

## SUN'IY INTELLEKTD A BILIMLARNI TASVIRLASH MODELLARI

**Yo'ldashev Akmaljon Valijon o'g'li**

*Toshkent kimyo-texnologiya instituti*

*Yangiyer filiali Avtomatika va texnologik jarayonlar kafedrası stajyor o'qituvchisi*

**Joniqulov Egamberdi Shavkat o'g'li.**

*Toshkent kimyo-texnologiya instituti*

*Yangiyer filiali Avtomatika va texnologik jarayonlar kafedrası stajyor o'qituvchisi*

**Salohiddinov Hikmatullo Hakimjon**

**o'g'li.** *Toshkent kimyo-texnologiya instituti*

*Yangiyer filiali Avtomatika va texnologik jarayonlar kafedrası stajyor o'qituvchisi*

**Majidov Farrux Farxod o'g'li.**

*Toshkent kimyo-texnologiya instituti 401-20*

*AB guruh talabasi*

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada sun'iy intellektda bilimlarni tasvirlash modellari orqali yangicha qarashlar, mantiqiy xulosalar, bilimlarni tasvirlash tili, fikrlash sohalari umuman olganda bilimlar bazasini shakllantirishda o'zgacha qarashlarga e'tibor berish kerakligi haqida, natijalarni tarmoqlangan modellar yordamida xulosalash kabi intellektlarni yanada rivojlantirish mumkin. Real jarayondagi hodisa va holatlarni har bir detallarga baho bergan holda mulohaza qilib ko'rish shu bilan birga vaziyatga to'g'ri yondasha olish zamon talabidan kelib chiqib yondashishni shakllantiradi, bu esa inson hayotidagi muhim poydevor bo'ladi.

**Kalit so'zlar:** Bilimlar (knowledge), sub'ekt (subject), obyekt (an object), fikrlash sohalari (discussion area), ekspertizalar sohalari (expertise area), matematik mantiq (mathematical logic), bilimlarni tasvirlash tili (knowledge representation language), strukturalashgan modellar (structured models), strukturalashmagan modellar (unstructured models), formal modellar (formal models), noformal modellar (informal models), semantik modellar (semantic models), relyatsionli modellar (relational models), mantiqiy xulosalash (inference), formal tizim (the formal system), sintaksisli qoidalar (syntax rules), mulohazalar hisobi (propositional calculus), mantiqiy modellar (logic models), tarmoqli modellar (network models), produksiyali (mahsuliy) modellar (production models), freymli modellar (frame models), senariy (scenario).

*Tasvirlash* –bu qandaydir tushunchani figura, yozuv, til yoki formal shaklda qabul qilinadigan amal hisoblanadi. Bilimlar nazariyasi sub'ekt (o'rganuvchi) va

obyekt orasidagi bog`liqlikni o`rganadi. Obyektiv ma`noda bilim – bu o`rganishdan keyingi olgan bilimimiz [1-3].

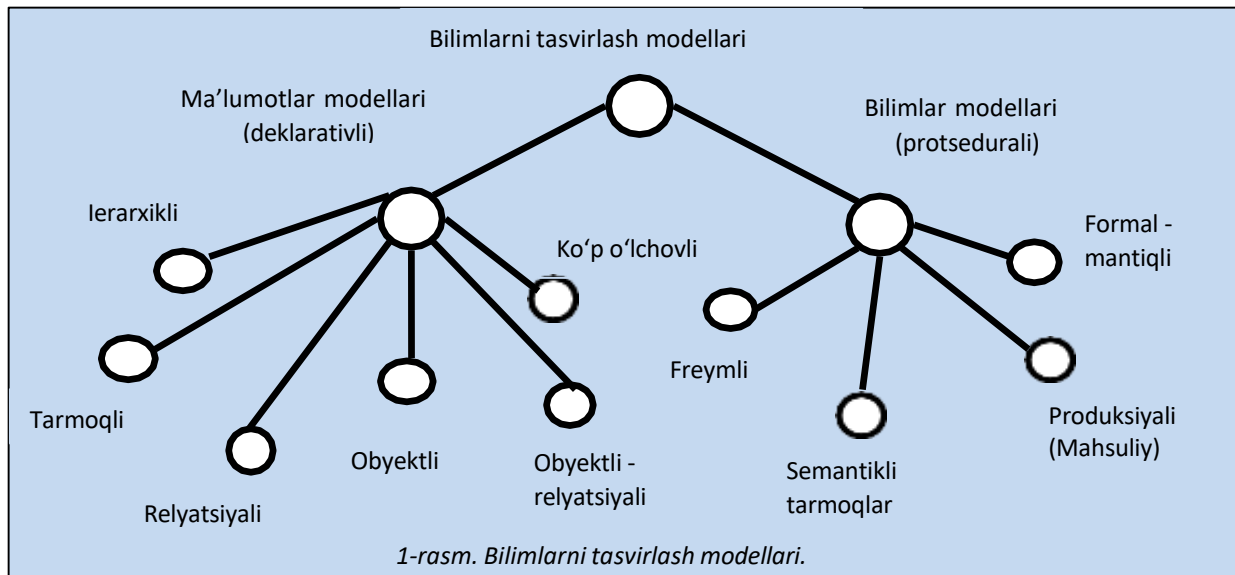
*Bilimlarni tasvirlash* – bu figuralar, yozuvlar va tillar asosida chin mulohazalarni formallashtirishdir[1-3]. Bizni asosan EHM qabul qiluvchi (anglovchi) formallashtirishlar qiziqtiradi. EHM xotirasida bilimlarni tasvirlash, ya`ni bilimlarni tasvirlashda tillar va formallashtirishlarni yaratish haqida savollar kelib chiqadi. Ular bu tasavvurlarimizni nutq va tasvir orqali, tabiiy til asosida tuzilgan ingliz yoki nemis tili, formal til, algebra yoki mantiq, mulohaza va h.k. lar asosida EHMga kiritish va qayta ishlash imkonini yaratadi. Formallashtirishning natijasi dasturlash tilining qismini tashkil etuvchi ko`rsatmalar to`plamidan iborat bo`lishi kerak.

Bilimlarni tasvirlashga taalluqli passiv aspektga kitob, jadval, ma`lumot bilan to`ldirilgan xotira kiradi. Sida tasvirlashning quyidagi aspektlari belgilanadi: bilish faol operatsiyalardan biri bo`lib, nafaqat bilimlarni saqlash, balki olingan bilimlar asosida fikr yuritish imkonini beradi. Shuningdek, bilimlarni tasvirlash manbai - fanda anglashni, uning oxirgi maqsadi esa – informatikaning dasturiy vositalari hisoblanadi. Bilimlarni tasvirlashga taalluqli ko`pgina holatlar juda ham chegaralangan sohalarga qarashli bo`ladi, masalan:

- o`yindagi holatlarni tasvirlash (masalan, shaxmatda figuralarning joylashishi);
- inson holatini tasvirlab berish;
- korxonalar ishchilarining joylashishini tasvirlash;
- peyzajni tasvirlash.

Qaysidir sohaning xarakteristikasida «Fikrlash sohalari» yoki «Ekspertiza sohalari» haqida gapiriladi. Umumiy holda bunday tasvirlashning sonli shakllantirilishi ham unchalik mahsuliy emas. Aksincha, matematik mantiq tili kabi simvolik tilning ishlatilishi tasvirlashni bir vaqtning o`zida ham oddiy tilga ham dasturlash tiliga yaqinroq ifodalaydi. Xullas, matematik mantiq olingan bilimlarga asoslangan holda fikr yuritishga imkon yaratadi, ya`ni mantiqiy xulosalar haqiqatdan ham o`zlashtirilgan bilimlardan yangi bilimlarni olishning faol operatsiyalari bo`lib hisoblanadi.

Bilimlarni tasvirlashning ko`plab formal tizimlari mavjud bo`lib, ular bilimlarni tasvirlash modellari yoki tillari deb yuritiladi (1-rasm).



Bilimlarni tasvirlash tillari orasida *strukturalashgan* va *strukturalashmagan* ma'lumotlar modellarini ajratish mumkin [1-3].

Keltirilgan ikkala model ham formal-tilli belgilar tizimlar asosida quriladi. Ushbu modellar bir-biridan quyidagicha farq qiladi:

1. Formallashtiriladigan bilimlarni saqlanishi bilan;
2. Formallashtirilgan bilimlardan foydalanishligi yoki intellektual tizimning spetsifikasi bilan;
3. Formallashtirish texnologiyasi bilan.

*Strukturalashmagan ma'lumotlar* haqidagi bilimlarni formallashtirish ikki etapdan iborat [1]:

1. Bilimlarni tabiiy-tilli belgilar tizimlar asosida formallashtirish. Masalan, turli janrlardan matnlarni hosil qilish;
2. Matnlarni indeksatsiyalash, rubrika(sahifa) va lug'at tuzish.

*Strukturalashmagan ma'lumotlar modellari* sifatida indeksirlashning formal tillari qaraladi.

Strukturalashgan ma'lumotlarni (deklarativ bilimlarni) ma'lumotlar bazasida saqlash uchun ko'p hollarda ierarxikli, tarmoqli, relyatsionli, obyektli, obyektli-relyatsionli va ko'p o'lchovli modellardan foydalaniladi.

Protsedurali bilimlarni tasvirlash uchun formal-mantiqiy, produksiyali, freymli va semantik tarmoqlar modellaridan foydalaniladi.

Umumiy holda bilimlarni tasvirlashning ikkita tipli modellari mavjud [1,4-6]:

1. Formal modellar;
2. Noformal (semantikli, relyatsionli) modellar.

Formal modellar qat'iy matematikaga asoslanadi. Formal modellarda mantiqiy xulosalash qat'iy aksiomatik qoidalarga asoslanadi. Noformal modellar qat'iy matematikaga asoslanmaydi va ular aniq bir predmet soha uchun mo'ljallangan bo'ladi. Noformal modellarda xulosalash ko'pincha tadqiqotchi tomonidan aniqlanadi.

SI tizimlari ma'lum ma'noda insonning intellektual faoliyatini, xususiyl holda uning mulohaza mantiqini modellashtiradi. Bu holda bizning mantiqiy mulohazalar tizimimiz qo`pol soddalashtirilgan shaklda quyidagi sxemaga keltiriladi: bir yoki bir nechta jo`natmalardan (to`g`ri deb hisoblangan) «mantiqiy to`g`ri» xulosalar chiqarish kerak. Ma'lumki, buning uchun jo`natmalar ham, xulosalar ham predmet sohaga mos aks ettiradigan tushunarli tilda tasvirlangan bo`lishi kerak. Odatiy hayotimizda bu biz muloqot qiladigan tabiiy til, matematikada ma'lum formulalar tili va h.k. Tilning mavjudligi birinchidan, alfavit (lug`atning) bo`lishini taqozo etadi va ular bazaviy tushunchalarning (elementlarning) barcha to`plamlarini belgili ko`rinishda aks ettiradi. Ikkinchidan, alfavitdan foydalangan holda sintaktik qoidalar to`plami asosida ma'lum ifodalarni qurish mumkin [1,4-6].

Mazkur tilda qurilgan mantiqiy ifodalar rost yoki yolg`on bo`lishi mumkin. Har doim rost bo`ladigan qandaydir ifodalar *aksiomalar (yoki postulatlar)* deb e`lon qilinadi. Ulardan va ma'lum xulosa qoidalaridan foydalangan holda yangi ifodalar ko`rinishidagi rost bo`lgan xulosalarni olish mumkin.

Agar sanab o`tilgan shartlar bajarilsa, u holda tizim *formal nazariya* talablarini qondiradi deb hisoblanadi. Uni *formal tizim* (FT) deb ham atashadi. Formal nazariya asosida qurilgan tizim *aksiomatik tizim* deb ham ataladi. Shunday qilib formal nazariya quyidagini qanoatlantirishi kerak: qandaydir aksiomatik tizimni aniqlaydigan har qanday

$$F = (A, V, W, R)$$

formal nazariya quyidagicha xarakterlanadi [1,4-6]:

*A* - alfavitning mavjudligi;

*V* - sintaktik qoidalar to`plami;

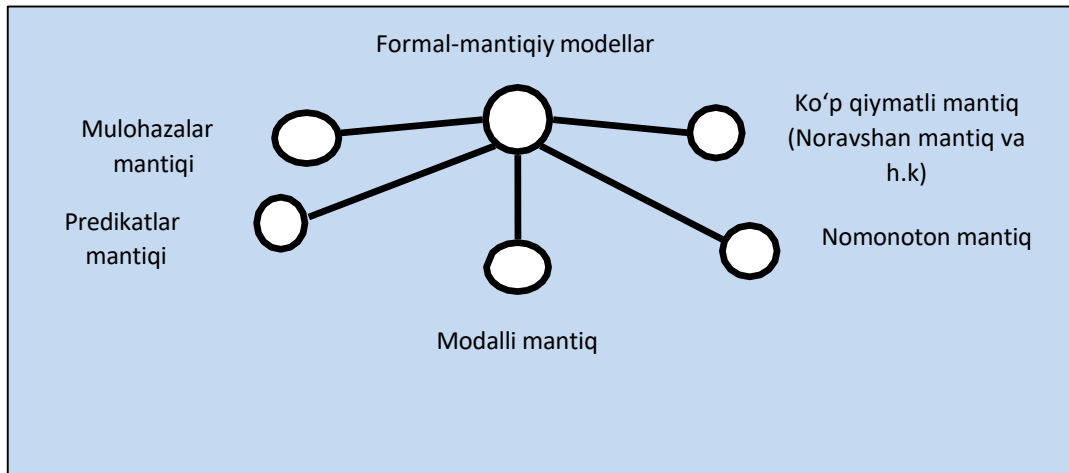
*W* - nazariya asosida yotadigan aksiomalar to`plami;

*R* - xulosa qoidalari to`plami.

Mulohazalar hisobi va predikatlar hisobi aksiomatik tizimlarning klassik misollari hisoblanadi. Bu formal tizimlar yaxshi tadqiq etilgan va yaxshi ishlab chiqarilgan mantiqiy xulosa modellari - ITlardagi asosiy metaprotseduraga ega.

Formal tizimlar kamchiliklarga ham ega. Ular bilimlarni tasvirlashning boshqa shakllarini izlashga majbur qiladi. Asosiy kamchiligi formal tizimlarning yopiqqligi, mustahkam emasligi. Bu yerda modifikatsiya va kengaytirish butun formal tizimni qayta qurish bilan bog`liq. Bu amaliy tizimlar uchun murakkab va qiyin. Ularda sodir bo`ladigan o`zgarishlarni hisobga olish juda qiyin. Shuning uchun formal tizimlar bilimlarni tasvirlash modeli sifatida yaxshi cheklanadigan va tashqi faktorlarga kam bog`liq bo`lgan predmet sohalarda qo`llaniladi.

Formal – mantiqiy modellarning umumiy strukturasi 2-rasmda keltirilgan.



**Mantiqiy modellar.** SI da bilimlarni turlicha tasvirlashda matematik mantiq asosni tashkil etadi. Mantiqiy tasvirlash SI da ishlatiladigan boshqa tasvirlashlar («tarmoqli» va «obyektivli» kabilar) uchun tayanch hisoblanadi.

Bu turdagi modellar asosida formal tizim yotadi. Bu tizim turlar to'rtligi bilan beriladi [1, 4-6]:

$$M = (T, P, A, B).$$

$T$  to'plam turli xil tabiatdagi bazaviy elementlar to'plami hisoblanadi, masalan, qandaydir cheklangan lug'atdagi so'z, qandaydir to'plamga kiradigan bolalar konstruktori detallari va h.k.  $T$  to'plam uchun ixtiyoriy elementning bu to'plamga tegishlilikini yoki tegishli emasligini aniqlashning qandaydir usuli mavjudligi muhim hisoblanadi.

$P$  to'plam sintaktik qoidalar to'plami hisoblanadi. Ular yordamida  $T$  to'plam elementlaridan sintaktik to'g'ri majmualar shakllantiriladi. Masalan cheklangan lug'atdagi so'zlardan sintaktik to'g'ri iboralar quriladi, bolalar konstruktori detallaridagi bolt va gaykalar yordamida yangi konstruktsiyalar quriladi. Chekli sondagi qadamlardan so'ng « $X$  majmua sintaktik to'g'rimi» degan savolga javob olish mumkin bo'lgan  $\Pi(P)$  protseduraning mavjudligi e'lon qilinadi.

Sintaktik to'g'ri majmualar to'plamida qandaydir  $A$  qism to'plam ajratiladi.

$A$  to'plam elementlari *aksiomalar* deyiladi.

$B$  to'plam *xulosa qoidalari* to'plamidir. Ularni  $A$  to'plam elementlariga qo'llab yangi to'g'ri sintaktik majmualarni olish mumkin va ularga yana  $B$  dagi qoidalarni qo'llash mumkin. Shunday qilib mazkur formal tizimda *olinadigan majmualar to'plami* shakllantiriladi. Bu narsa aynan xulosa qoidalari formal tizimning eng murakkab tashkil etuvchisi ekanligini ko'rsatadi.

**Semantik tarmoqlar.** Bu turdagi model asosida ilgari semantik to'r deb nomlangan konstruktsiya yotadi. To'rtli modellarni formal tarzda quyidagi ko'rinishda berish mumkin [1, 4-6]:

$$H=(I, C_1, C_2, \dots, C_n, G).$$

Bu yerda  $I$  axborot birliklar to'plami;  $C_1, C_2, \dots, C_n$  - axborot birliklar orasidagi bog'lanish turlari to'plami.  $G$  berilgan bog'lanish turlari to'plamidan  $I$  ga kiradigan axborot birliklar orasidagi bog'lanishlarni beradi.

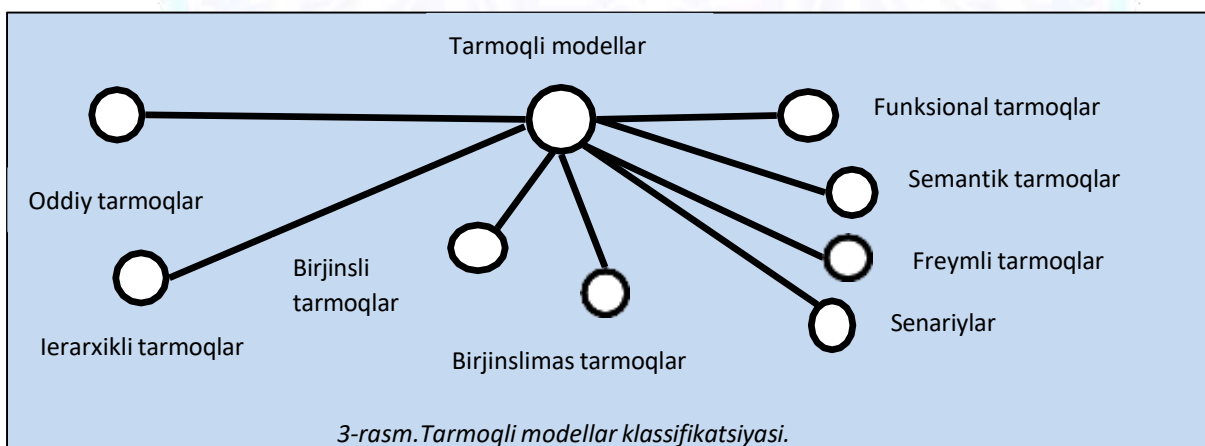
Semantik tarmoq(to'r)lar apparati yordamida bilimlarni tasvirlash biror bir muhitni tashkil etuvchi obyektlar va ular orasidagi aloqalar majmuasidir. Har xil mualliflar semantik tarmoqlarning turli xil turlari tuzilishini taklif qilmoqdalar. Bu turlarning umumiy asosiy funksional elementi bo'lib, ikki tugunlar va yoylardan iborat bo'lgan struktura xizmat qiladi. Har bir tugun biror bir tushunchani, yoy esa ixtiyoriy ikkita tushuncha orasidagi munosabatni bildiradi. Munosabatlarning har bir juftaligi oddiy dalilni bildiradi. Tugunlar munosabatning nomi bilan belgilanadi, yoy esa yo'nalishga ega bo'ladi. Bunga ko'ra aniq dalil tushunchalari orasidagi "Sub'ekt yoki obyekt" munosabatini tasvirlaydi.

Tarmoqda tugunlarga qo'yilgan chegaralar va ular orasidagi aloqalarga qarab tarmoqlar quyidagi tiplarga bo'linadi (5.3-rasm) [1, 4-6]:

- oddiy tipli tarmoqlar – tugunlari ichki strukturaga ega bo'lmaydi;
- ierarxikli tarmoqlar- tugunlari tarmoqli strukturaga ega bo'ladi;
- bir jinsli tarmoqlar - tugunlar orasidagi munosabatlar bir xil bo'ladi;
- birjinslimas tarmoqlar- tugunlar orasidagi munosabatlar turli xil bo'ladi.

Predmet sohadagi obyektlar, jarayonlar orasidagi munosabatlarga qarab tarmoqlar quyidagi tiplarga bo'linadi (3-rasm) [1, 4-6] :

- funksionalli;
- semantikli;
- freymli;
- senariylar.



Modellarda ishlatiladigan bog'lanishlarning turlariga bog'liq holda *sinflashtiruvchi to'rlar*, *funksional to'rlar* va *ssenariylarga* bo'linadi. Sinflashtiruvchi to'rlarda strukturalashtirish munosabati qo'llaniladi. Bunday to'rlar bilimlar bazasida axborot birliklar o'rtasida turli xil ierarxik munosabatlarni

kiritishga imkon beradi. Funksional to`rlar funksional munosabatlarning mavjudligi bilan xarakterlanadi. Ularni ko`pincha *hisoblovchi modullar* deb atashadi, chunki ular bir axborot birliklarni boshqalari orqali «hisoblash» protseduralarini tavsiflashga imkon beradi. Senariylarda kauzal munosabatlar, «vosita-natija», «asbob-harakat» va h.k. turdagi munosabatlar ishlatiladi. Agar to`rli modelda turli xil bog`lanishlar ruxsat etilsa, u holda ularni odatda semantik to`rlar deb atashadi.

**Produksiyali (Mahsuliy) modellar.** Umumiy holda mahsuliy qoida deganda quyidagi ifoda tushuniladi:

$$(i); Q; P; A \square B; N.$$

Bu yerda *i* -mahsulot nomi bo`lib, bu nom yordamida mazkur mahsulot mahsulotlar to`plamidan ajratib olinadi. Nom sifatida mahsulotning mazmunini aks ettiruvchi qandaydir leksema (masalan, «kitoblar haridi» yoki «qulfning kodlari to`plami») yoki tizim xotirasida saqlanuvchi mahsulotlar to`plamidagi mahsulotning tartib raqami olinishi mumkin.

*Q* element mahsulotning qo`llanilish sohasini xarakterlaydi. Bunday sohalar inson kongnitiv strukturalaridan oson ajratiladi. Bizning bilimlarimiz «tayoqchalar bo`yicha ajratilgan». Bir «tayoqcha»da ovqatni qanday tayyorlash haqidagi bilimlar saqlansa, boshqasida ishga qanday yetib borish haqidagi bilimlar saqlanadi va h.k. Bilimlarni alohida sohalarga ajratish kerakli bilimni izlash vaqtini tejashga imkon beradi. ITlarning BBda bunday sohalarga ajratish mahsuliy modellarda bilimlarni tasvirlash uchun qulay hisoblanadi.

Mahsuliy qoidaning asosiy elementi uning yadrosi  $A \square B$  hisoblanadi.

Mahsuliy qoida yadrosini o`zgartirish  $\square$  sekvensiya (implikatsiya) ishorasining chap va o`ng tomonida nima turganligiga bog`liq holda turli xil bo`lishi mumkin. Mahsuliy qoida yadrosini oddiy o`qish quyidagi ko`rinishda bo`ladi: IF A THEN

B. Yadroning murakkabroq konstruktsiyalarida o`ng tomonda alternativ holatlarga ruxsat etiladi. Masalan, IF A THEN  $V_1$  ELSE  $V_2$ . Sekvensiya oddiy mantiqiy ma`noda A ning rostligidan V kelib chiqishiga o`xshash mantiqiy ishora sifatida izohlanishi mumkin. Mahsuliy qoida yadrosi boshqa ko`rinishda ham izohlanishi mumkin. Masalan, A, V harakatni amalga oshirish uchun kerak bo`ladigan biror bir shartni tavsiflashi mumkin.

P element mahsuliy qoida yadrosining qo`llanilish sharti hisoblanadi. Odatda P mantiqiy ifoda bo`ladi (qoidaga ko`ra predikat). R «rost» qiymat qabul qilganda mahsuliy qoida yadrosi faollashadi. Agar R yolg`on bo`lsa mahsuliy qoida yadrosini ishlatib bo`lmaydi.

N element mahsuliy qoidaning keyingi shartini tavsiflaydi. Ular faqat mahsuliy qoida yadrosi amalga oshgandagina faollashadi. N element mahsuliy qoidaning keyingi sharti V ni amalga oshirgandan keyin bajarish kerak bo`ladigan harakat va protseduralarni tavsiflaydi.

Masalan, magazinda biror mahsulot xarid qilingandan keyin mahsulotlar ro`yxatidan shunday turdagi mahsulotning sonini bittaga kamaytirish amalga oshiriladi.

Mahsuliy qoidalar yordamida deyarli barcha bilimlar tizimini tavsiflash mumkin. Implikasiya ko`rinishidagi mahsulot qoidasini quyidagicha keltirish ham mumkin:

$$p_i : s_i \square d_i ,$$

bu yerda,  $p_i$  – mahsulot qoidasi,  $s_i$  – qoidaning qo`llanilish shartlari,  $d_i$  – qoidaning qo`llanilish natijasi.

**Freymli modellar.** Turli xildagi modellar imkoniyatlarini o`ziga bog`lovchi namoyishlarni ishlab chiqishga intilish, freymli namoyishlarni paydo bo`lishiga olib keldi. Freymlar nazariyasini, bilimlarni freymlar bilan tasvirlash oynasini va "Freym" terminini 1975-yilda M.Minskiy taklif qilgan [1,4-6]. "Freym" so`zi ingliz tilidan olingan bo`lib, paycha, panjara, ichki skelet kabi mazmunlarda ishlatiladi. Freymlar nazariyasining mohiyati quyidagicha. Inson yangi holatga tushib qolgan paytda, u o`zining xotirasidagi freymlar deb nomlanuvchi asosiy strukturasiغا murojaat qiladi. Ya`ni bunday holatda to`rli yechimni qabul qilish uchun namunalar qilish kerakligini eslaydi.

Boshqa turdagi modellardan farqli ravishda freymli modellarda axborot birliklarning qat`iy strukturasi qayd qilinadi. Bu yerda slotning qiymati (strukturasi) bo`lishi mumkin. Slotning qiymati sifatida freymni tasvirlashda ichkima - ichki tamoyilini amalga oshirishga imkon beradi, freymni aniqlashtirishda unga va slotlarga aniq nom beradi va slotlarni to`ldirish sodir bo`ladi.

Freym strukturasi quyidagicha tasavvur qilish mumkin [1,4-6]:

(Freym nomi:

(1- slot nomi: 1- slot mazmuni),

(2- slot nomi: 2- slot mazmuni),

.....

(N - slot nomi: N - slot mazmuni))

Slotning mazmuni (qiymati) ixtiyoriy bo`lishi mumkin (son yoki matematik munosabatlar, tabiiy tildagi matnlar yoki dasturlar, xulosa qoidalari yoki mazkur freym yoki boshqa freymning boshqa slotlariga murojaat). Slotning qiymati sifatida quyiroq darajadagi slotlar to`plami bo`lishi mumkin, bu esa freymli tasvirlashlarda «ichkima-ichki prinsipini» amalga oshirishga imkon beradi.



Freydni aniqlashtirishda unga va slotlarga aniq nomlar beriladi va slotlarni to'ldirish sodir bo'ladi. Shunday qilib, profotfreymlardan *freym-ekzemplarlar* hosil qilinadi. Boshlang'ich profotfreymdan freym-ekzemplyarga o'tish slot qiymatini asta-sekin aniqlashtirish hisobiga ko'p qadamli bo'lishi mumkin.

Masalan, protostruktura ko'rinishida yozilgan 1-jadvalning strukturasi quyidagi ko'rinishga ega:

1-jadval. Ishchilar ro'yxati.

Familiyasi	Tug'ilgan yili	Mutaxassisligi	Staji
Normatov	1993	Muxandis	8
Salohiddinov	1996	Buxgalter	5
Isoqov	1992	Iqtisodchi	10

Agar slot qiymatlari sifatida 1- jadvaldagi ma'lumotlardan foydalansak, u holda freym-ekzemplar hosil bo'ladi:

(Ishchilar ro'yxati:

Familiyasi (Normatov – Salohiddinov – Isoqov) Tug'ilgan yili (1993–1996–1992)

Mutaxassisligi (Muxandis –Buxgalter –Iqtisodchi) Staji (8–5–10))

**Senariy.** Senariy tushunchasi R.Shenk va R. Abelson tomonidan kiritilgan. Senariy–bu freymga o'xshash struktura bo'lib, uning maxsus slotlari sifatida senariylar, maqsad, sahna va ro'l kabilar keladi. *Senariy* o'zida turli semantikalar bilan noqatiy tartibli munosabatlar o'rnatadigan birjinsli tarmoqni aks ettiradi. O'rnatilgan munosabatlar hodisalarning mumkin bo'lgan ketma-ketligini aniqlaydi. Munosabatlar semantikasi kauzalli, vaqtli, qism-butun va h.k. bo'lishi mumkin. Senariylar psevdofizikli mantiqda xulosalarni o'tkazishda foydaalaniladi. Senariylar oddiy va ierarxikli bo'lishi mumkin (ichkima-ichki) [1,4-6].

### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Филиппович Ю.Н., Филиппович А.Ю. Системы искусственного интеллекта. - М.: МГУП, 2009. - 312 с.
2. Минский М. Структура для представления знания.- В сб. психология машинного зрения. Под ред. П.Уинстона.- М.: Мир, 1978.
3. Минский М. Фреймы для представления знаний: Пер. с англ. О.Н.Гринбаума под ред. Ф.М.Кулакова. - М.: Энергия, 1979.-152 с.
4. А.В. Гаврилов. Системы искусственного интеллекта: Учеб. пособие: в 2-х ч. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2001. - Ч. 1. - 67 с.
5. А.В. Гаврилов. Лабораторный практикум по нейронным сетям. Ч. 1. - Новосибирск:Изд-во НГТУ, 1999.
6. Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. Базы знаний интеллектуальных систем.-СПб,Питер,2000. Д. Поспелов . "Справочник по ИИ том-2"