \vee B3) \wedge (C1 \vee C2 \vee C3) \quad \text{у холда } R2; \\
 \text{Агар } A1 \wedge (B1 \vee B3) \wedge (C4 \vee C5) \quad \text{у холда } R3; \\
 \text{Агар } A2 \wedge B3 \wedge (C1 \vee C2 \vee C3 \vee C4 \vee C5) \quad \text{у холда } R4; \\
 \text{Агар } A2 \wedge (B1 \vee B2) \wedge (C1 \vee C2 \vee C3 \vee C4 \vee C5) \quad \text{у холда } R5.
 \end{array} \right\}$$

$$\left. \begin{array}{l}
 \text{If } A1 \wedge B1 \wedge (C1 \vee C2 \vee C3 \vee C4 \vee C5) \quad \text{then } R1; \\
 \text{If } A1 \wedge (B1 \vee B3) \wedge (C1 \vee C2 \vee C3) \quad \text{then } R2; \\
 \text{If } A1 \wedge (B1 \vee B3) \wedge (C4 \vee C5) \quad \text{then } R3; \\
 \text{If } A2 \wedge B3 \wedge (C1 \vee C2 \vee C3 \vee C4 \vee C5) \quad \text{then } R4; \\
 \text{If } A2 \wedge (B1 \vee B2) \wedge (C1 \vee C2 \vee C3 \vee C4 \vee C5) \quad \text{then } R5.
 \end{array} \right\} \quad (1)$$

Бундай расмийлаштиришда биринчи ва иккинчи предикатлар куйдагини билдиради:

Агар  $A1$  талаба  $B1$  ўқитувчини олдига бориб  $C1$  ёки  $C2$  ёки  $C3$  ёки  $C4$  ёки  $C5$  звено бўйича маслаҳат олса унинг билими  $R1$  рейтинг билан баҳоланади;

Агар  $A1$  талаба  $B2$  ёки  $B3$  ўқитувчини олдига бориб  $C1$  ёки  $C2$  ёки  $C3$  звено бўйича маслаҳат олса унинг билими  $R2$  рейтинг билан баҳоланади ва ҳакозо.

## 10. Бошқариш назарияси асослари фанидан элементар звеноларни ўзлаштириш масаласига нейрон тўрини қуришга схематехникавий ёндашув

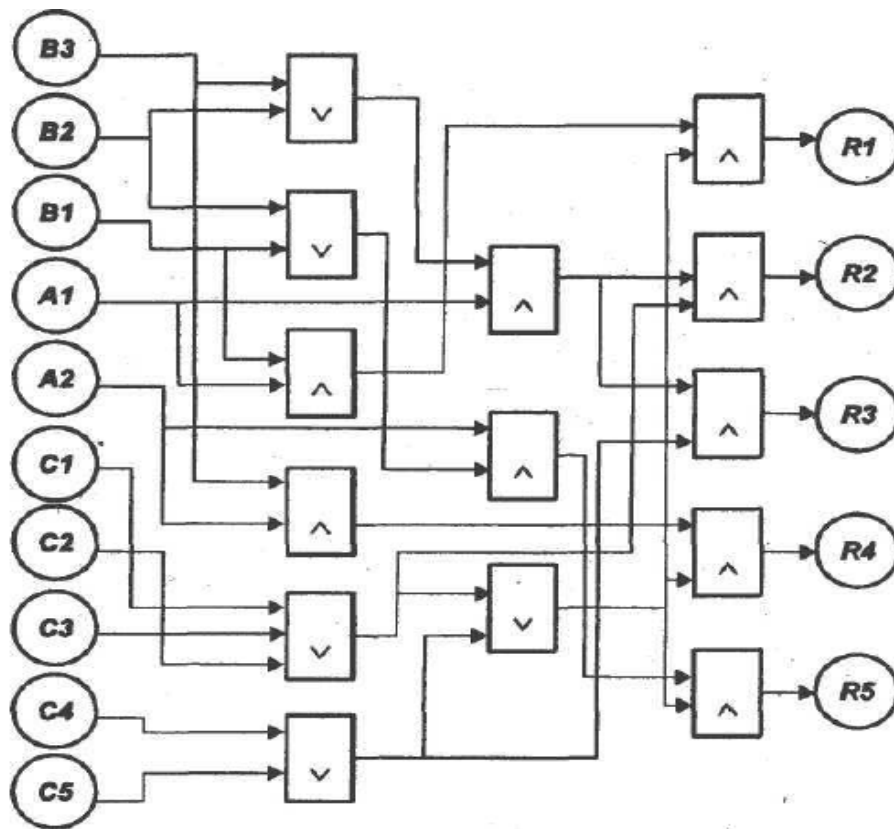
Бу ерда электрон ҳисоблаш машиналари ва уларнинг тури электрон техникаларини қурилмаларини қуришга мўлжалланган ёндашув усуларидан фойдаланамиз. Бунинг учун қурилманинг, системанинг тўлиқ функционал фаолиятини ифодалаш учун бул функциялари – дизъюнкция  $\vee$

ва  $\wedge$  конъюнкциялардан фойдаланамиз. Инкор этиш функциясидан ҳозирча фойдаланмаймиз, чунки билим олишни инкор этувчи ҳолатларни ҳисобга олмаймиз.

Қабул қилинган белгилашларни ҳисобга олган ҳолда (1) мантиқий ифодани ҳисоблашни амалга оширувчи алгоритмнинг схемасини курамиз. Схеманинг киришига бул ўзгарувчиларнинг қийматларини берамиз, улар ҳодисаларни ифодалашади.

Биз қурган элетрон схема жуда яхши ишлаши мумкин, мазкур ҳодисаларга бўладиган таъсирларнинг натижаларини тезкор аниқлаб беради. Агар биз мумкин бўлган барча ҳодисаларнинг комбинацияларини кўриб чиқмоқчи бўлсак, биламизки, ҳар бир ҳодисага қандай ечим мос келади, ва натижа барча комбинациялар учун аниқ ахборотга эга ечимлар тўпламини тўлиқ наборини ҳосил қилишимиз мумкин.

Бироқ биз реал ҳаётда учрайдиган ноаниқликларга, ғалаёнларга, ички ва ташқи таъсирларга кўпчилик ҳолларда бефарқ қараймиз, бу эса бирор системани кўришда акс таъсир бериши мумкин. Шу боисдан ҳам бундай таъсирларнинг мавжудлиги ва уларнинг системага берадиган салбий таъсирларини қонуниятларини ўрганишимиз, таҳлил қилишимиз ва уларни бартараф қилувчи, воситалар, системаларни синтез қилишимиз лозим.



24. расм. Алгоритм схемаси

Биз фақат ишончи, етарлича зарурий аниқ маълумотлар билан ёки ҳодисаларни бошқа йўл ва усуллар билан таҳлил қилиб, қайси ечим айнан шу ҳолатга, ҳодисага мос келишини аниқлашимиз керак.

Демак, биз жуда аниқ, тартибланган тасаввурдан, ассоциатив соҳада ноаниқ, таҳминий фикрлашга ўтишимиз зарур. Бироқ зарурий ечимни топа билишнинг эҳтимоллиги (частотаси) жуда юқори бўлишлиги талаб қилинади. Айнан шундай шароитларда нейрон тўри ёрдамга келади.

Энди биз даставвал бул ўзгарувчилари типидан ҳақиқий ўзгарувчилар типига ўтмоғимиз зарур. Бунинг учун ҳодисаларнинг бўлишлигини ҳисобга олиб эмас, балки бу ҳодисаларнинг бажарилиш эҳтимолликларини ёки уларни баҳолашнинг бошқа бирорта вазн коэффициентларни аниқлашимиз керак (электроника техникасига бундай

ҳолатлар хос эмас). Бундан кейин эса бул функцияларининг анологини амалга ошириш учун янги маълумотлар типлари устида иш бажариш талаб қилинади, яъни нейронларни вазнлар, пороглар ва ўзининг узатиш функцияларини дизъюнкция ва конъюнкция функциялари воситасида ноаниқ маълумотлар ва уларнинг вариацияларини ҳисобга олган ҳолда ишлашга мажбурлаш зарур.

Яна шуни ҳисобга олиш керакки абсалют аниқ, ишончли маълумотлар, ҳар қандай ҳолатда ҳам албатта аниқ, маълум ечимларга олиб келади, бироқ ноаниқ маълумотлар эса мумкин бўлган ечимларни ҳар бирининг вақт коэффицентларини аниқлашга имкон беради. Бундай шароитда максимал вазн қийматга қараб мазкур ноаниқ ҳолатни баҳолашимиз, танлашимиз мумкин.

Ҳоҳлаган бирорта (j-чи) m та киришли нейроннинг узатиш функциясини қуйидагича танлаймиз (m та кириш – дендритлар сони):

$$V = \xi \left( \sum_{j=1}^m V_j w_{ij} - h_i \right); \quad V_i = \text{if } V > 1 \text{ then } 1 \text{ else } V$$

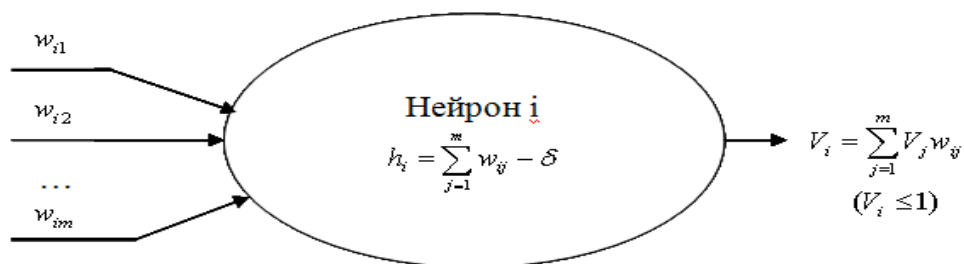
( $\xi(x) = x$ , Агар  $x \geq 0$ , 0 – акс ҳолда)

Бу ерда  $V_j$ , ҳар доим ҳам, таъсирлантириш (возбуждения) миқдори (бошқа нейронни), j-чи киришга келаётган.

Бундай ҳолатда нейрон – конъюнктор жуда юқори порог ёрдамида амалга оширилиши мумкин. (25-расм), бу ерда  $\delta$  бу барча киришларга келадиган, таъсирлантирувчи сигналлар порогини енгиб ўтиш учун етарлича бўлган, қандайдир бирорта тузатишлар.

Ўқитиш давомида кириш сигналлари – бул ўзгарувчилари, 0.1 қийматларни қабул қиладилар.  $w_{ij} = 1/m$  деб,  $\delta < 1/m$  деб танлаймиз. У ҳолда порогдан ошиб ўтиш учун барча киришларда 1 қиймат бўлмоғи зарур; бирорта киришда 1 қийматнинг етишмаслиги қуйидагига олиб

келади, яъни кўрсатилган вазн суммаларидан ўлчанган вазн суммалари  $\frac{1}{m}$  га кичик бўлади.

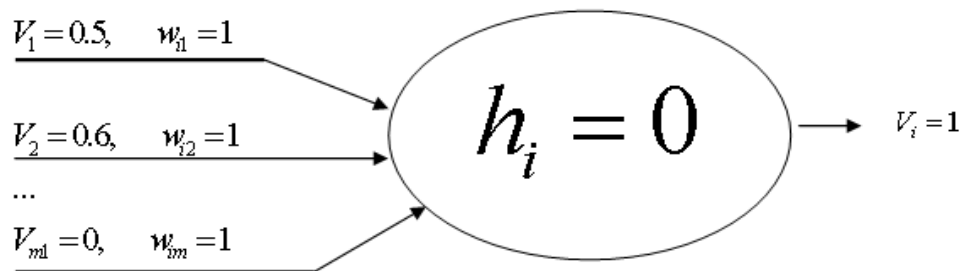


25. расм. Нейрон-конъюнктор.

Ҳақиқий ўзгарувчиларга ўтиш пайтида, қачонки ходисалар ўрнига, масалан фақат уларнинг эҳтимолликларининг жадалилиги қаралса,  $\delta$  нинг қийматини экспериментал танлаш шундай бир чегарани аниқлаш мумкинки, ходисани мазкур комбинациянинг имкониятлари билан ҳисоблашиш мақсадга мувофиқ эмас .

Нейрон – дизъюнкторни амалга ошириш, аксинча, порогнинг кичик (паст) қийматларида, бироқ вазнларнинг юқори қийматларида бажарилади. Порог(сатҳ) шундай танланадики, агарда бирорта кириш таъсирлантирилса (қўзғатилса) албатта чиқишда таъсир (қўзғалтирувчи) сигнали мавжуд бўлади. Бироқ бундай шароитда чиқиш сигнаolini қиймати “1” дан ошмайди. (расм 26).

Ўқитиш режимида тўлиқ аниқлик бўйича тушунарлики таъсирлантириш (қўзғатиш) битта ягона киришга келади (нейрон инкор қилувчи ёки функциясини “ёки-ёки” амалга оширади). Ноаниқлик шароитларида шундай қилинадики, нейрон ёки функциясини имитация қилади, яъни битта киришда эмас балки бир қанча киришларни таъсирлантиради(қўзғатади).



Расм 26. Нейрон-дизъюнктор

Шундай қилиб, маълумотлар тилини алмаштириб ва 24 расмдаги схемадаги барча элементларни нейронлар билан алмаштириб қуйидаги нейрон тўрини ҳосил қиламиз (расм 27), бу ерда нейрон-конъюнкторлар штрихланган (қорайтирилган).

Энди, гуруҳ раҳбарига шундай ишларни бажаришга имконият яратамиз, яъни эксперимент ўтказишни, бунинг учун ҳар хил ишончли ҳодисаларни бериб қўрамиз - мумкин бўлган ёки мумкин бўлмаган. Масалан, ”жуда тўғри“ ва абсалют ишончли ҳодисаларни келтирамиз.  $V_3=1$ ,  $A_1=1$ ,  $C_4=1$  (учинчи талаба маслаҳат олиш учун бир ўқитувчини олдига 4 звенони ўрганишга келди). Бундан (мазмун, мантиқан) кўриниб турибдики, биринчи дизъюнкция функциясини амалга оширувчи 1 ва 6 нейронлар таъсирланади (қўзғалади). Таъсирланиш миқдори 1 га тенг. Кейинги тактда 1,6 нейронлар таъсирланади, актив ҳолатга ўтади ва  $A_1$  7 ва 9 нейронларни (1 га тенг миқдор билан) таъсирлантиради, ундан кейинги тактда эса 6 ва 7 нейронларни таъсирланган сигналлари нейрон-конъюнкторнинг киришига келади, яъни Вых 3 га. Булардан бошқа чиқиш қатламидаги ҳеч қайси нейрон таъсирланмайди (активлашмайди).

Энди бошқа ҳолатни кўриб чиқамиз, ҳодиса ноаниқ ва ишончли эмас. Айтайлик  $V_1$  ёки балки  $V_2$  талаба (қайси бири эканлиги ноаниқ) маслаҳат

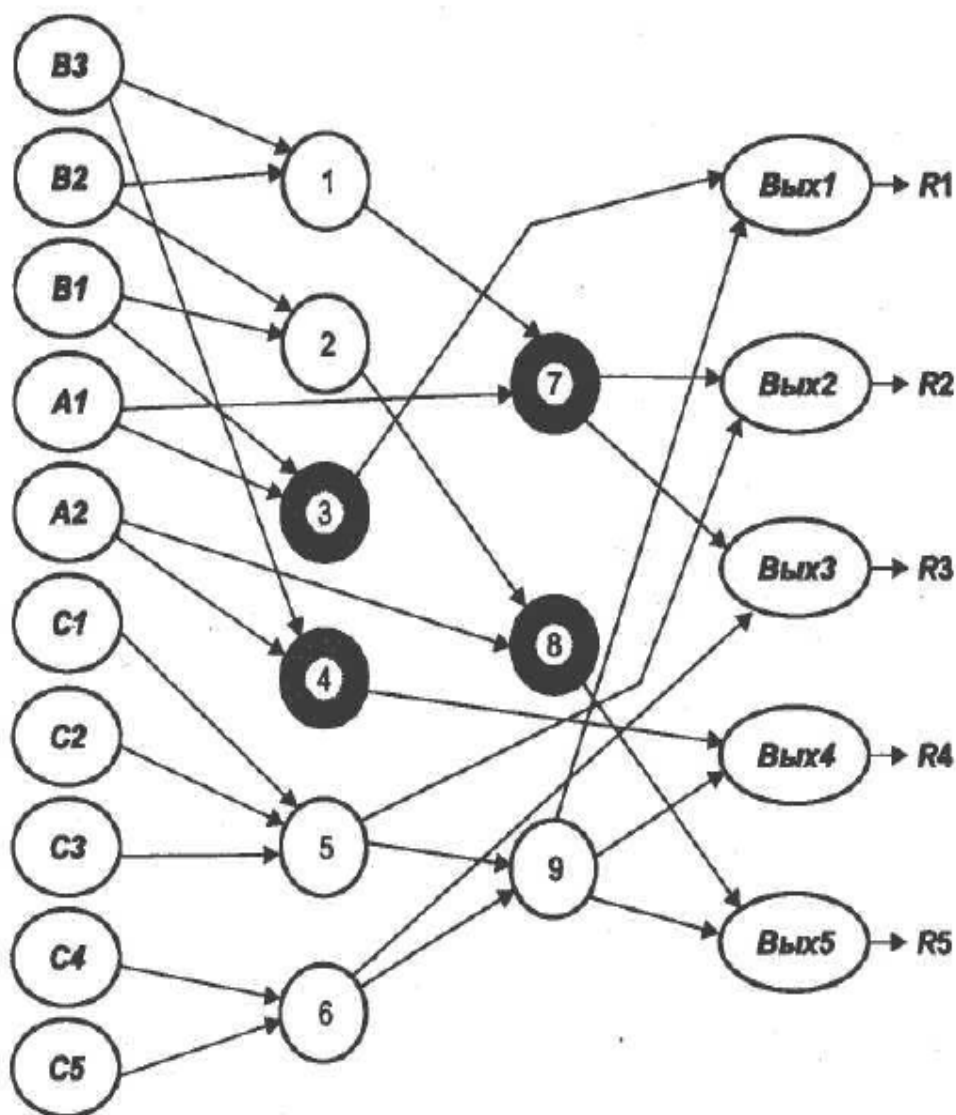
олиш учун A1 ўқитувчига, балки A2 ўқитувчига C1 звенони, ёки балки C5 звенони ўрганиш учун борган.

Гуруҳ мураббийси олдиндан тузилган йўриқномага асосланиб мазкур ҳодиса, ҳолатни ечишга ҳаракат қилади. Бунинг учун интуициясига асосланиб вазнлардан фойдаланишни ўйлайди, ёки бизнинг тилимизда келиб чиққан ҳолатнинг ҳар бир компонентасини ишончилигини баҳолашга киришади. Биламизки B1 ва B2 талабани ўқитувчига маслаҳатга бориши бир хил ишончли, шунга эътиборан гуруҳ мураббийси A1 ва A2 нейронларни кўзгалтириш (таъсирлантириш) қийматини тенг қилиб олади, яъни  $0.5$  ( $V_{A1} = V_{A2} = 0.5$ ). Бироз мулоҳазалар юритгандан кейин гуруҳ раҳбари ўзининг интуициясига асосланиб ( $V_{B1} = 0,8$ ,  $V_{B2} = 0,8$ ,  $V_{C1} = 0,7$ ,  $V_{C5} = 0,8$ ) деб қабул қилади.

Яна бир маротаба эслатиб ўтишимиз жоизки, ҳодисалар тўпламининг тўлиқлигини ва ўзгармайдиган нормаллаштириш шартларини бажаришни талаб қилиш шарт эмас. Ишончлилик интутция орқали танланиши мумкин, бунда инсоннинг табиати, сезгилари асосий рол ўйнайди. Инсоннинг, мутахассиснинг айнан шу жиҳати ноаниқлик сифати, ҳаётий тажрибасининг маҳсули, интуицияси ва бошқалар ассоциатив фикрлаш механизмини келтириб чиқаради.

Ҳосил қилинган нейрон тўрини “эксплуатация-фойдаланишга” топшираётиб, барча конъюнкторларнинг вазнини бир хил миқдор  $0.5$  қилиб, дизъюнкторларни эса  $-1$  га тенг қилиб олиб ўрнатдик. Конъюнкторларнинг сатҳи (пороги)  $\delta = 0,4$  қиймат билан аниқланади. Дизъюнкторларнинг сатҳи эса  $0$  (нул) миқдорга эга.





Расм 27. Конъюнкторли ва дизъюнкторли нейрон тўри.

Келтирилган мисолнинг муҳимлиги 27-расмдаги нейрон тўрини, ҳар бир нейроннинг олдида қўйилган таъсирлантириш (қўзғатиш) сигнали билан такрорлашни талаб қилади.

Натижада ҳодисанинг ечими кўпроқ R5 бўлади, аммо лекин ҳеч қачон R4 бўлмайди. Бироқ, R1 ечими мос келувчи ечим эътиборни ўзига жалб қилади ва ҳақозо.

Айтайлик, бирорта тўлиқ аниқланган ҳолатда (барча ишончли деб кўриладиган маълумотларни миқдорий қиймати “1”) ҳар бир  $R_i$ ,  $M_i$  миқдор рейтинг (фойда, юксалиш) келтиради. Бундай шароитда кутиладиган фойданинг ўртача миқдори бизнинг ноаниқ ҳолат учун қуйидагича ҳисобланади:

$$M = \frac{\sum_i M_i V_{\text{выхи}}}{\sum_i V_{\text{выхи}}} = \frac{M_1 \cdot 0,825 + M_2 \cdot 0,675 + M_3 \cdot 0,725 + M_5 \cdot 0,875}{3,1}$$

Демак, олинган ечим ҳам шундай ноаниқки, худди карта ўйинида картани ўйинчиларга тарқатгандек. Шу боисдан ҳам биз изланишларни давом эттираемиз.

## **11. Талабанинг билимини назорат қилишда нейротармоқ технологиясининг роли**

Билимни баҳолашнинг мумтоз тизими доимо жамиятнинг турли қатламларининг жуда катта эътиборида бўлган, бу шахснинг жуда кўп сифатларини баҳолашнинг ўлчов бирлиги бўлиб ҳисобланган, мансаб поғоналарига кўтарилишга таъсир қилган, тағдирлаш ўлчови, мезони бўлиб хизмат қилган (айниқса болалар учун). Маълумоти ҳақидаги расмий ҳужжат, дипломга ўқиш даврида олган баҳолари кўрсатилган илова берилган.

Илмий нуқтаи назардан ҳозирги пайтдаги ўқувчининг билимни баҳолаш тизими узоқ йиллар давомида шаклланган ва ривожланган кўп критериялик тизим ҳисобланади. Шу боисдан ҳам мазкур баҳолаш тизими ўқувчининг билимини баҳолашда унинг касбий фаолиятга тайёргарлиги, ишбилармонлик ва маънавий сифатлари, ҳамда унинг комил инсон бўлиб ривожланиш даражалари ҳисобга олинади. Мазкур баҳолаш тизимини таҳлил қилиш натижасида, унда ўқувчининг олган билимини даражасини

баҳолаш учун бир қанча амалий критерияларни ажратиб кўрсатиш мумкин. Ўқувчи томонидан бажариладиган ҳар бир топшириқ, ечиладиган масала бирорта нисбатан тақрибий ёндашиш натижасида жуда кўп майда, содда топшириқлар тўпламига ажратилиш мумкин. Натижада уларни баҳолаш (содда топшириқлар мажмуи бўйича) учун бинар усуллардан ёки бошқа бирорта кўп критерияли усуллардан фойдаланиш имконияти туғилади. Ўқувчининг умумий, якуний баҳоси ҳар бир содда топшириқларнинг вазн коэффициентларини ҳисобга олган ҳолда баҳоланган барча баҳолавларнинг умумий йиғиндиси кўринишида тавсифланади.

Умуман олганда, мутахассиснинг билим даражасини баҳолаш бўйича барча ишлар ҳар бир йўналиш ва турли ҳолатлар бўйича тестлаш натижасида олинган ахборотларни таҳлил қилишдан бошланади, буларнинг ҳаммаси ўқувчининг фаолияти билан боғлиқ ёки унга қандайдир таъсир кўрсатади. Бир қатор мутахассисликларда яна шундай ахборотларни ҳисобга олишади, яъни яшаш жойидаги ҳатти-ҳаракатларини характерловчи, олдинги ишлаган жойидаги характеристикаларини, оилавий муносабатларини, махсус тестлаш натижаларини. Кейинчалик, мутахассисни бирор муддатдаги фаолиятини махсус тестлаб бориш натижасида ахборотлар оқими ортиб боради. Ахборотлар турли манбалардан турлича ахборот каналларидан келабошлайди, ахборотлар қарама-қаршилиги, бир-бирини истисно қилиш, чекланганлиги, ишончлилиги, ҳақиқийлик даражаси билан характерланади.

Ўқувчининг билим даражасини аниқлаш мақсадида барча ахборотларни жамлаштириш ва таҳлил қилиш жуда мураккаб масала ҳисобланади, чунки тестланаётган мутахассис бўйича барча жамланган ахборотларни ифодаловчи модель аниқ эмас. Тажриба статистик корреляцион таҳлил, эҳтимоллик методлари бундай масалани тўлиқ ечимини олишга қодир эмас. Мавжуд бўлган барча тажрибалар (мавжуд

ахборотлар) асосида тестланаётган мутахассиснинг ҳолатини ифодаловчи модель нейрон пакетларидан фойдаланиш ҳисобига амалга оширилиши мумкин. Нейрон дастурларининг амалий пакетларидан фойдаланишда асосан нейрон тўрининг архитектурасини ва ўқитиш процедурасини танлаш муҳим ҳисобланади. Нейрон тўрини ўқитиш процедурасини амалга оширишда ўқитишни танлашни шакллантиришни ажратиб кўрсатишимиш мумкин, чунки таклиф қилинаётган нейрон пакетларида солаш ва вазн коэффициентларига тузатишлар киритиш процедураси ўқитиш босқичида расмийлаштирилган бўлади.

Нейрон тўрлари (тармоқлари) деганда инсон миёсида кечадиган ассоциатив жараёнларни, оддий биологик жараёнларни моделлаштирувчи ҳисоблаш структуралари тушунилади. Нейрон тўрлари тақсимланган параллел тизимлар кўринишида бўлиб, ижобий ва салбий таъсирларни таҳлил қилиш йўли билан адаптив ўқитишга мослашган. Бундай тўрлардаги элементар ўзгартиришларни амалга оширувчини, биологик ўхшашлик нуқтаи назаридан, суний нейрон ёки одатда нейрон деб аташади.

Билимни назорат қилиш учун яратилган интеллектуал тизимнинг амалий қийматини юксаклиги билан бир қаторда, инсонни шундай ўхшаш масалаларни ечишга ўргатишдаги барча ўзаро боғланишларни ҳисобга олган ҳолда суний тизимларни ўқитиш процедураларини амалга оширувчи барча жабҳаларини илмий ўрганиш, изланишлар олиб бориш жуда муҳим методик масала ҳисобланади. Педагогика илмида ўқитиш ўз ўрнини топган ва жуда кенг ишлатиладиган терминдир. Ўқитиш деганда таълим олишнинг асосий йўлини, педагоглар, мастерлар (усталар), устозлар ва бошқалар раҳбарлигида билимларни, бажараолишни ва кўникмаларни эгаллаш жараёни тушунилади. Таълим олиш мобайнида ўқувчи ижтимоий тажрибани ўзлаштиради, объектив борлиққа бўлган қимматли-эмоцияли муносабатлари шаклланади. Худди шундай “ўқитиш” термини суний

интеллект тизимларини қуриш амалиёти ва назариясида ҳам ўз ўрнини топган ва ундан фойдаланишмоқда.

Кейинги ўн йиллар мобайнида халқ хўжалигининг турли соҳаларидаги иш фаолиятларини, шунингдек таълим соҳасида ҳам, интеллектлаштириш жараёни жадал суръатларда олиб борилмоқда. Ўқувчини ўқитиш ва унинг олган билимларини назорат қилиш жараёнини автоматлаштиришдан иборатдир, бунинг учун даставвал ўқув жараёнини жадаллаштириш, таълим бериш сифатини ошириш, ўқув дастурларига мақсадли тузатишлар киритиш зарур.

Интеллектли тизимларнинг самарадорлиги кўп жихатдан бу тизимнинг ўзи қандай ўқитилган, у турли масалаларни ечишга мўлжалланганлиги билан аниқланади. Нейротармоқ структураларни ўқитиш бўйича жуда кўп ёндашувлар мавжуд, анчагина амалий натижалар олинган. Бироқ шунга қарамасдан яна битта муҳим йўналиш бор – педагогика илмида йиғилган ўқитишнинг методлари, методикалари ва услубларидан фойдаланиш, педагогик тажрибаларни, ишланмаларни ўқув жараёнида кенг фойдаланилаётган суний нейрон тизимларини ўқитишга тадбиқ қилиш зарур.

Ўқувчининг билим олиши ва олган билимини назорат қилишни автоматлаштириш масаласини ечиш учун мўлжалланган суний нейрон тўрларидан фойдаланиш бўйича изланишларда таъкидлашадики, биологик нейрон тўрларига эга бўлган инсонларни ўқитиш тажрибаларини умумлаштириб суний нейрон тўрларини ўқитишни ташкил қилиш учун аналог сифатида фойдаланиш анча қулайликлар яратиши мумкин. Бунинг учун ахборот коммуникация технологиялари шароитида ўқитишнинг педагогик-психологик жабҳаларида изланишлар олиб бориш жуда муҳим ҳисобланади, чунки ҳозирги пайтда маълум даражадаги интеллектга эга

бўлган суний нейрон тўрларидан таълим жараёнида худди мутахассисдай фойдаланиш тажрибалари анчагина йиғилган.

Суний нейрон тўрлари асосан динамик моделлаштириш қийин кечадиган, яъни жуда кўп яширин назорат қилиб бўлмайдиган параметрларга эга бўлган реал жараёнлардан керакли ахборотларни келтириб чиқараоладиган мослашган ўқитиш тизимлари ҳисобланади. Нейрон тўрларидан фаолият кўрсатаётган объектларни математик тавсифини ананавий методлар билан ифодалаш мумкин бўлмаган ёки ечимини олиб бўлмайдиган мураккаб масалаларни ечиш учун фойдаланиш мумкин. Нейрон тўрлари ишлаш жараёнида ахборотларни тўплайди, худди инсонга ўхшаб эсида сақлаб қолади, ва вақт ўтиши билан унинг самарадорлиги ортиб боради. Ўқитиладиган нейрон тўрларидан фойдаланиш объектни назорат қилишнинг объективлигини таъминлайди ва унинг имкониятларини кенгайтиради.

Таълим сифатини баҳолаш умумий ва худди шундай хусусий қонуниятларга эга, бу эса конкрет қўлланилиш соҳаси билан аниқланади. Биринчи қараганда бу масала оддийдек кўринади, ўқитиш сифатини баҳолашнинг анча кўп тарқалган тизими, классификация масаласи ҳисобланади, яъни ўқувчининг билими баҳолашнинг у ёки бу синфига мансублиги аниқланади (масалан, баҳолашнинг типик синфлари «R1-қониқарли эмас», «R2-қониқарли», «R3-яхши», «R4-аъло»).  
 $R = \{R1 \vee R2 \vee R3 \vee R4\}$ .

Мумкин бўлган барча ҳолатларни кўриб чиқиш ва таҳлил қилиш натижасида, ечимларнинг бир хиллигини ҳисобга олган ҳолда мантиқий фикрларнинг тизимини оламиз – предикатлар тизими нейрон тўрларини қуришда ўқитиш масаласини расмийлаштириш учун асос бўлиб хизмат қилади:

*if*  $\Pi \wedge V1 \wedge (A1 \vee A2 \vee A3 \vee A4) \wedge (O1 \vee O2 \vee O3 \vee O4) \wedge (E1 \vee E2 \vee E3 \vee 0)$  *then*  $(R1 \vee R2 \vee R3 \vee R4)$ ;

$if P1 \wedge (V2 \vee V3) \wedge (A1 \vee A2 \vee A3 \vee A4) \wedge (O1 \vee O2 \vee O3 \vee O4) \wedge (E1 \vee E2 \vee E3 \vee 0) then (R1 \vee R2 \vee R3 \vee R4);$   
 $if P2 \wedge (V1 \vee V2) \wedge (A1 \vee A2 \vee A3 \vee A4) \wedge (O1 \vee O2 \vee O3 \vee O4) \wedge (E1 \vee E2 \vee E3 \vee 0) then (R1 \vee R2 \vee R3 \vee R4);$   
 $if P2 \wedge V3 \wedge (A1 \vee A2 \vee A3 \vee A4) \wedge (O1 \vee O2 \vee O3 \vee O4) \wedge (E1 \vee E2 \vee E3 \vee 0) then (R1 \vee R2 \vee R3 \vee R4).$

Бу ерда, масалан, биринчи мантикий ифоданинг мазмуни: «Агар ўқитувчи 1, 1-саволни мос равишда аналитик, образли ва билимларни эвристик тавсифлаш методлари билан тушунтирса, у ҳолда ўқитиш натижаси R1 ёки R2, ёки R3, ёки R4 бўлади.

### Хулоса ўрнида

Педагогика фанининг тажрибаларини умумлаштириш суний интеллектли тизимларни, нейрон тўрларини, ўқитиш назариясининг илмий-методологик аппаратини янада, жуда кўп бойитиши мумкин. Бундан ташқари суний нейрон тўрларини ўқитиш процедураларини шакллантиришда ўқувчининг психологик-педагогик жиҳатларини мантик тамойиллари асосида деталлаштириш масалаларини қайта кўриб чиқиш, такомиллаштириш зарур.

Янги компьютерлашган, нейротехнологияга асосланган ахборот технологияларидан фойдаланиш натижасида ўқув жараёни индивидуаллашади, информатика фанини (бошқа фанларда ҳам) ўзлаштиришда ўқувчиларда янги мотивлар пайдо бўлади, ўқувчи-ўқитувчи тизимида тесқари боғланиш кучли рол ўйнайди, билимларни баҳолашнинг объективлиги ортади, статистик маълумотларни йиғиш енгиллашади, ўқувчиларда билимларни ўзлаштиришнинг айрим жиҳатлари (яхши, паст) яққол намоён бўлади, ўқитувчида машғулот структурасини ўзгартириш имконияти (ўқувчиларнинг дастлабки тайёргарлик даражасига мос равишда) пайдо бўлади, ўқув жараёнини дифференциаллашга имкон яратади, мавзунини, фанни ўзлаштириш даражасини оширади, унга бўлган

қизиқишни орттиради. Ўқув жараёнида компьютерлашган замонавий нейро технологияларидан фойдаланиш ўқитувчини техникавий ва технологик жихатдан қўллаб қувватлайди, ўқувчилар билан жонли мулоқот қилиши учун анчагина вақтни тежашга эришилади, натижада ўқувчилар билан бўладиган мулоқот инсоний ҳамда индивидуал тарзда, ўзаро яқин муносабатда, уста-шогирд кўринишида бўлади.

Педагогнинг самарали фаолият кўрсатишига яна битта жуда мураккаб масала таъсир қилади, яъни, педагог янги шароитларда “ғоявий йўл кўрсатувчи”, “билимлар дунёсининг дарғаси”, улуғ инсон ва беғараз маслаҳатчилик ролини ўзида сақлаб қолиши зарур. Энди педагог куйидаги фактлар билан келишишга мажбур: ўқувчилар компьютер коммуникацияларининг имкониятларидан фойдаланган ҳолда дарс жараёнида берилган вазифаларнигина эмас, балки ундан ҳам кўп ахборотларни ўзлаштириб олишлари мумкин, ҳаттоки, ўқувчининг олган айрим ахборотлари бўйича ўқитувчида тасаввур ҳам бўлмаслиги мумкин. Бу – янги, замонавий компьютерлашган ўқитиш педагогикада нормал, табиий ҳолат бўлиб компьютерлаштириш ва ўқитишнинг янги қирраларини характерловчи парадигмаларнинг бевосита натижасидир. Бундай шароитларда педагогдан фанни абсолют “ҳар томонлама билиш” (бунинг иложи йўқ!) талаб қилинмайди, балки ҳодисаларнинг боғланишларини онгли равишда тушуна билиши, уларнинг илмий ва ҳаётий қийматини баҳолай олиши зарур.

Ўқув жараёнида компьютерлашган ўқитиш технологиясидан фойдаланишнинг характерли томони шундаки, ўқитувчи бундай машғулотга маъсулиятли тайёрланиши, мавзунини тизимли тарзда таҳлил қилиб, структуралаштириб, ўрганиладиган элементларнинг табиатига мос келадиган техникавий ва дастурий воситаларни олдиндан тузилган режа



(сценарий) асосида намоёиш қилиш ва тушунтириш учун созлаб, тахлаб қўйиши зарур.

Шундай қилиб, машғулотларда компьютерлашган нейротехнологияларидан фойдаланиш барча фанларни, чунончи информатика фанини ўқитишни, ўзлаштиришни англаб етишнинг янги қирраларини очиб беради ва ўқитувчида дарс машғулотларини олиб боришда янги сифат даражаларига эришишига кўмаклашади.

Нейротармоқ технологияси асосида кўриб чиқилган субъектларни ўқитиш моделидан қуйидаги масалаларни ечиш учун фойдаланиш мумкин [45]:

- Ўқитувчи ва назорат қилувчи компьютерлашган мослашувчан тизимларни куриш учун;
- Суний нейрон тўрларини янада чуқурроқ ўрганиш ва назариясини ривожлантириш учун;
- Суний нейрон тўрлари технологисини олий таълим муасасалари фаолиятига кенг жорий қилиш, хусусан, талабаларнинг олган билимларини даражасини конкрет предмет соҳалари, таълим йўналишлари бўйича баҳолаш, бу эса ўз навбатида мос равишда ўқитиш методикаларига тузатишлар киритишга асос бўлади.

## Фойдаланилган адабиётлар

1. Юсупов Ф., Аширова А.И., Хўжаев О. Таълимда интеллектуал тизимларнинг нейротармоқ технологияси методларининг асосларини яратиш ҳақида // «Высокие технологии и перспективы интеграции образования, науки и производства»: Материалы международной научно-технической конференции. - Ташкент, ТХТИ, 2006. -Б.52-54.
2. Каллан, Роберт. Основные концепции нейронных сетей.: Пер.с англ. – М.: Издательский дом Вильямс, 2001. – 286 С.
3. Крисиллов В.А., Кондратюк А.В. Преобразование входных данных нейросети с целью улучшения их различимости.  
<http://neuroshool.narod.ru/>
4. Крисиллов В.А., Чумичкин К.В. Ускоренное обучение нейронных сетей за счет адаптивного упрощения обучающей выборки.  
<http://neuroshool.narod.ru/>
5. Аникеев М.В., Бабенко Л.К., Макаревич О.Б. Обзор современных типов нейронных сетей.- Киев: Радиоэлектроника, информатика, управления, № 1, 2001. – С. 48-56
6. Горбан А., Россиев Д. Нейронные сети на персональном компьютере.//Новосибирск: Наука, 1996.
7. Терехов С.А. Технологические аспекты обучения нейросетевых машин.//Лекции для VIII Всероссийской научно-технической конференции «Нейроинформатика – 2006» / <http://neuroschool.narod.ru/>.
8. Методы нейроинформатики/Под ред.А.Н.Горбаня, КГТУ, Красноярск, 1998. – 205 С.
9. Anil K. Jain, Jianchang Mao, K.M. Mohiuddin \_Artificial Neural Networks: A Tutorial, Computer, Vol.29, No.3, March/1996, pp. 31-44. (Пер.рус.)
10. Дубровин В.И., Субботин С.А. Алгоритм ускоренного обучения персептронов// VIII Всероссийской научно-технической конференции

- «Нейроинформатика – 2002»/ <http://neuroschool.narod.ru/>
11. Круг П.Г. Нейронные сети и нейрокомпьютеры: Учебное пособие по курсу «Микропроцессоры». – М.: Издательство МЭИ, 2002. – 176 с.
  12. Сараев, П.В. Нейросетевые методы искусственного интеллекта: учебное пособие/ П.В. Сараев.– Липецк: ЛГТУ, 2007.– 64 с.
  13. Воронцов К. В. Математические методы обучения по прецедентам (теория обучения машин)/www.MachineLearning.ru.
  14. Барский А. Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений. — М.: Финансы и статистика, 2004. — 176 с
  15. Барский А.Б. Обучение нейросети методом трассировки//Труды VIII Всеросс. конф. «Нейрокомпьютеры и их применение», 2002.
  16. Нейронные сети: История развития теории / Под ред. А.И. Галушкина, Я.З. Цыпкина. Науч. сер. «Нейрокомпьютеры и их применение». Кн. 5. - М: ИПРЖР, 2001.
  17. Головкин ВЛ. Нейронные сети: обучение, организация и применение / Под ред. А.И. Галушкина. Науч. сер. «Нейрокомпьютеры и их применение». Кн. 4. - М.: ИПРЖР, 2001.
  18. Галушкин А.И. Теория нейронных сетей. Сер. «Нейрокомпьютеры и их применение». Кн. 1. - М.: ИПРЖР, 2000.
  19. Комашинский В.И., Смирнов Д.А. Введение в нейроинформационные технологии. — СПб.: Тема, 1999.
  20. Круглое В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. — М.: Горячая линия — Телеком, 2001.
  21. Кольцов Ю. В. Добровольская Н. Ю. Нейросетевые модели в адаптивном компьютерном обучении/ Educational Technology & Society 5(2) 2002.
  22. Васенков Д.А. Методы обучения искусственных нейронных сетей/ Компьютерные инструменты в образовании. № 1, 2007. – с. 20-29.

23. Богданов В.И., Нестеров Е.П., Пак А.П. Энергетический подход к моделированию нейронов рекуррентной сети: Сб. докл. V Всероссийской конференции "Нейрокомпьютеры и их применение". - М.: Радио и связь, 1999. – 361 с.
24. В.И. Алексеев, А.В.Максимов. Использование нейронных сетей с двухмерными слоями для распознавания графических образов // VIII Всероссийская конференция "Нейрокомпьютеры и их применение". Сборник докладов. М.: 21-22 марта 2002г. С.69-72.
25. Игнатущенко В.В. Организация структур управляющих многопроцессорных вычислительных систем. — М.: Энергоатомиздат, 1984.
26. Барский А.Б. Параллельные процессы в вычислительных системах: Планирование и организация. — М.: Радиоисвязь, 1990.
27. Барский А.Б. Параллельные технологии и решения оптимизационных задач. — Приложение к журналу «Информационные технологии».- 2001.-№2.
28. А.И.Аширова. Электрон дарсликнинг назорат тизими учун тест тайёрловчи дастурий қобик яратиш // Физика, математика ва информатика. – Тошкент, 2008. –№ 6. – Б.88-91
29. Аширова А.И., Юсупов Д. Компьютер технологиялари ўқитишнинг шакл ва методлари сифатида // “Ахборот-коммуникация технологиялари” илмий-техник конференция маърузалари тўплами. – Тошкент, ТАТУ, 2008. -Б.103.
30. Ибрагимов Х.И., Тайлақов Н.И. Янги авлод дарсликларини яратишнинг дидактик тамойиллари//Узлуксиз таълим. –Тошкент, 2004. -№1. -Б.9-15.
31. Раззаков. Б. “Информатика ва АТ” фанини “Алгоритмлаш асослари ва дастурлаштириш” бўлимини ўқитишда мантиқий-схемадан фойдаланиш

- методикаси” Информатика ва ахборот технологиялари фанидан ўқув-услугий қўлланма. - Урганч, УрДУ, 2011. – 84 Б.
- 32.Раззаков. Б., Юсупов Д,Ф Талабанинг мустақил билим олиш жараёнини фаннинг графсемантик модели асосида фаоллаштириш (информатика фани мисолида). Архитектура ва қурилиш таълими муаммолари. I илмий-услугий семинар тўплами.- Тошкент, ТАҚИ, 2011 28-апрель. 90-95 Б.
- 33.Юсупов Д.Ф. Компьютерная технология обучения и опережающая подготовка студентов и преподавателей на основе логической граф-семантической модели дисциплины/ «фан, таълим ва ишлаб чиқариш интеграциясини ахборот коммуникация технологиялари асосида ривожлантириш муаммолари» республика илмий-амалий анжуман материаллари. ТАТУ Қарши филиали, 2012 йил 14-15 март.
- 34.Аширова А.И., Юсупов Д.Ф. Касбий таълим (ахборот технологиялари) бакалаврларини тайёрлашда нейротармоқ технологияси методларидан фойдаланиш./”Рақобатбардош кадрлар тайёрлашга инновацион ёндашув” мавзусидаги республика илмий-амалий конференцияси материаллари тўплами. Наманган: НамМПИ, 2012 йил, 1 қисм, 268 б. (227-229 б.)
- 35.Аширова А.И., Юсупов Д.Ф. Таълимда нейротармоқ технологияси методларидан фойдаланиш./ «Архитектура ва қурилиш соҳаси учун кадрлар тайёрлаш муаммолари» республика илмий-амалий конференция тўплами - Нукус, ҚДУ, 2012 йил -287б. (30-31 б.)
- 36.Юсупов Д.Ф., Аширова А.И., Юсупов Ф. Фанни таркибини мантиқли структуралаштириш асосида интеллектли интеграллашган ўқитиш тизимини илмий-услугий асосларини яратиш/«Архитектура ва қурилиш соҳаси учун кадрлар тайёрлаш муаммолари» республика илмий-амалий конференция тўплами - Нукус, ҚДУ, 2012-287б. (123-125 б.)

37. Комашинский В.И., Смирнов Д.А. Нейронные сети и их применение в системах управления связи. – М.: Горячая линия. – Телеком, 2002. – 94 с.
38. Комарцова Л.Г., Максимов А.В. Нейрокомпьютеры: Учеб. пособие для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002. – 320 с.
39. Цыганков В.Д. Нейрокомпьютер и мозг. Учебное пособие. Серия «Информатизация России в XXI век». – М.: СИНТЕГ, 2001. – 248 с.
40. Атанов Г.А., Локтюшин В.В. Фреймовая организация знаний в интеллектуальной обучающей системе // Educational Technology & Society 4(1) 2000, pp. 137-149.
41. Беспалько В.П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения. – М.: Изд. института проф. обр. России, 1995. - 336с.
42. Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети. - М.: Горячая линия - Телеком, 2009.
43. Фролов Ю.В. Интеллектуальные системы и управленческие решения. - М., 2006. - 293с.
44. Галушкин А.И. Нейрокомпьютеры. Кн.3: Учеб. пособие для вузов/Общая ред. А.И.Галушкина. – М.: ИПРЖР, 2000. – 528. –с.
45. Нейроматематика. Учеб. пособие для вузов/Агеев А.Д., Балухто А.Н., Бычков А.В. и др.: Общая ред. А.И.Галушкина. – М.: ИПРЖР, 2002. – 448 с.
46. Корнеев В.В. Параллельные вычислительные системы. – М.: «Нолидж», 199. – 320 с.
47. Компьютерные системы и сети: Учеб. пособие/В.П.Косарев и др./Под ред. В.П.Косарева и Л.В.Еремина. – М.: Финансы и статистика, 1999. – 464 с.

48. Сигеру Омату. Нейроуправления и его приложения. Кн.2./Сигеру Омату, Марзуки Халид, Рубин Юсоф; Пер. с англ. Н.В.Батина; Под ред. А.И.Галушкина, В.А.Птичкина. – М.: ИПРЖР, 2000. – 272 с.
49. Галушкина А.И. Теория нейронных сетей. Кн.1: Учеб.пособие для вузов/Общая ред.А.И.Галушкина. – М.: ИПРЖР, 2000. – 416 с.
50. Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. – М.: Горячая линия. – Телеком, 2001. – 382 с.
51. Каллан, Роберт. Основные концепции нейронных сетей.: Пер.с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 286 с.
52. Кольцов Ю.В., Добровольская Н.Ю., Подколзин В.В. Мета модель компьютерной системы обучения. //Современные проблемы школьной и вузовской педагогики. Краснодар, КубГУ, 1998.
53. Рудковская Д., Пилиньский М., Рудковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польск. И.Д. Рудинского. – М.: Горячая линия. – Телеком, 2006. – 452 с.
54. Юсупов Ф., Юсупов Д.Ф., Раззаков Б. Повышение эффективности изучения курса информатика на основе структурно-логической граф схемы дисциплины/ Высшее образование сегодня. - М.: 2011, №11. – С. 46 – 49.

## МУНДАРИЖА

Кириш .....	3
1. Нейрон тўрларини тарихи ва унинг асосий компоненталари .....	10
2. Қўйилган масалага мос келувчи нейрон тармоғини қуриш.....	25
3. Нейрон тўрини расмийлаштириш. ....	35
4. Эслаб қолиш механизмини модели. ....	41
5. Типик нейрон тўрларидан фойдаланиш. ....	43
6. Нейротармоқ энергетикаси. ....	51
7. Нейрон тўрлари асосида ечиладиган масалалар.....	53
8. Нейрон тўрларини амалга ошириш усуллари.....	57
9. БНА фанининг элементар звеноларини ўрганиш бўйича нейрон тўрини қуриш.....	62
10. БНА фанидан элементар звеноларни ўзлаштариш масаласига нейрон тўрини қуришга схематехникавий ёндашув.....	66
11. Талабанинг билимини назорат қилишда нейротармоқ технологиясининг роли.....	74
Хулоса ўрнида .....	79
Фойдаланилган адабиётлар рўйхати.....	82