

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ
AZƏRBAYCAN DÖVLƏT İQTİSAD UNİVERSİTETİ
MAGİSTRATURA MƏRKƏZİ

Əlyazması hüququnda

Cəfərli Vüsal Azad Oğlu

“Torpaqların məhsuldarlığının ekspert sistemlə təyin edilməsi”
mövzusunda

MAGİSTR DİSSERTASIYASI

İstiqamətin şifri və adı 060509 Kompüter elmləri

İxtisaslaşma

İqtisadi informasiya sistemləri

Elmi rəhbər:

Magistr proqramının rəhbəri:

t.e.n., dos, Əsgərov Həmdulla Əbil o

t.e.n., dos, Bayramov Hafiz

Kafedra müdiri: t.e.n., dos, Bayramov Hafiz

BAKI-2015

Mündəricat.

Giriş.	5
Fəsil 1. Ekspert sistemlərin quruluşu və funksiyaları.	6
1.1. İnsan və ekspert sistemlər.	6
1.2. EHM və ekspert sistemlər.	9
1.3. Ekspertsistemlər - məqsədi, quruluşu və funksiyaları.	16
1.4. Ekspert sistemlərin layihələndirilməsi mərhələləri.	25
1.5. Konkret istifadə üçün ekspert sistemlərin xarakteristikaları.	33
Fəsil 2 Ekspert sistemlərdə qərarın qəbulu alqoritmləri.	37
2.1. Tanıma nəzəriyyəsinin determinik metodları.	37
2.2. Qiymət hesablamalarına əsaslanan tanıma alqoritmləri.	39
2.3. Tanıma nəzəriyyəsinin statistik metodları.	41
2.4. Klaster-analizin elementləri.	44
2.5. Tanımanın struktur metodları.	47
2.6. Məntiqi proqramlaşdırma.	51
2.7. Dağınıq çoxluqlar nəzəriyyəsinin obyektlərin tanınmasına tətbiqi.	53
Fəsil 3. Kənd təsərrüfatı bitgilərinin məhsuldarlığına təsir edən amillər.	57
3.1. Kənd təsərrüfatı bitgilərinin qidalanması və məhsuldarlığı.	58
3.2. Mikroelementlər.	60

3.3. İqlim şəraitini xarakterizə edən parametrlər və onların məhsuldarlığa təsiri.	62
3.4. Bitgi sortları və məhsuldarlıq.	65
3.5. Gübrə məhsuldarlığın artırılmasının əsas amilidir.	66
Fəsil 4. Torpaqların məhsuldarlığının ekspert sistemlə təyin edilməsi.	69
4.1. Torpağın məhsuldarlığının qiymətləndirilməsi tarixi.	69
4.2. Torpağın məhsuldarlığının qiymətləndirilməsinin metodoloji cəhətləri.	71
4.3. Kənd təsərrüfatı torpaqlarının və meşə ərazilərinin bonitirovkası.	73
4.4. Torpağın məhsuldarlığının müəyyən edilməsi.	77
Nəticə.	87
Ə d ə b i y a t	88

Giriş.

Bitgiçilik təsərrüfatlarının fəaliyyətinin dövlətin maraqlarına uyğun tənzimlənməsi, maliyyə-vegi orqanları ilə münasibətlərinin optimallaşdırılması, onların malik olduğu torpaqların keyfiyyət xarakteristikaları barədə məlumatların öyrənilməsini tələb edir. Digər tərəfdən, fermerlərin özləri də daha yüksək gəlir əldə etmək üçün malik olduqları torpaq sahələrində hansı məhsulun yetişdirilməsinin əlverişli olduğunu öyrənməkdə maraqlıdırlar. Buna görə də torpaqların keyfiyyət göstəricilərinin müəyyən edilməsi vacib məsələlərdən biridir. Lakin torpağın keyfiyyət göstəricilərinə təsir edən amillərin miqdarı olduqca çox olduğundan, onların dəqiq və bir qiymətli müəyyən edilməsi qeyri mümkündür. Ekspert sistemlərin tətbiqi bu sahədə müəyyən nailiyyətlər əldə edilməsinə kömək edə bilər.

Birinci fəsildə ekspert sistemlərin meydana gəlməsi və inkişafının nəzəri və praktiki məsələləri, məqsədi, quruluşu, funksiyaları, layihələndirmə mərhələləri və konkret məsələlərin həlli üçün nəzərdə tutulan ekspert sistemlərin xarakteristikaları verilir.

İkinci fəsildə ekspert sistemlərdə qərarın qəbulu alqoritmlərinin inkişaf istiqamətləri şərh edilir.

Üçüncü fəsildə torpaqların məhsuldarlığına təsir edən amillər araşdırılır. Bitgilərin qidalanmasının, mikroelementlərin, iqlim şəraitinin və nəhayət, mineral gübrələrin rolu şərh edilir.

Dördüncü fəsildə isə torpaqların məhsuldarlığının qiymətləndirilməsinin inkişaf tarixi və metodoloji məsələləri, nəhayət, ekspert sistemlə torpaqların məhsuldarlığının müəyən edilməsi əks etdirilir.

Fəsil 1. Ekspert sistemlərin quruluşu və funksiyaları.

1.1. İnsan və ekspert sistemlər.

Hal-hazırda ekspert sistemlər geniş yayılmaqdadır. Onlar bilavasitə fərdi EHM-lərlə əlaqədardır. Formalaşan fərdi EHM-lər süni intellekt sahəsindəki nailiyyətlərə arxalanır. Başqa sözlə, avtomatların reallaşdırdığı intellektual funksiyalar insanın təbii intellektinin xüsusiyyətlərinə uyğunlaşır, onlara adekvat olur.

Cəmiyyətin inkişaf qanunauyğunluqları belə proqnoz verməyə imkan verir ki, ancaq elementar intellektual avtomatların və ya məntiqi intellektual avtomatların hərtərəfli inkişafı əsasında «kompüter inqilabı başlayar». Bu, həm bilavasitə istehsalda istifadə olunan avtomatlara, əlaqə sistemləri və cihazlarına, istehlak və idarəetmənin müxtəlif texniki vasitələrinə, mədəniyyət, incəsənət, ali və orta təhsilin rəngarəng idarəetmə sistemlərinə, həm də insan fəaliyyətinin müxtəlif növlərinin, o cümlədən idrakın intellektual dəstəklənməsinə aiddir[1].

Bəs insan və ekspert sistemlər hansı uyğunluq və fərqlərə malikdir?

İnsan həm bioloji, həm də psixoloji cəhətdən həlledici dərəcədə fərqlənir. O, bölünməyən biopsixososial vahidlik təşkil edir. İnsan təkrarolunmazdır və[1]:

- yaşamaq, işləmək, yemək içmək, geyinmək və s. kimi xüsusi tələbatla;
- hiss etmək, qəbul etmək, tanıma, fikirləşmək, yaratmaq, inanmaq və s. kimi xüsusi qabiliyyətlə;

- öyrənmə, dərketmə, başa düşmə, nəticə çıxarma, təhlil, müqayisə etmə, sintez, layihələndirmə və s. kimi əvəzolunmaz və eyni zamanda məhdud qabiliyyətlərlə;
- fərdi və kollektiv yaradıcılıqla, yenilik yaratmaq, bu yeniliyi təqdim etmək, inkişaf etdirmək və s. qabiliyyətləri ilə fərqlənir.

Təbiətin, cəmiyyətin, yəni, varlığın və yeni düşüncənin daha dərin, ətraflı və kompleks başa düşülməsi belə meydana çıxır.

İnsanın həm fərdi, həm də ictimai yaradıcılığına hal-hazırda «1 Nöli dünya problemi» kimi baxılır. O, ictimai tərəqqi və yaşayış səviyyəsinin həlledici mənbəyidir. Yaradıcılıq fenomeni anlayışında, insan idrakının inkişafı və başa düşülmənin, xüsusən, insan və maşın təfəkkürünün açarı yerləşir. İnsan idrakı (fərdi, subyektiv və ictimai, abstrakt) qlobal problemlərin başa düşülməsinə açar ola bilər. Bu halda avtomatların yeri və funksiyaları barədə, ekspert sistemlərin insanla müqayisədə xüsusi funksiyaları barədə təbii sual meydana çıxır.

Ekspert sistemlər dərketmə vasitəsidir. Onlar birinci növbədə xüsusi professional sahələrdə baş verən proses və hadisələrin daha tez və yaxşı başa düşülməsinə xidmət edir. Ekspert kollektivlərinin dərin professional biliyi tələb olunan mürəkkəb, zəif formalaşdırılan proseslərin başa düşülməsi, tədqiqi üzrə problemlərin həllində onlar həlledici rol oynaya bilər. Həlledici qabiliyyəti biliklərin təsviri və işlənməsində cəmləşən ekspert sistemlərdən, gələcəkdə yaradıcılığın kəskin artması gözlənilir.

İnsanın əvəzedilməz fərdi (subyektiv) qabiliyyəti və intellektual avtomatların geniş təkrar olunan ictimai (obyektiv) qabiliyyətinin, yeni «insan və maşın» tipində birləşdirilməsi məqsədəuyğundur. İnsan və maşın bir-birilə təbiətdə, texniki mühitdə, kooperativ və interaktiv qarşılıqlı fəaliyyətdə həqiqətən silahdaş münasibətlərini təşkil edir. Bu mənada spesifik qabiliyyəti, insanın əqli qabiliyyətini əhəmiyyətli dərəcədə genişləndirən ekspert sistemlərin yaradılması zəruri hesab edilir. Bunun üçün onlar, bu vaxta qədər ancaq insana mənsub olan

xüsusi qabiliyyətlərə malik olmalıdır. intellektual insan və intellektual avtomat zəif və güclü tərəflərə malikdir. intellektual insan subyektivdir, şüurludur, initsiativlidir, az sürətlidir. intellektual avtomat isə obyektivdir, çox bilir (bilik bazasına malikdir), məntiqlidir, sürətlidir. Onlar birlikdə kooperasiya nəticəsində daha məhsuldar ola bilərlər.

intellektual avtomatların mahiyyəti onların insanın imitasiyasında və ya onun beyninin köçürülməsində deyil, yüksək inkişaf etmiş texniki sistem kimi şəxsi fəaliyyətindədir.

EHM kooperasiya üzrə insanın əsil silahdaşına çevrilməlidir. Uyğun olaraq ekspert sistemlər perspektivdə aşağıdakı yüksək tələblərə nail olmalıdır:

- uyğun predmet sahəsinin mütəxəssis dilində və imkan daxilində təbii dildə dialoq qabiliyyəti;
- biliklərin, xüsusi proqramlaşdırma dili istifadə etmədən, ancaq problemin təsviri dili əsasında təqdim edilməsi;
- biliklərin, problemin avtomatik həlli yolu ilə işlənməsi və bütün həll addımlarının dialoq recimində izahı;
- faktların araşdırılması və çıxarış qaydalarından istifadə etməklə biliklərin əldə olunması.

insanla ekspert sistemin müqayisəsində nəzərə almaq lazımdır ki, insan bioloji mühitdir (bədəndir). Bioloji mühit maddələr mübadiləsi prosesləri nəticəsində meydana gəlir və bu proseslərsiz mövcud ola bilməz, başqa sözlə, yaşaya bilməz. Bu mühitlərin yaşaması üçün zəruri olan bütün enerji çevrilmələri, bu mühitin və onu əhatə edən mühitin kəskin məhdud temperaturlarında ərzaq qəbulu və qalığın tullanması yolu ilə həyata keçirilir. Beləliklə, canlı orqanizmlərdə bütün informasiya mübadiləsi prosesləri də maddələr mübadiləsinin spesifik şəraitinə bağlıdır. Onlarda informasiyanın şəkli, həcmi, yazılma və işlənmə sürəti və keyfiyyətinə belə bioloji məhdudiyyət, eyni zamanda, materiya hərəkətinin canlı

formasını daxilində aradan qaldırılması mümkün olmayan (ola bilsin ki, buna heç ehtiyac da yoxdur) ciddi sərhəddir. Bu, ümumiyyətlə, canlıların, o cümlədən insanın spesifikliyi və orijinallığının əsasıdır.

Avtomat «maddi mühitin» köklü, tamamilə başqa bir prinsipini tələb edir. Çünki onun daxilində maddələr mübadiləsi prosesləri deyil, informasiya mübadiləsi prosesləri baş verir. Bu o deməkdir ki, o, informasiya mühiti olmalıdır.

1.2.EHM və ekspert sistemlər.

Dördüncü mərhələ EHM-lərindən başlayaraq hesablama texnikası olduqca böyük gücə və sürətə malik olmuşdur. Onlar ən müxtəlif sahələrdə tətbiq olunurlar. Elə EHM-lər meydana gəlmişdir ki, onlar xarici görünüşcə EHM kimi tanınırlar. Çünki müxtəlif cihaz və qurğuların daxilində quraşdırılıb, onların ayrılmaz tərkib hissəsi hesab edilirlər (idarəedici avtomatlar).

Qeyd etmək lazımdır ki, ekspert sistemlərin inkişaf istiqamətlərinin müəyyən edilməsində belə daxili EHM-lər də fərdi EHM-lər kimi eyni dərəcədə rol oynayır. Əgər EHM-lərin klassik anlayışı və məlumatların işlənməsi sistemində baxsaq, onda onlarla müqayisədə, ölçmə, tənzimləmə və idarəetmə funksiyalarını icra edən «daxili EHM-lər», mahiyyətcə bilavasitə mütəxəssisin, başqa sözlə, informasiyaölçmə texnikası, avtomatika və idarəetmənin avtomatlaşdırılması sahəsində ekspertin məsələsini həll edir. Buna görə də idarəetmənin mikroprosessor və mikrokompyuter sistemlərinə aşağıdakı tələblər qoyulur. Bu sistemlərin istifadəçiləri onlara, proqramlaşdırma dillərini bilməklə deyil, müəyyən professional sahə ilə məhdudlaşan «təbii» dildə xidmət etməlidir. Burada insanla proses arasında əlaqə, müəyyən məna kəsb edən anlayışlar (semantik mənada) vasitəsilə həyata keçirilir.

Bu fenomeni bir qədər də aydınlaşdırmaq üçün mikroprosessorla idarə edilən paltaryuyan maşın təsəvvür edək. Onun işi beysik, paskal və ya başqa dildə proqramlaşdırılır. Onun idarə edilməsi paltarların yuyulması, yaxalanması və

qurudulmasını aydın müəyyən edən və obyektə yönəldilmiş proqramların buraxılmasını təmin edən əmrlər vasitəsilə həyata keçirilir. Sintaksis səviyyədən (məlumatların işlənmə sistemi səviyyəsi) semantik səviyyəyə (ekspert sistemlər səviyyəsi) keçid tendensiyası, EHM-lərin tətbiqinin insana çıxış olan bütün sahələrində texnikanın inkişafının zəruri ümumi qanunauyğunluğudur. Ekspertlərin biliyinə əsaslanan ekspert sistem anlayışı həm dəqiq riyazi formalaşdırılan əməli bilikləri, həm də mütəxəssisin böyük təcrübəsi, talantı ilə təsdiq olunan qeyri-müəyyən, qeyri-dəqiq, etibarsız bilikləri əhatə edir.

Buna uyğun olaraq ekspert sistem üçün onun lokal, qlobal və ya regional hesablama şəbəkələri vasitəsi ilə başqa ekspert sistemlərlə birləşməsinin və ya onun özünün nə şəkllə malik olması biliyi həlledici deyil. Həlledici olan odur ki, EHM keyfiyyətə yeni xüsusiyyət kəsb edir, insanla birlikdə (onunla məsləhətdə, kooperasiyada), proseslə bilavistə əlaqədə müəyyən professional sahənin problemini işləyir, həll edir. Bu zaman insanla intellektual avtomat arasında, məsələnin birgə həlli üçün silahdaşlıq münasibətlərinin meydana gəlməsi həlledicidir. İnsan cəmiyyətinin məhsuldar qüvvələrinin inkişafının aktiv, perspektiv və uzun prosesi buna yönələcəkdir.

Müasir EHM-lərin inkişaf səviyyəsinə baxsaq, onda fərdi EHM-lərin, layihələndirmənin və idarəetmənin avtomatlaşdırılması sistemlərinin işçi stansiyalarının nail olduğu tipik əlamətləri aydınlaşdırmaq olar [1]:

- xarakterik fon-neyman arxitekturası ilə və uzunluğu 16, 32 və 64 ikilik mövqe maşın sözü ilə BIS və BIS-texnologiyaya (70000-450000 tranzistor) əsaslanan mikroprosessorlar və soproprosessorlar;
- həcmi 1-dən 100-lərlə Mbayta qədər olan işçi (əməli) yaddaş (RAM);
- tutumu 20-dən 50 Qbayta qədər olan bərk disk (vinçester) yığıcıları;
- qabiliyyəti təqribən 512x1024 nöqtə və üç ölçülü qrafikə malik rəngli monitor;

- yazı makinasının genişləndirilmiş klaviaturasının, kursurun əllə idarə edilməsi üçün manipulyatorun və bilavasitə ekranda işıq perosunun köməyi ilə EHM-ə xidmət;
- dünyada geniş yayılmış standart əməliyyat sistemləri MSDOS, UNIX (MUTOS), VMS, WINDOWS;
- prosedur (alqoritmik) proqramlar üçün dünyada geniş yayılmış problem-yönlümlü proqramlaşdırma dillərinin hakimiliyi: Paskal, Modula 2, FORTRAN, Kobol, Ada –universal istifadə üçün; Si, Fort-sistem və tətbiqi professional proqramların işlənməsi üçün; RTL 2, Perl-idarəedici EHM-lərdə proqramlaşdırma üçün, köhnə proqramlaşdırma dili LISP əsasında funksional proqramlaşdırmaya keçid-süni intellekt məsələləri üçün; hal-hazırda geniş yayılmış və LISP-dən sonra hazırlanmış, məntiqi (qeyri-alqoritmik) proqramlaşdırma sahəsində ilk addım olan PROLOQ –süni intellekt üçün.

Bu şəkildə beşinci mərhələ EHM-lərə keçid, başqa sözlə, problem yönümlü dillərdən (məsələn, Paskal) problemin təsviri dillərinə (məsələn, PROLOQ) keçid başlayır. Bu sahədə tərəqqi kifayət qədərdir. Konkret istifadəçi, onun məsələsinin həlli üçün EHM-in daxilən necə təşkil edilə biləcəyini bilməyə də bilər. O, ancaq EHM-də həll edilə biləcək məsələni düzgün formalaşdırmalıdır. Bu o deməkdir ki, problemi EHM-in başa düşəcəyi şəkildə yazarkən, insan ancaq problemin daxili qanunauyğunluqları haqqında fikirləşə bilər, başqa sözlə, onun təfəkkürü EHM-ə deyil, problemə yönəldilir.

Bu problemlərə kifayət qədər cavab verən dördüncü mərhələ proqramlaşdırma dillərinə SMOLLTOK («kiçik danışmaq») və ya ATLAS (ölçü texnikası) aiddir. Onlar əmrlər kimi, uyğun predmet sahəsində müəyyən qiymətə malik anlayışları və problem sahəsinin anlayışlarını istifadə edirlər.

SMOLLTOK proqramlaşdırma dilindən istifadə edərkən «üçbucaq» əmri ilə ekrana üçbucaq sözü deyil, bu sözün qiymətinə uyğun olaraq üçbucaq şəkli çıxır.

Buna uyğun olaraq ATLAS proqramlaşdırma dilində ölçmə texnikası üzrə mütəxəssisin işinə uyğun olaraq, EHM-in köməyi ilə idarə edilən ölçmə və nəzarət prosesi formalaşdırılır. Buna baxmayaraq, məsələlərin qəbulu və həlli üzrə EHM-ə verilən göstərişlər güclü formalaşdırılmış şəkildə təqdim olunur və mütəxəssisin təbii professional dilindən olduqca uzaqdır.

Problem və onun təsviri, obyekt və onun əksi arasında qarşılıqlı əlaqə zəruriliyindən problemin tanınması, başa düşülməsi, məzmunlu işlənməsi və həlli üçün EHM-in yeni xüsusiyyətlərinə tələb mövcuddur və hətta, qaçılmazdır: o, informasiyaların təsviri (bilik səviyyəsi) və işlənməsinin semantik səviyyəsinə nail olmalıdır.

Beşinci mərhələ EHM-lər həm xarici görünüş, həm də funksional nöqtəyindən dördüncü mərhələ EHM-lərlə bilavasitə birləşir. Bəzən, hətta, dördüncü mərhələ EHM-lər, texniki (şərdware) və xüsusən proqram (software) vasitələrinin genişləndirilməsi yolu ilə beşinci mərhələ EHM-lərin xüsusiyyətlərini kəs edir. Bu keçid prosesi hal-hazırda, xüsusən fərdi EHM və işçi stansiya EHM-lərinin nisbətən yaxşı öyrənilmiş və məhdud predmet sahələri üçün ekspert sistemlər səviyyəsinə qədər işləndiyi zaman daha da genişlənir. Buna baxmayaraq, qeyd etmək lazımdır ki, ancaq beşinci mərhələdən başlayaraq EHM-lər, insanla maşın arasında interaktiv kooperasiya ictimai qiymətli keyfiyyətini kəsb edir. Bu, insanla maşın arasında silahdaşlıq münasibətləri yaratmağa imkan verir.

Beşinci mərhələ EHM-lər cəmiyyətin məhsuldar qüvvələrinin səviyyəsini əhəmiyyətli dərəcədə təyin edir, dərk etmə qabiliyyətini kifayət qədər genişləndirir. Buna görə də onlar barədə «intellektual avtomatların sıfırıncı mərhələsi» kimi danışmaq olar. Lakin yaxın gələcəkdə onların tətbiqindən kifayət qədər iqtisadi effekt gözləmək olmaz. Bilik bazasına malik EHM-lərin geniş tətbiqində onların gücü nisbətən zəif maneədir. Ekspert sistemlərdə biliyin əldə edilməsi, işlənməsi və təsviri üzrə işlərin vəziyyəti daha əhəmiyyətli dərəcəyə malik maneədir. Xüsusi və super EHM-ləri çıxmaq şərtilə, beşinci mərhələ EHM-ləri, bütünlükdə

hesablama texnikasının inkişafında görünməmiş ciddi sıçrayış ola biləcək miqdar və keyfiyyət parametrlərinə malik olmalıdır.

1981-ci ildə Yaponiyada süni intellekt sahəsində işlərin layihəsi dərc edilmişdir. Bu realıqdan daha çox «dünyaya çağırış» idi. Buna baxmayaraq, dünya Yapon çağırışını qəbul etdi və ona dünya üzrə vahid layihə ilə deyil, çoxlu milli konsepsiyalarla cavab verdi. Bu zaman, yeni EHM-lərin, nail olunması nəzərdə tutulan parametrləri təqribən eynidir.

Yapon proqramının FGCS (Fifth Generation of Computer Systems) layihəsində, beşinci mərhələ EHM-lər beynəlxalq konfrasında qeyd edilən aşağıdakı məqsədlər qəbul edilirdi (19-22.10.1981-ci il, Tokio):

- böyük və daha böyük (BIS və DBIS) integrasiya dərəcəli (1-10 mln. tranzistor) integral mikrosxemlərin hazırlanma texnologiyasına və məlumatların paralel işlənmə sistem kimi maşın sözünün uzunluğu 32 və 64 ikilik mövqe olan 16-dan 1000-ə qədər prosessorlara əsaslanan multimikroprosessor sistemlər;
- böyük sürətli müraciətlə, tutumu 10-dan 100 Mbayta qədər olan işçi (əməli) yaddaş qurğusu;
- proqram və məlumatlar üçün tutumu 100 Qbaytdan 1 tbayta qədər olan yaddaş qurğusu (xarici yaddaş qurğusu);
- təbii dildə dialoq aparmaq üçün təqribən 1000-10000 (yaxın məqsəd) və ya 50000 (uzaq məqsəd) sözlü əlifba, mənaca düzgün tanıma və nitqin sintezi imkanına malik intellektual interfeys;
- obyektlərin (işarə, şəkil, və əşyaların) yüksək qabiliyyətli tanınması və təsviri;
- 1000-dən - 10000-ə qədər məntiqi çıxarış qaydasına malik və məhsuldarlığı kiçik və orta EHM-lər üçün 10000-dən 1 mln-a (lips – logical interferences per Second- saniyədə məntiqi çıxarış), habelə nisbətən

uzaq məqsəd kimi böyük EHM-lər üçün 10 M lipsdən 1 Q lipsə qədər olan funksionl, məntiqi və relyatsion səviyyələrdə biliklərin təsviri dili.

Elmi tədqiqatın bu proqramı əsasında bütövlükdə cəmiyyət üçün olduqca böyük qiymətə malik çoxsaylı elmi tədqiqat mövzu və tapşırıqları formalaşdırılır. Hələ 20 il əvvəl kibernetika, informatika və xüsusən də süni intellekt adını almış elm sahəsi tərəfindən qoyulmuş məsələlər də bu sıradandır [1]:

- xarici dillərin sintaksis və semantik səviyyələrdə tərcüməsi;
- arayış, məsləhətçi, plnlaşdırıcı və diaqnostik sistemlərin yaradılması;
- şəkil və obyektlərin tanınması və korreksiyası;
- layihələndirmə və idarəetmənin avtomatlaşdırılması;
- nitqi başa düşən (fonetik yazı makinaları), oxuyan qurğu, müəssisə fəaliyyətini avtomatlaşdıran sistemlərin yaradılması;
- proqramların hazırlanması, yoxlanması, korreksiyası və profilaktikasının avtomatlaşdırılması;
- bir-birilə volokno-optik, şirokopolos kabellərlə və süni sputnikin köməyilə birləşdirilən yerli, regional, milli və beynəlxalq (ümumdünya) bilik banklarında biliklərin təqdim edilməsi.

Qeyd etmək vacibdir ki, konsepsiyada müəyyən rol oynamasına baxmayaraq, avtmatlaşdırılmış öyrənmə, adaptasiya və özütəşkilprinsipləri beşinci mərhələ EHM-lərin birinci növbəli məqsədi deyil. Onlara strateji məqsəd kimi baxılır.

Rəsmi olaraq FGCS layihəsinin həyata keçirilməsinə başlandıqdan sonra 26 kompleks elmi-tədqiqat mövzusu ilə birlikdə bir sıra əlavə mövzular da təklif edilmişdi. Beşinci mərhələ EHM-lər üçün BIS texnologiya əsas olduğuna görə prosessorun yeni arxitekturalarının axtarışı haqqında sual ön plana çıxır. Belə ki, 1985-ci ildə Yaponiyada PSI adı altında ilk PROLOQ prosessor hazırlanmışdı. Onun məhsuldarlığı 40000 lips, yaddaş qurğusunun tutumu isə 80 Mbayt idi. Təbii

dilə kifayət qədər yaxın olan MANDALA dili əsasında daha yüksək məhsuldarlığa nail olunmuşdur. Dilin başa düşülməsi və xarici dillərdən tərcümə üçün bir sıra sistemlər hazırlanmışdır. Göstərilən sistemlərin prinsipial fərqi proqram vasitələrinin funksiyalarının texniki vasitələrlə, BIS-in köməyi ilə reallaşdırılmasıdır (mümkün olan səviyyədə).

1985-ci ildə QIY şurasının üzvü olan ölkələrin də yeni mərhələ informasiya hesablama sistemlərinin uyğun layihəsi nəşr edilmişdir. O, 38 elmi-tədqiqat layihəsinə bölünən 10 kompleks layihədən ibarətdir. Bu qlobal layihənin daşıyıcıları uyğun ölkələrin elmlər akademiyaları idi. Bu layihə, hesablama texnikası, informatika, süni intellekt və xüsusən ekspert sistemlərin ictimai həyatın müxtəlif sferaları üçün böyük əhəmiyyətə malik olduğunu təsdiq edir və özündə aşağıdakıları birləşdirir:

- biliklərin işlənməsi sistemləri (ekspert sistemlər, bilik bazaları, təbii dildə dialoq sistemləri);
- maşın qrafikası şəkillərinin işlənmə sistemləri;
- layihələndirmənin avtomatlaşdırılması sistemləri (BIS və DBIS üzrə EHM-lər üçün LAS);
- hesablama şəbəkələri (lokal, regional, beynəlxalq);
- fərdi EHM-lər və işçi stansiya EHM-ləri;
- etibarlı hesablama sistemləri;
- böyük məlumat massivləri üçün yaddaş qurğuları (optik, qaloqrafik, assosiativ və s);
- layihələndirmə texnologiyası (avtomatik layihələndirmə, etibarlı proqram vasitələri);
- informasiyaların işlənməsi sistemləri (modelləşdirmə, şum fonunda siqnalın süzgəclənməsi, paralel hesablama);

- təhsildə informasiya texnologiyaları.

Elmi tədqiqatların hazırlanması, koordinasiyası və icrası üçün elmi akademiya, institut və universitetlərdə çoxsaylı laboratoriyalar yaradılmışdır. Onların əsas məsələsi biliklər fenomeninin (intellektual avtomatın) hazırlanması idi.

1.3. Ekspertsistemlər - məqsədi, quruluşu və funksiyaları.

Əgər cəmiyyətin hər hansı tələbini övçüddürsə, onda bu tələb onlarla universitetə nisbətən elmində daha böyük dərəcədə inkişafını təmin edir.

Bəscəmiyyətin hansı tələbləri ekspert sistemlərin köməyi ilə ödəmə bilərvə ya ödənməlidir. Cəmiyyətin belə yüksək səviyyəli əməkalətinə tələbi ağılauyğundurmu? İnsan fəaliyyətinin və bütövlükdə istehsal güclərinin elmi səviyyəsinin daim inkişafı şəraitində cəmiyyətin və insanın özünü dərk etməsinə inkişaf edir?

Elmi-texniki inqilab şəraitində işin, istehsalın, qərarın qəbul edilməsinin, idarəetmənin və s. başadüşülməsində köklü dəyişikliklər əmələ gəlir. İnsan fəaliyyətindəki dərin çevrilişlər sayəsində elmin özü istehsal gücünə çevrilir. Şüuran varlığı əksətdirməsinə uyğun olaraq, yeni varlığın formalaşması yeni ictimai şüurun yaranmasına səbəb olur.

İnsan cəmiyyətinin özfərdi üzvləri və kollektivlər qarşısında qoyduğu tələbləri tənqidi təhlili əsasında insan əməyinin üç xüsusiyyətini ayırmaq olar [1]:

- hər bir konkret iş prosesini məhdud miqdarda məxsusi aktivliklərdən ibarətdir ki, bunlarda ancaq xüsusi hallarda insanın bütöngücünü tələbedir;
- iş, ümumiləşmə, lazım gəldikdə isə obyektivləşmə prosesidir. Ayrıca insan bir problemlə, işlə, proseslə və ya ayrı hadisə ilə, ancaq problemi əvə ya çox dərəcədə yaradıcı həllədənə qədər məşğul olur;

- iş - icranındistsiplinası şəraitində, məlumolan, qabaqcadanverilmiş qaydalara uyğun müəyyən dərəcədə formal fiziki və əqli (dövrü) prosesdir.

«Məhdud» fəaliyyət, məsələn, konveyerdə əmək bölgüsünün mükünlüyü və zəruriliyi, insanlar arasında və habelə insanla texnika arasındakı kooperasiyanı təyin edir.

Problemin həlli prosesinə adətən oricinallıq və yaradıcılıq xasdır ki, burada ayrıca insan cəmiyyəti və əhatə edən mühitlə qarşılıqlı təsir nəticəsində nail olur. Buzan məlum olanları və hətta, ümumi qəbul olunanları inkar etməli, sual altın salmalı, şübhələnməli və ya «inkar edilməz sübutla» qəbul etməlidir.

Nəhayətə fəaliyyətin övləri mövcuddur ki, onlar dəqiq qaydalara uyğun icra edilir. Cəmiyyətin həyat fəaliyyətinin bütünlü sahələrində insan əməyinin əsas hissəsi butip fəaliyyətə aidedilir. Birtərəfdən bu, yüngüldür, çünki problemsizdir. Digər tərəfdən ağrıdır, çünki «fikirsiz, küt» işdir.

İnsanın faktiki fəaliyyəti, onun hansı cəmiyyətdə reallaşmasından asılı olmayaraq, həmişə yuxarıda göstərilən üç xüsusiyyətə malik olur. Lakin gələcəkdə əməyin əməyinin həcmi ixtisarediləcəkdir. Eyni zamanda ixtisaslaşma dərəcəsinin artması ilə daha yüksək bilik və məsuliyyət tələb edən məsələlərin miqdarı artır. Ümumiyyətlə, bütünlü sahələrdə ixtisaslı fəaliyyətə tələb artır. Buda, öznövbəsində işçilərin ixtisas səviyyəsinə uyğun, təkmilləşdirilmiş əmək vasitələrinə tələbin artması səbəb olur.

Ekspert sistemlər hansı fəaliyyətin övlərində kömək edə bilər?

Əgər nəzərə alsaq ki, ekspert sistem EHM-in bütünlü imkanlarını reallaşdırır, onda onların itisafadəsinə aşağıdakı istiqamətlərin göstərmək olar [1]:

1. Tətbiq sahələrində dəqiq göstərməklə (qiymətlərin intervalı, siqnalların diapazonu, vaxt intervalı, tezlik diapazonu və s.) determinə edilmiş (analoq, diskret, rəqəm) və yastoxastik (statistik) modellər əsasında riyazi-alqoritmik funksiyaların modelləşdirilməsi;

2. Qeyrialqoritmik, məntiqi, deklarativbiliklərin, təyinedilməmiş, qeyri-dəqiqvə zəifformalaşdırılmış biliklərin səbəb-nəticə əlaqəsinə ya əgər...ondatipli əlaqə ilə təsdiqlənən faktvə qaydalar çoxluğu şəklində təsviri. Həmdə bu biliklər çoxsaylı sınaqlardan çıxmış, etibarqazanmış və habelə şübhəli olub bilər.

Ekspertsistemlərin istifadəsinin birinci istiqaməti etibarlı, dəqiq və əsaslandırılmış biliklərə arxalanır. Bu tip məsələlər ekspert sistemlər üçün həqiqətən perspektivlidir və evristik - assosiativ təfəkkür qabiliyyəti olan, şəxsiyyət kimitanınımış yüksək səviyyəli dərəcəli mütəxəssisləri yenidən orijinal qabiliyyətlərinin reallaşdırılmasını nəzərdə tutur. Lakin belə mütəxəssislər olduqca təsadüfidir. Elə bu da ekspert sistemlərin yaradılmasını zəruri edir. Müasir dövrdə onların əsas məsələsi müəyyən predmet sahəsinə aid biliklərin əldə edilməsinə ekspertlərin qərar qəbul etmə qaydasının reallaşdırılmasıdır. onlar öz spesifik imkanlarına uyğun olaraq intellektual avtomatlar əsasında inkişaf edirlər.

Alqoritmik proseslərin avtomatların köməyi ilə təsvir olunması hal-hazırda yazın öqteyi-nəzərdəni yaxşı əsaslandırılmış, hesablama texnikası ilə təmin edilmiş, kifayət qədər hazırlanmış problem hesab edilə bilər. Bu, proseslərin alqoritmik proqramların köməyi ilə təsviri ilə fərqlənən, informasiyaların təsvirinin sintaksis səviyyəsidir.

Qeyri-alqoritmik proseslərin avtomatların köməyi ilə təsviri problemi, öz inkişafının başlanğıc mərhələsindədir.

Bu zaman informasiyaların təsvirinin semantik səviyyəsindən, biliklərin təsvirinin qeyri-alqoritmik, məntiqi fikir və çıxarışla təsvir formalarından söhbət gedir. Proqram, müəyyən şəraitdə aktivləşən qaydaların avtomatik istifadəsinə nəticəsində EHM-in məntiqi çıxarış prosesini iməydan çıxır.

Klassik EHM-in istifadəçisi əvvəlcə problemin həllə alqoritmini tapmalı, proqram yazmalı və onu EHM-ə daxil etməlidir. Ekspert sistemin istifadəçisi isə

öz problemin ifadələri və qaydalar şəklində formalaşdırılır. Həll alqoritmivə uyğun proqram ekspert sistemin öz strategiyası əsasında avtomatik formalaşdırılır. Klassik EHM-lər hesablama alqoritmlərinin icrasındakı rolunu ifadə edərkən, ekspert sistemlərin məntiqi çıxarışların formalaşdırılmasındakı rolunu ifadə edir. Bu fərqli klassik EHM və ekspert sistemlərin tərkibindəki məsələ qruplarının icrasını mümkün edir [1].

Klassik EHM:

- hesablama (toplama, çıxma, vurma, bölmə, qüvvətə yüksəltmə, intqerallama, differensiallama...);
- məntiqi əlaqələrdən (və, və ya, inkar, ekvivalentlik...) istifadə etməklə iki dəyişənin birləşdirilməsi;
- axtarış, müqayisə, yığma, bölüşdürmə, həll, budaqlanma;
- göndərmə (yadda saxlama), sürüşdürmə, fırlatma;
- təqdim etmə, transformasiya, kodlaşdırma, dekodlaşdırma, dəyişdirmə;
- yüksək səviyyə dillərində mətnlərin daxil və xaric edilməsi.

Ekspert sistemlər:

- məntiqi çıxarış (deduktiv, induktiv, abduktiv);
- evristik çıxarış (cümlə, açıqlama);
- təhlil, interpretasiya, izahat, məsləhət;
- diaqnozlaşdırma, identifikasiya, təsnifləşdirmə;
- dərk etmə, tanıma, qiymətləndirmə, həll etmə;
- layihələndirmə, sintez, planlaşdırma, proqnozlaşdırma, instruktaj, təşkil etmə;

- uyğun çevirmələr, reduksiya, abstraksiya, anlayışların yaradılması, assosiasiya, fərziyyələrin formalaşdırılması;
- problemin təbii təsvir dilində sual-cavab;
- təbii dildə semantik test.

Hər iki qrup məsələlərinin müqayisəsi göstərir ki, klassik EHM-lərdə miqdar əməliyyatlarından, ekspert sistemlərdə isə miqdar haqqında daha əhəmiyyətli funksiyalardan bəhs edilir. Buradan aydın olur ki, avtomatların köməyi ilə intellektual fəaliyyətin qiymətli xüsusiyyətlərinin həqiqətən reallaşdırılması üçün çox onilliklər və ya yüzilliklər tələb olunur.

Bununla əlaqədar qeyd etmək lazımdır ki, hal-hazırda ekspert sistemlərdən insan-avtomat-mühit sistemi tərkibində qarşılıqlı təsirdə, məqsədin öz kriteriyaları ilə biliklərin evolyusiyası (başqa sözlə yaradıcılıq) və özütəşkil (özüyaratma) kimi vacib funksiyaların icrası tələb edilmir. Bu o deməkdir ki, yaradıcılıq insana məxsus olaraq qalır və o, ekspert sistemlər tərəfindən müəyyən dərəcədə stimullaşdırılır. Görünür hələ demək olar ki, insanın yaradıcılıq qabiliyyəti (bu bir nömrəli dünya problemidir), özünün düzgün anlaşılmasında (başla düşülməsində) intellektual avtomatların meydana gəlməsi tarixi mərhələsinə borcludur.

Ekspert sistemlərin xarakterik əlamətlərini ümumi təhlil etdikdən sonra aşağıdakı tərifə formalaşdırmaq olar.

Ekspert sistemlər bir tərəfdən alqoritmik proqram, digər tərəfdən isə qeyri-alqoritmik fakt və qaydalar, habelə qeyd olunmuş strategiyaya uyğun məntiqi çıxarışlar formasında biliklərin əldə edilməsi, saxlanması və təsviri qabiliyyətinə malik olmaqla, təbii, professional dildə formalaşdırılan problemin interaktiv və kooperativ həlli üçün həmin bilikləri işləyən xüsusi avtomatdır.

Bu tərifin sonuncu variant olduğunu demək olmaz. Lakin o, ekspert sistemlərin arxitekturasına real və virtual avtomatlar şəklində baxmağı nəzərdə tutur. Tərifə

uyğun olaraq ekspert sistemlər aşağıdakı tərkib hissələrini özündə birləşdirməlidir [1] (şək.1).



Şəkil 1.1 Ekspert sistemlərin tərkib hissələri.

1. Biliklərin əldə edilməsi. Biliklərin əldə edilməsi ekspert sistemlərin nisbətən mürəkkəb funksiyasıdır. Çünki insanın, onu bioloji və ictimai nöqteyi-nəzərdən əhatə edən mühiti tanıma və təsvir etmə qabiliyyəti mahiyyətə çox rəngarəng və ziddiyyətli prosesdir. Bu uyğun avtomat üçün olduqca vacibdir. Çünki o, insanla interaktiv dialoq rejimində ən müxtəlif informasiyaları təkcə formal sintaksis deyil, həm də semantik adekvat (birqiymətli) qəbul edilməlidir. Informasiyaların qəbul edilmə üsulu onun avtomatda saxlanması və təsvirinə əhəmiyyətli təsir göstərir. Həqiqi biliyi əks etdirən informasiyaların düzgün, effektiv qəbulu ekspert sistemin müvəffəqiyyətli «öyrənməsi» üçün həlledici şərtədir. İdrak (nitq) və fəaliyyət insanın təbiətlə və kollektivdə məhsuldar qarşılıqlı fəaliyyəti üçün interfeys təmin etdiyi kimi, avtomatın insanla interfeysi idrak və nitqlə adekvat olmalıdır. Buradan informasiyaların təbii dildə daxil edilməsi zərurəti meydana çıxır.
2. Biliklərin təsviri (biliklərin saxlanması). Bilik bazasının formalaşdırılması seçilmiş predmet sahəsi üzrə quraşdırılan, qiymətləndirilən, birləşdirilən və mübadilə edilən proqram modullarının, fakt və qaydaların, habelə həll strategiyalarının (məntiqi çıxarış mexanizmlərinin) yazılması və

saxlanması uzunmüddətli prosesi nəticəsində həyata keçirilir. Prosedur (əməliyyat) və deklarativ bilikləri fərqləndirirlər. Əməliyyat bilikləri həm alqoritm, həm də qayda formasında təsvir edilə bilər. Hər iki halda onlar gedişi, ya alqoritmin strategiyası ilə, ya da məhsuldar qaydalara uyğun olan məntiqi çıxarışın avtomatik prosesləri ilə təyin olunan proseslərə gətirib çıxarır. Deklarativ bilik «statik» fakt və qaydaların cədvəl və ya semantik şəbəkə formasında təsvirini əhatə edir. Biliklərin təsviri etibarlılıq, tamlıq, istifadə sərhədləri, dəqiqlik, birqiymətliklik, professional aidiyyət, abstraksiya səviyyəsi kimi vacib tələblərə cavab verməlidir. Biliklərin təsvirinin əhəmiyyətli xüsusiyyəti bilik bazasının praktiki yararlığı, yeniləşmə qabiliyyətidir.

3. Biliklərin işlənməsi (problemin həlli). Ekspert sistemlərdə biliyin işlənməsi həm hesablama texnikasının köməyi ilə adi proqramların icrasından, həm də problemin məntiqi həllindən (burada bu, əsas hesab edilir) ibarət ola bilər. Bu o deməkdir ki, ekspert sistem istifadəçisinin sərəncamında onun məsələlərinin həlli üçün effektiv proqram vasitələri, habelə problemin həli mexanizminə (məntiqi çıxarış maşını) malik alət maşını mövcud olur.

Problemin real quruluşundan asılı olaraq, biliyin işlənməsinin hesabi-alqoritm hissəsi, məntiqi qeyri-alqoritmik hissəsi ilə müqayisədə üstünlük təşkil edə bilər. Məsələn, şahmat oynamaq üçün ekspert sistem öz faktları (şahmat fiquru növləri və şahmat taxtası) və qaydaları (yol verilən, əhəmiyyətli gedişlər), habelə oyunun uyğun strategiyaları ilə sırf məntiqi çıxarış prosesi şəklində biliklərin işlənməsini həyata keçirir. Biliklərin işlənməsi ekspert sistemlərin tipik məsələsidir. Bu, axtarış və müqayisə yolu ilə məntiqi çıxarışın dəqiq verilmiş strategiyasına uyğun fakt və qaydaların avtomatik qiymətləndirilməsindən ibarətdir. Bu zaman alınmış aralıq nəticələr yeni fakt və qayda kimi istifadə edilir və beləliklə tam həll alqoritm qurulur.

Əgər əvvəllər konkret bir tətbiq sahəsi üçün hazırlanmış ekspert sistemlərdə biliklərin təsviri və işlənməsi bir-birilə ayrılmaz əlaqədə idisə, sonralar tam qrup

məsələlər üçün ekspert sistem örtükləri meydana gəldi. Onlarda məntiqi çıxarış prosesləri predmet sahəsindən asılı deyil, başqa sözlə onlarda bilik bazası ya mövcud deyil, yaxud da dəyişiləndir. Belə sistemləri «boş» ekspert sistemlər də adlandırırlar. Onlar ancaq məntiqi çıxarış maşınından, biliklərin təsviri üçün vasitədən (bilik bazasının təşkili, imkan varsa, istifadəçi ilə əlaqə üçün interfeys) ibarət olur.

4. İzahat komponenti (nəticələrin təqdim edilməsi (təsviri)). Klassik EHM-lər üçün aşağıdakı ədalətli təsdiq mövcud idi: EHM-də insan tərəfindən ayrıca əmrə qədər düşünülməyən, təyin edilməyən heç nə baş vermir.

Bilikləri işləmək qabiliyyətinə malik olan ekspert sistemlər üçün artıq bu fikir ədalətli deyil. Süni intellekt kimi, onların yeni keyfiyyəti belə büruzə verir ki, onlar özlərinin şəxsi məntiqi çıxarışlarını verə bilir. Həm də uzun məntiqi çıxarış zəncirinin ayrı-ayrı bölmələri qabaqcadan görülməyə də bilməzdi. Bu zaman ekspert sistemlərin əsas təyinatı ondan ibarətdir ki, ekspert sistemin istifadə edildiyi sahə üzrə müəyyən biliyə malik istifadəçi ilə kooperasiya (birlik) təşkil edərək istifadəçi üçün tam əyani və başa düşülən nəticələr əldə etsin. Ekspert sistemin izahat komponenti «niyə və necə ancaq belə çıxarış alınmışdır?» sualına cavab verməklə həll prosesinin ayrı-ayrı addımlarının izahı əsasında bu məqsədə nail olur. Bununla da problemin daxili qarşılıqlı əlaqələrinə nüfuz etmək, əhəmiyyətli və əhəmiyyətsiz fakt və qaydaları ayırmağa nail olunur. Bu ekspert sistemin aldığı çıxarışları başa düşməyə, qiymətləndirməyə və ya atmağa (qəbul etməyə) imkan verir. Sonuncu hal yeni fakt və qaydaların axtarışı, tədqiqi və qəbulu ilə əlaqədardır. Bu zaman ilkin qəbul edilib maşına daxil edilmiş fakt və mülahizələr yalan, qeyri-adekvat, düzgün olmayan və ya sadəcə olaraq heç bir qiyməti olmayan ola bilər. Qeyd etmək lazımdır ki, belə «kənar nailiyyət» həm də həlledici qiymətə malik ola bilər.

Ekspert sistemlər olduqca etibarlı, kompotentli (nüfuzlu), korrektli (düzgün), açıq və həm də formal obyektin silahdaş ola bilər. Bu (böyük həcmdə hesablamaların icrası ilə birlikdə) onların keyfiyyətə güclü tərəfidir.

Ekspert sistem, proseslərlə əlaqə vasitəsilə olduqca müxtəlif, hətta, istifadəçiyə məlum olmayan və ya az məlum olan faktları təhlil etdikdə, izahat komponenti xüsusi qiymətə malik olur. Bu zaman məntiqi çıxarış zənciri, hər biri ayrılıqda kritik olmayan kəmiyyətlərin qarşılıqlı təsiri nəticəsində baş verə biləcək katastrofların qabaqcadan görülməsinə imkan yaradır. Faktların belə mürəkkəb qarşılıqlı fəaliyyəti təcrübə (sınaq) mexanizmləri vasitəsilə aydınlaşdırılmalıdır. Buradan ekspert sistemlərin ümumi xüsusiyyəti meydana gəlir: onlar eyni zamanda həm də məsləhətçi olmalıdır. İnsan və intellektual avtomatın qarşılıqlı fəaliyyətinin kooperasiyası üçün bu xüsusiyyət olduqca böyük əhəmiyyət kəsb edir.

5. Interfeys komponenti (dialoq qurğusu). Interfeys komponenti iki tam müxtəlif funksiyanın icrasına xidmət edir:

- istifadəçinin arzusu ilə və ya həll və ya izahat prosesinin gedishinə uyğun qaydada, müəyyən professional sahə ilə məhdudlaşan, imkan daxilində təbii dildə, interaktiv dialoqun aparılması;
- əhatə edən mühitlə (obyektlər, şəkillər, səslər, prosesin ölçülməsi siqnalları) bilavasitə əlaqə.

Giriş və çıxış reaksiyalarının hər iki növü ekspert sistemin köməyi ilə işlənmə, saxlanma və əks olunma üçün əlverişli formada təsvir edilməlidir.

Insana verilən və ondan qəbul olunan məlumatlar onun başa düşdüyü formada (şəkil, nitq) olmalıdır. Lakin bu biliklərin avtomat dilində və insan beynində təsvirinə aid edilmir. Buna uyğun olaraq ekspert sistemi əhatə edən mühitin özünün tələb etdiyi və verdiyi informasiyalar insan tərəfindən şərti bilavasitə və ya vasitə ilə başa düşülə bilər.

Insanla ekspert sistemin qarşılıqlı anlaşma şərti onlar arasında əlaqənin təmin edilməsi üçün zəruri və kifayətdir. Infomasiyaların daxili işlənməsi hər iki sistemdə konkret dildən (rus, alman,..., riyazi) asılı deyil. Real obyekt və ya proseslə onun əks edilməsi üçün seçilən vasitənin ekvivalentliyi bu və ya digər

dilin yararlı və ya yararsız, effektiv və ya qeyri-effektiv olmasını müəyyən edən kriteriyadır.

Ekspert sistemlərin qeyd edilən qabiliyyətləri təbii sual doğurur: insan cəmiyyəti üçün onların həlledici nailiyyətini nədə gözləmək lazımdır?

Ekspert sistemlər üçün bilik problemlərinin tədqiqi, ekspert sistemlərdə cəmləşən biliklərin istifadəsi əsasında insan cəmiyyətinin keyfiyyəti üçün qiymətli, aşağıdakı nailiyyətləri gözləmək olar:

- əmək məhsuldarlığı və prestijinin güclü artımı (xüsusən çətin məsələlərin həllində);
- insanın dərkətmə (öyrənmə) qabiliyyətinin kifayət qədər yüksəlməsi (xüsusən mürəkkəb problemlərin həllində);
- subyektiv bilik, fikir və inamların obyektivləşməsi;
- məntiqi düşünmənin yüksək keyfiyyətinə layiq insan və maşın münasibətləri silahdaşlığının təmin edilməsi;
- etibarlı biliklərə geniş müraciət əsasında, arqumentlərin yığılması, mübadiləsi və sübut olunması əsasında insanın interaktiv ümumiləşməsinin yeni xarakteri.

1.4. Ekspert sistemlərin layihələndirilməsi mərhələləri.

Ekspert sistemlərin proqram komplekslərinin hazırlanması elmi xarakter deyil, daha çox incəsənət xarakteri daşıyır. Bu onunla əlaqədardır ki, uzun müddət süni intellekt sistemləri əsasən layihələndirmə mərhələsində tətbiq edilmişdir. Daha çox hallarda isə son məhsul alınmayıb, proqramların bir neçə nümunə versiyaları hazırlanmışdır. Belə yanaşma tətqiqat şəraitində əlverişli olub, kommersiya şəraitində baha olur.

Sənaye ekspert sisteminin hazırlanması prosesini predmet sahəsindən asılı olmayaraq, bir-birindən nisbətən az asılı olan 6 mərhələyə bölmək olar [2]:

- 1) Münasib problemin seçilməsi ;
- 2) İlk nümunə versiyalarının hazırlanması;
- 3) Nümunənin sənaye ekspert sisteminə qədər inkişaf etdirilməsi;
- 4) Sistemin qiymətləndirilməsi
- 5) Ekspert sistemin işləyəcəyi mühitin proqram vasitələri ilə qovuşması və istifadəçilərin öyrədilməsi
- 6) Sistemin saxlanması

Mərhələlərin ardıcılığı ideal layihənin hazırlanması haqqında ümumi təsəvvür yaratmaq məqsədilə verilmişdir və tam müəyyən edilmiş ardıcılıq deyil. Həqiqətdə isə ekspert sistemin hazırlanmasının hər bir mərhələsi əvvəlki mərhələlərə təsir edən və hətta onların yenidən işlənməsinə səbəb ola bilən ideyalar yaradır. Buna görə də informatika üzrə bir çox mütəxəssislər ekspert sistemlərin metodologiyasına tənqidi yanaşırlar. Onlar hesab edirlər ki, belə sistemlərin hazırlanması xərcləri çox böyükdür, uzun vaxt tələb edir. Nəticədə alınmış proqramlar isə hesablama resurslarının üzərində ağır bir yüküdür.

Bütövlükdə ekspert sistemlərin, informasiya axtarışı, mürəkkəb hesablamalar, qrafika və mətnlərin işlənməsi sahəsində təcrübəyə malik olan təşkilatların məşğul olması məqsədəuyğundur.

Münasib problemin seçilməsi mərhələsi konkret ekspert sistem hazırlanmasına başlamaq qərarına qədərki fəaliyyəti özündə birləşdirir və aşağıdakı mərhələləri əhatə edir:

1. Problem sahəsi və məsələsinin təyini;

2. Problemin həlli zamanı əməkdaşlıq etməyə hazır olan ekspertin tapılması və işçi kollektivin müəyyən edilməsi;
3. Problemin həllinə ilkin yanaşmanın təyini;
4. Sistemin hazırlanmasına məsrəflərin və gəlirlərin təhlili ;
5. Sistemin hazırlanmasının ətraflı planının tərtibi;

Problemin düzgün seçilməsi ekspert sistemlərin hazırlanmasının ən kritik hissəsidir. Münasib olmayan problemin seçilməsi sistemin sistemin yaradılmasından qənaətə deyildə daha çox məsrəfə səbəb ola bilər. Sistem hazırlandıqdan sonra onun istifadəçilərin qəbul etməsinin qeyri mümkünlüyü daha pis ola bilər. Hətta əgər sistem müəssisənin özü tərəfindən öz məqsədləri üçün hazırlandıqda da bu mərhələ xarici rekomendasiya alınmasında mühüm an olur.

Adətən ekspert sistemlər xüsusi biliklərin ekspertdən alınaraq sistemə daxil edilməsi yolu ilə hazırlanır. Buna görə də münasib ekspertin tapılması sistemin yaradılmasında əsas addımdır. Sistemin hazırlanması və genişlənməsi dövründə ekspert və biliklər üzrə mühəndis birlikdə işləyir. Biliklər üzrə mühəndis ekspertə biliklərin strukturlaşdırılmasında, problemin həlli üçün lazım olan anlayış və qaydaların təyin edilib formalaşdırılmasında kömək edir. İlk söhbətlər zamanı onlar əməkdaşlıqlarının müvəffəqiyyətli olub-olmayacağı barədə qərar qəbul edirlər. Onlar uzun müddət birlikdə işləməli olduğuna görə bu çox vacib məsələdir. Bunlardan əlavə işçi kollektivə nüfuzlu istifadəçilərin və professional proqramistlərin daxil edilməsi məqsəduyğundur.

Məsələnin proqramla reallaşdırılmasına ilkin yanaşma məsələnin xarakteristikalarına və onun həlli üçün ayrılmış resurslara əsasən təyin edilir. Biliklər üzrə mühəndis adətən bazarda olan proqram vasitələrinin istifadəsi üzrə bir neçə variant irəli sürür. Son seçim nümunənin hazırlanması mərhələsində mümkündür.

Məsələ təyin edildikdən sonra ekspert sistemin hazırlanması xərcləri və gəlirlərini hesablamaq lazımdır. Xərclərə işçi kollektivə əmək haqqı məsrəfləri daxil edilir. Əlavə xərclərə ekspert sistemin hazırlanması üçün əldə edilmiş proqram vasitələrinin dəyəri daxil edilir.

Gəlir, məhsulun qiymətinin düşməsi, əmək məhsuldarlığının artması, məhsul və ya xidmətlərin nomenklaturasının genişlənməsi və ya hətta yenilərinin hazırlanması hesabına mümkündür. Uyğun məsrəf və gəlirlər sistemin hazırlanmasına çəkilən xərclərin ödənmə vaxtına əsasən müəyyən edilir. Müasir mərhələdə ekspert sistemləri inkişaf etdirən firmaların böyük əksəriyyəti nisbətən yüksək gəlir gətirən bahalı layihələrə üstünlük verirlər.

Qoyulmuş vəsaitlərin ödəmə vaxtının çox olmasına baxmayaraq baha olmayan sistemlərin inkişaf tendensiyası vardır.

Biliklər üzrə mühəndis yəqin etdikdə ki:

- a) verilmiş məsələ ekspert sistemlə həll edilə bilər;
- b) bazarda təklif edilən vəsaitlərlə ekspert sistem yaratmaq olar;
- v) münasib ekspert mövcuddur;
- q) məhsuldarlığın təklif edilən kriteriyası ağlabatandır;
- d) xərclərin və onların ödənmə müddəti sifarişçi üçün qənaətbəxşdir;
- o, iş planı tərtib edir.

İlk nümunə versiyası ekspert sistemin kiçildilmiş forması olub, faktların, əlaqələrin kodlaşdırılmasının mülahizə strategiyasının düzgünlüyünün yoxlanması üçün layihələndirilir. O, biliklər üzrə mühəndisə imkan verir ki, ekspert sistemin hazırlanmasında aktiv iştirak etməyə cəlb etsin.

İlk nümunənin həcmi bir neçə onluq qayda freym və ya məsəl ola bilər. Onun hazırlanmasının mürəkkəb və iterativ prosesini aşağıdakı dəqiq olmayan və şərti mərhələlər kimi əks etdirmək olar:

- 1) Problemin identifikasiyası;
- 2) Biliklərin əldə edilməsi;
- 3) Biliklərin strukturlaşdırılması;
- 4) Predmet sahəsi konsepsiyalarının formalaşdırılması;
- 5) İlk nümunənin reallaşdırılması;
- 6) Sınaq

Problemin identifikasiyası işçi kollektivin tanışlığı və öyrədilməsini və habelə problemin qeyriformat təsvirinin qurulmasını nəzərdə tutur. Bu zaman məsələ dəqiqləşdirilir; zəruri resurslar (vaxt, insanlar EHM və s.) biliklərinin mənbəyi (kitablar, əlavə ekspertlər, metodikalar); mövcud analogi ekspert sistemlər; məqsədlər (təcrübənin yayılması, yorucu işlərin avtomatlaşdırılması və s.); həll edilən məsələ qrupları və s. təyin edilir.

Biliklərin əldə edilməsi, biliklər üzrə mühəndisin predmet sahəsi və bu sahədə qərarların qəbulu üsulları haqqında nisbətən tam təsəvvür əldə etməsini təmin edir. Bu zaman müxtəlif metodlardan istifadə etməklə ekspertin kompotensiyasının biliklər üzrə mühəndisə köçürülməsi baş verir. Bu metodlara mətnlərin təhlili, dialog, ekspert oyunları, mühazirələr, diskussiyalar, intervyular, müşahidələr və s. daxildir.

Biliklərin konseptuallaşdırılması və ya quruluşunun aydınlaşdırılması, predmet sahəsinin anlayışları arasında əsas konsepsiya və qarşılıqlı əlaqələri, predmet sahəsi haqqında biliklərin qrafik, cədvəl, diaqram və ya mətn şəklində qeyriformat təsvirinin hazırlanmasıdır. Bu zaman predmet sahəsi haqqında alınmış biliklərin quruluşu aydınlaşdırılır və aşağıdakılar təyin edilir:

- 1) terminlər;
- 2) əsas anlayışların və onların atributlarının siyahısı;
- 3) anlayışların arasındakı münasibətlər;
- 4) giriş və çıxış informasiyalarının quruluşu;
- 5) qərarın qəbulu strategiyası;
- 6) Strategiya məhdudiyyətləri

Belə təsvir bilik zəmisini adlanır.

Biliklərin formalaşdırılması, bilik bazasının həm bilik zəmisinin quruluşuna uyğun olan, həm də növbəti, proqramla reallaşdırma mərhələsində sistemin ilk nümunəsini reallaşdırmağa imkan verən dildə hazırlanmalıdır. Bu zaman predmet sahəsinin konsepsiyaları biliklərin təsviri üçün seçilmiş dildə forma təsvir edilir. Adətən bu mərhələdə aşağıdakılar istifadə edilir:

- 1) Məntiqi metodlar (1-ci tərtib mühakimələrin müəyyənləşdirilməsi);
- 2) Məhsul modelləri (düz və əks çıxarışla);
- 3) Semantik şəbəkələr;
- 4) Freymlər
- 5) Qrup və obyektlərin iyerarxiyasına əsaslanan obyektə yönəldilən dillər və s.

Reallaşdırma, bütövlükdə yanaşmanın həyatiliyini nümayiş etdirən proqram kompleksinin hazırlanmasından ibarətdir. Bu zaman ekspert sistemin bilik bazası və başqa bloklar daxil olan ilk nümunəsi qurulur, aşağıdakı üsullar istifadə edilir:

- 1) Paskal, Si və s kimi ənənəvi dillərdə proqramlaşdırma;
- 1) Süni intellekt məsələlərində tətbiq edilən xüsusi dillərdə (LISP, FRL, Small Talk vəs.) proqramlaşdırma;

- 3) Ekspert sistemlərin hazırlanmasının alət vasitələrinin istifadəsi;
- 2) Boş ekspert sistemlərin (Ekspert, FIAKR) istifadəsi və s.

Sınaq prosesi ilk nümunənin reallaşdırılmasında və yanaşmada səhvlərin aşkar edilməsi və sənaye variantının hazırlanması üçün məsləhətlərin hazırlanmasından ibarətdir. Bu zaman nümunə proqramları işi istifadəçinin real sorğularına uyğun şəkildə gətirmək məqsədilə yoxlanılır və qiymətləndirilir. Aşağıdakılar yoxlanılır:

- 1) Giriş-çıxış interfeyslərinin əlverişliliyi və adekvatlığı (dialoq və sualların xarakteri, nəticə mətnlərinin əlaqəliliyi);
- 2) İdarəetmə strategiyasının effektivliyi (Seçmə qaydası, qeyridəqiq çıxarışların istifadəsi və s.)
- 3) Yoxlama nümunələrinin keyfiyyəti;
- 4) Bilik bazasının korrektliyi (tamlığı və qaydaların ziddiyətsizliyi).

İlk nümunə qənaətbəxş fəaliyyət göstərdikdə ekspert və biliklər üzrə mühəndis sistemin sonuncu variantına nələrin daxil ediləcəyini qiymətləndirmək imkanına malik olur.

Əgər ilkin seçilmiş obyekt və xüsusiyyətlər münasib hesab edilmirsə onları dəyişmək lazımdır. Ekspert sistemin son variantının hazırlanması üçün lazım olan evristik qaydaların ümumi miqdarını qiymətləndirmək olar. Bəzən sənaye variantının hazırlanması prosesində aşağıdakı mərhələləri də ayırırlar: nümayiş nümunəsi, tədqiqat nümunəsi, fəaliyyət nümunəsi, sənaye ekspert sistemi.

Sənaye nümunəsinin hazırlanması mərhələsində əsas iş yeni evristikaların əlavə edilməsindən ibarətdir. Bu evristikalar ayrı-ayrı çətin hiss edilən aspektlər üçün qaydaların miqdarını çoxaltmaqla sistemin dərinliyini artırır. Eyni zamanda eksper və biliklər üzrə mühəndis ekspert məsələlərin ayrı-ayrı cəhətlərini və alt məsələlərini idarə edən qaydalar daxil etməklə sistemin əhatə dairəsini genişləndirə bilər.

Ekspert sistemin əsas quruluşu müəyyənləşdirildikdən sonra biliklər üzrə mühəndis, istifadəçinin və ekspertin sistemlə əlaqəsini təmin edən interfeyslərin hazırlanmasına və adaptasiyasına başlayır. Bu zaman interfeyslərin dil imkanlarına, sadəliyinə və sistemin işinin idarə edilməsi üçün əlverişliliyinə xüsusi diqqət yetirilir. Sistem istifadəçiyə başa düşülməyən məsələləri asan və təbii şəkildə soruşmaq, işi dayandırmaq və s. imkanı verməlidir. Qrafiki təsvirlərin istifadəsi daha əlverişli ola bilər.

Bu məqələdə ekspertlərin əksəriyyəti qaydaların daxil edilməsi haqqında kifayət qədər biliyə malik olur və özü sistemə yeni qaydalar daxil edir. Beləliklə, biliklər üzrə mühəndisin ekspert sistem üzərində mülkiyyət və nəzarət hüququnun dəqiqləşdirmək, hərtərəfli hazırlamaq, və xidmət üçün ekspertə keçməsi prosesi başlayır.

Sənaye ekspert sisteminin hazırlanma mərhələsi başa çatdıqdan sonra effektivlik kriteriyaları üzrə sınaq keçirilməlidir. Ekspert sistemin qiymətləndirilməsi proqramların işinin dəqiqliyinin və əhəmiyyətinin yoxlanması məqsədilə sınaq prosesinə başqa ekspertlər də dəvət edilir. Ekspert sistemin qiymətləndirilməsi proqramların işinin dəqiqliyinin və əhəmiyyətinin yoxlanması məqsədilə aparılır. Qiymətləndirmə aşağıdakı qruplara bölünən müxtəlif kriteriyalar üzrə aparıla bilər:

- 1) İstifadəçi kriteriyası (sistemin işinin başa düşülənliyi və aydınlığı);
- 2) Dəvət olunmuş ekspertlərin kriteriyası (sistemin təklif etdiyi məsləhət qərarların qiymətləndirilməsi, onların şəxsi qərarlarla müqayisəsi, izahatlar alt sisteminin qiymətləndirilməsi və s.);
- 3) Sistemi hazırlayan kollektivin kriteriyası: reallaşmanın effektivliyi, məhsuldarlıq, cavab vaxtı, dizayn, predmet sahəsinin əhatə dairəsi, bilik bazasının ziddiyyətsizliyi, dalan hadisələrinin miqdarı, biliklərin təsvirindəki kiçik dəyişikliklərə çəki əmsallarına proqramların hissiyatının təhlili və s.

Qovuşma mərhələsində ekspert sistemin onunla birlikdə işləyəcək başqa proqramlarla qovuşması və onun xidmət edəcəyi şəxslərin öyrədilməsi üzrə işlər həyata keçirilir. Bəzən bu prosesdə əhəmiyyətli dəyişikliklər edilir. Belə dəyişikliklər biliklər üzrə mühəndisin və başqa xüsusi mütəxəssislərin işə qarışmasını tələb edir. Qovuşma dedikdə habelə ekspert sistemlə onu əhatə edən mühit arasında əlaqələr də nəzərdə tutulur.

Sistemin əhəmiyyətinin təsdiq edilməsi üçün istifadəçilərdən hər birinə ekspert sistemlə məsələni həlletmək imkanı vermək və icra prosesini izləmək lazımdır.

Sistemin alqışlanması üçün onu əvəzedici kimi deyil, istifadəçiləri yorucu işdən azad edən köməkçi kimi təqdim etmək lazımdır.

Sistemin saxlanması üçün onun başqa, məsələn Si dilinə çevrilməsi iş sürətini artırır, lakin elastikliyi azalır. Buna görə də bu, sistem problem sahəsinə aid olan bütün biliklərə malik olduqda və bu biliklərin yaxın vaxtlarda dəyişməyəcəyi hallarda məqsədəuyğundur. Əgər ekspert sistemin tətbiqi problem sahəsinin dəyişkənliyi ilə əlaqədardırsa onda sistem onun hazırlandığı alətlər mühitində saxlamaq əlverişlidir.

1.5.Konkret istifadə üçün ekspert sistemlərin xarakteristikaları.

Ekspert sistemlərin cəmiyyətin ən müxtəlif sahələrində tutduğu yeri, onların praktiki tətbiq nümunələri əsasında müəyyən etmək məqsədəuyğundur. Bu nümunələr [1] ekspert sistemlərin inkişaf səviyyəsini, tətbiq sahələrini və başqa xarakteristikalarını əyani nümayiş etdirir.

Hal-hazırda 150-dən artıq müxtəlif sahələrdə ekspert sistemlər müvəffəqiyyətlə istifadə edilir. Bu sahələrin təqribən 20 % - də ekspert sistemlərin tətbiqi olduqca müvəffəqiyyətli olub, bəzi hallarda bu sistemlərdən istifadə etmədən problemin həlli qeyri-mümkündür.

Tanınmış ekspert sistemlərə tibbi, texniki, bioloji və kimyəvi diaqnostika məsələlərinin həlli üçün sistemlər aiddir. İkinci yerdə elektron mexaniki və kimyəvi konstruksiyaların layihələşdirilməsinin avtomatlaşdırılması və texniki nəzarət sistemləri üçün ekspert sistemlər yerləşir. Geologiyada, hərbi kəşfiyyatda və başqa hərbi məqsədlər üçün, robototexnikada obyektlərin tanınması üçün, nitqin və şəkillərin tanınması üçün ekspert sistemlər nisbətən mürəkkəbdir. Gələcəkdə ekspert sistemlərin tətbiqinin nisbətən maraqlı sahəsinə, müxtəlif çətin dərk edilən daxili və xarici qarşılıqlı təsir və asılılıqları nəzərə almaqla, kompleks ssenariləri təhlil etməklə plan oyunları aid edilir. Riyaziyyatda ekspert sistemlər formul çevrilmələri üçün, teoremlərin isbatı və mürəkkəb hesablamalar zamanı həll alqoritminin tapılması üçün istifadə edilir. Çox böyük və daim genişlənən strateji oyunlar sahəsini, şahmat oyunlarını və s. yada salmamaq olmaz.

Ekspert sistemlərin vacib tətbiq sahələrindən biri öyrənmə prosesinin avtomatlaşdırılmasıdır.

Müxtəlif sahələrdə problemlərin həlli uyğunluğu ekspert sistemlərin tətbiqi imkanlarını genişləndirir. Belə ki, onların konkret tətbiq sahələrinə uyğunlaşdırılması kifayət qədər tez və sadədir. Hal-hazırda əsas maneə ondan ibarətdir ki, belə tətbiq sahələrinin özü müəyyənləşdirilməlidir. Bir tərəfdən obyekt və proseslərdə biliklərin mümkün qədər tam və yaxşı yoxlanılmış fakt və qaydalar çoxluğu ilə formalaşdırılması, digər tərəfdən problemin həllinin effektiv strategiyası, bu gün də, gələcəkdə də ekspert sistemlərin tətbiqinin effektivliyini təyin edəcək.

Ekspert sistemlərin layihələşdirilməsi üzrə mütəxəssislərin, uyğun predmet sahəsi üzrə yüksək səviyyəli ekspertlər kollektivi olmadan, yeni güclü ekspert sistem hazırlaması qeyri mümkündür. Bu, təbii olaraq ekspert sistem anlayışının özü tərəfindən diqtə edilir. Konkret layihələrin hazırlanması, seçilmiş tətbiq sahəsi üzrə biliklərin əldə edilməsi, təsviri və işlənməsi üzrə mütəxəssislərin sıx əməkdaşlığını tələb edir.

Aşağıda baxılan məsləhətçi və ekspert sistemlər reallaşdırılmış sistemlərin böyük çoxluğundan kiçik bir hissədir. Lakin onlar «nümunə» rolunu oynayır.

Ekspert sistem istifadəçinin probleminin həlli üzrə suallara maksimum nüfuzlu cavablar verməlidir. Əgər cavab başa düşülürsə, onda sistem həll prosesini istifadəçiyə başa düşülən şəkildə izah etmək imkanına malik olmalıdır. Bu zaman başa düşülməyən həll alınmasına səbəb olan ilkin mühakimələrin yalan olması halı da mümkündür ki, belə olduqda onlar əlavə yeni tədqiqatlar əsasında dəyişdirilməlidir. Buradan görünür ki, ekspert sistemlərlə işləyərkən həll, fakt və qaydaların izahı və təzələnməsi prosesləri sıx əlaqəlidir. Bu vəziyyət ekspert sistemlərin fəaliyyəti üçün olduqca vacibdir.

Ekspert sistemlərin daha bir təyinatının qeyd edilməsi olduqca vacibdir. Bu ekspert sistem istifadə etmədən, insanın özü tərəfindən sərbəst düşünmə (intuitiv, evristik, məntiqi) əsasında alınmış nəticələrin yoxlanmasından ibarətdir. Bunun nəticəsində alınmış həllin (qərarın) əsaslandırılma dərəcəsi yüksəlmiş olur.

Qeyd etmək lazımdır ki, ekspert sistemlərin tətbiqi istifadəçi mütəxəssislər tərəfindən maneələrlə də qarşılaşır. Bunlardan ən əhəmiyyətli istifadəçi-mütəxəssislərin, onların biliyinin qiymətdən düşməsi və ya tamam lazım olmaması qorxusudur. Öz qiymətinə görə ikinci maneə isə EHM və proqramlaşdırmanın mürəkkəbliyi ilə bağlı olan «maşın qorxusudur». Əgər ekspert sistemlər, birincisi, təbii mütəxəssis dilində dialoqu və ikincisi, informasiyaların insan üçün əlverişli formada təqdim edilməsini təmin edərsə, onda hər iki maneə zəiflədilər və ya aradan qaldırıla bilər. Bu funksiyaların reallaşdırılması uzun vaxt tələb edir. Lakin, ancaq bu yolla EHM-in gələcək nəsilləri, insanın «humanist silahdaşı» ola bilər.

İnsanın tələbatı nə qədər differensialdırsa, ekspert sistem kimi istifadə edilən EHM-in qabiliyyəti də bir o qədər rəngarəng və differensial olmalıdır. Yüksək məhsuldarlıqlı EHM-lər üçün böyük proqramlar şəklində reallaşdırılan vahid universal problem həlledicisinin yaradılması cəhdləri boş çıxdı. Daha məhdud

sahələrdə individual problemlərin həlli üzrə (individual problem həlledicisi) fərdi EHM-lərin ekspert sistem kimi istifadəsi daha perspektiv hesab edildi.

Müxtəlif sahələrin mütəxəssisləri özləri öz ekspert sistemlərini hazırlayırlar. Məsələn, istehsalın təşkili üzrə mütəxəssislər plan oyunları ekspert sistemləri üçün, geoloqlar – torpağın öyrənilməsi üsulları üzrə, həkimlər –tibbi diaqnoz qoyulması üzrə ekspert sistemlər üçün bilik bazası (deklarativ, fakt və qaydalar şəklində əməliyyat, məlumat massivi və modeli şəklində) yaradırlar.

Eyni zamanda məntiqi çıxarış üzrə (məntiqi çıxarış maşınları, məntiq prosessorlar) və müxtəlif tətbiq sahələrində biliklərin effektiv təsviri üzrə EHM-in ümumi xarakteristikaları sürətlə yaxşılaşır. Bu, hazırlanmış, lakin doldurulmamış «boş» ekspert sistemlərin mövcudluğunu nəzərdə tutur. Müəyyən mənada onlara konkret bilik sahələri üçün «hazırlanmış istedadlar» kimi baxıla bilər və uyğun problemlərin həllinə yönəldilməklə insanın intellektual potensialının kifayət qədər genişlənməsini təmin edir. Düşünmə vasitəsi ilə insanın ictimai məhsuldar əməyi gələcəkdə də ekspert sistemlərlə kooperasiyanı nəzərdə tutur.

Dərketmə vasitəsi kimi ekspert sistemlər əvəzdilməzdir. Onlar obyekt və hadisələrin təsviri və dərk edilməsi prosesini əhəmiyyətli dərəcədə sürətləndirə bilər.

Insanla intellektual avtomatın ümumi birliyində insanın intuisiyası əsas güc olaraq qalır. İnsan yaradıcılığında intuisiyanın gücü zəifləməyib, əksinə güclənir. Bu mənada, ekspert sistem kimi «dəqiq məsləhətçi», insanın seçdiyi sahədə daha məhsuldar iş üçün tələb edilən ağıl-bilik qabiliyyətinin genişlənməsini təmin edir.

Fəsil 2 Ekspert sistemlərdə qərarın qəbulu alqoritmləri.

2.1. Tanıma nəzəriyyəsinin determinik metodları.

Məsələnin qoyuluşu. Ölçüsü $n \cdot 1$ olan parametrlər fəzası X verilmişdir. Bu fəzanın nöqtələri X obyektlərdir $X=(x_1, \dots, x_n)$. Həmin fəzada elə $K_1, \dots, K_L$ qrupları məlumdur ki, ixtiyari X obyekt L qrupdan birinə aid edilir. Tutaq ki, müəyyən qrup obyektlər üçün onların hansı qrupa aid olduğu məlumdur: $X_1, \dots, X_{i_1}$ obyektləri K_1 -ə; $X_{i_1+1}, \dots, X_{i_2}$ obyektləri K_2 -yə və s. aiddir. L qrupdan hər birinə aid edilən obyektlərin miqdarı $i_k > 1$, $k=1, \dots, L$; $X_1, \dots, X_{i_L}$ öyrənmə obyektləri çoxluğu adlanır.

Tanıma məsələsinin determinik qoyuluşu dedikdə X fəzasının qarşılıqlı kəsişməyən hissələrə elə bölünməsi nəzərdə tutulur ki, bu hissələrin hər biri müəyyən qrupa uyğun olsun. Axtarılan bölgünün qurulması, başqa sözlə, öyrənmə, öyrənmə çoxluğu əsasında, digər stoxastik xüsusiyyətlərə fikir vermədən aparılır. Beləliklə, öyrətməklə öyrənmə məsələsinin determinik qoyuluşu meydana gəlir. Bu məsələnin həllinin müxtəlif metodları tanımanın determinik metodlarını təşkil edir.

Belə metodlardan biri bölücü funksiya metodudur. Bu halda, L ədəd $D_1(x), \dots, D_L(x)$ funksiyaları axtarılır ki, $K_i (i=1, \dots, L)$ qrupundan olan ixtiyari x obyekt üçün i -ci funksiyanın qiyməti $D_i(x)$ bütün başqa funksiyaların qiymətindən böyük olsun. Belə $D_i(x)$ funksiyaları bölücü (diskriminant) funksiyalar adlandırılır. D_i funksiyalarının əlavə xüsusiyyətlərini vermədən, onların axtarılması olduqca çətinidir. Buna görə də ixtiyari deyil, müəyyən sadə xüsusiyyətlərə malik olan funksiyaları istifadə edirlər. Məsələn:

$$D_i(x) = \alpha_1^i x_1 + \dots + \alpha_n^i x_n + \alpha_0^i$$

Şəklində xətti funksiya istifadə edildikdə X fəzasında sərhəd n ölçülü fəzada müstəvilərdən ibarət olur. Burada $\alpha_1^i, \dots, \alpha_n^i, \alpha_0^i$ sabitlərdir.

Əgər $L=2$ olarsa, onda diskriminant funksiya 2 qrupu ayıran sərhəd kimi axtarılır. $L>2$ olduqda isə, əvvəlcə birinci qrup obyektlərini bütün başqa qruplardan, sonra ikinci qrup obyektlərini yerdə qalanlarından və s. ayırmaq üçün diskriminant funksiyalar axtarılır. Diskriminant funksiyalar elə qurulmalıdır ki, öyrənmə çoxluğu obyektlərinin tanınması zamanı səhv minimum olsun.

Diskriminant funksiya kimi daha mürəkkəb, məsələn. Xətti-kusok, kvadratik və s. funksiyalar istifadə edilə bilər.

Bu qrupa aid edilən ikinci metod «komitetlər metodudur». Bu metod çoxölçülü fəzada qrupların nisbətən sadə səthlərlə bölünməsi ideyasının inkişafının nəticəsidir. Bunun mahiyyəti ondan ibarətdir ki, bu zaman bir müstəvi deyil, komitet adlanan müstəvilər çoxluğu qurulur. Tanıma zamanı obyekt bu müstəvilərin yarıdan çoxu tərəfindən hansı qrupa aid edilərsə, həmin qrupun obyektini hesab edilir.

Bu qrupa aid edilən növbəti metod «potensial funksiyalar metodu» adlanır.

Belə hesab edək ki, fəzada öyrənmə çoxluğu obyektlərinə uyğun hər bir x nöqtəsi öz ətrafında müəyyən sahə yaradır. Məsələn, hesab etmək olar ki, öyrənmə obyektlərinə uyğun hər bir x nöqtəsində vahid elektrik yükü yerləşir. Onda fizikada

olduğu kimi, yüklər tərəfindən yaradılan sahəni bütün fəzada yüklər sisteminin yaratdığı potensialla ifadə etmək olar. Qeyd edək ki, fizika ilə belə uyğunluq x vektorlarının X fəzasında vektorlar arasında məsafə ölçüsünün daxil edilməsini tələb edir. Sahəni təyin edən funksiya potensial funksiya adlandırılır. Potensial funksiyanın seçilməsi formal deyil, məsələnin xüsusiyyətindən asılı olaraq təyin edilir. Lakin bu funksiyanın necə seçilməsindən asılı olmayaraq, müəyyən xüsusiyyətlərin icrasını ondan tələb etmək təbiidir. Belə ki, öyrənmə obyektlərinin yaratdığı potensial mənfi olmasın və potensialı yaradan yükün yerləşdiyi x nöqtəsindən olan məsafə artdıqca monoton olaraq azalır və s.

Ümumi potensialı hər bir yükdən olan potensialların cəmi hesab edərək, K_1 və K_2 qruplarından olan nöqtələrin X parametrlər fəzasında yaratdığı potensiala baxaq. Bu halda iki $K^*(x)$ və $K^{**}(x)$ funksiyalarını alırıq. $K^*(x)$ - K_1 qrupu nöqtələrinin potensialı, $K^{**}(x)$ - K_2 qrupu nöqtələrinin potensialıdır. İndi tanınmaya məruz qalan X fəzasına mənsub ixtiyari x_0 nöqtəsi $K^*(x_0) > K^{**}(x_0)$ şərtini ödədikdə K_1 qrupuna, $K^*(x_0) < K^{**}(x_0)$ şərtini ödədikdə isə K_2 qrupuna aid edilir. Əgər K_1 və K_2 qrupları kompaktlıq aksiomunun tələblərini ödəyirsə, onda $K^*(x)$ və $K^{**}(x)$ funksiyaları öz qruplarından olan nöqtələrdə başqa qruplardan olan nöqtələrə nisbətən daha böyük qiymətə malik olacaq. Beləliklə, potensial funksiyanın simmetrikliliyinə əsasən, mahiyyətcə, qruplar arasındakı sərhəddin «sadəliyi» nəzərdə tutulur. Aydın ki, K_1 və K_2 qrupları arasındakı sərhəd $K^*(x) - K^{**}(x) = 0$ şərti ilə təyin edilir. Əgər $F(x) = K^*(x) - K^{**}(x)$ funksiyasını təyin etsək, onda aydındır ki, $F(x)$ diskriminant (bölücü) funksiyadır. Öyrənmə obyektləri əsasında bu funksiyayı axtarmaq lazımdır.

2.2. Qiymət hesablamalarına əsaslanan tanıma alqoritmləri.

Tutaq ki, L kəsişməyən qrupdan ibarət $K_1, \dots, K_L$ öyrənmə çoxluğu obyektləri T_{n,r_L} öyrənmə cədvəli şəklində yerləşdirilmişdir. Bu cədvəlin hər bir sətri öyrənmə çoxluğunun bir obyektinə uyğundur.

Öyrənmə çoxluğunun hər bir obyektini bir qrupa aid edildiyindən, belə demək olar ki, T_{n,r_L} cədvəli L qrup kəsişməyən sətrdən ibarətdir.

Əsas məsələni belə formalaşdırmaq olar. Tutaq ki, T_{n,r_L} öyrənmə cədvəli və X -a mənsub olan x obyektləri verilmişdir. İxtiyari x_i obyektinin mənsub olduğu K_j , $j=1, \dots, L$ qrupunu göstərmək tələb olunur.

İndi isə əsas məsələni həll edən alqoritmlər sinfini şərh edək. Bu sinfi qiymət hesablamalarına əsaslanan alqoritmlər sinfi, hər bir konkret alqoritmi isə qiymətin hesablanması alqoritmi adlandıracağıq. Qiymət hesablamalarına əsaslanan alqoritmlər sinfi, onu təyin edən altı elementin vasitəsilə şərh edilir.

1. Dayaq çoxluğu sistemi. Bu sistem, T_{n,r_L} öyrənmə cədvəli sütunlarının müəyyən yığımından ibarətdir. Məsələn, sistem bütün qrupları özündə birləşdirən bir yığımdan ibarət ola bilər.

2. Yaxınlıq funksiyası. Tutaq ki, x_i və x_p müəyyən obyektlərdir. Tutaq ki, dayaq çoxluqlarından ancaq birinin təhlili əsasında x_i və x_p obyektlərinin oxşarlıq dərəcəsini təsvir edən r funksiyası verilmişdir. Bu, yaxınlıq funksiyası adlanır. Məsələn, $r=1$, əgər x_i və x_p müəyyən dayaq çoxluğuna daxil olan sütunlarda üst-üstə düşürsə, və $r=0$ əks halda. Aydındır ki, hər bir dayaq çoxluğu üçün yaxınlıq funksiyası hesablamaq olar. Bu və ya digər yaxınlıq funksiyasının seçilməsi məzmunlu mühakimələrə əsaslanır.

3. Qeyd olunmuş dayaq çoxluğunun sətrləri üzrə qiymət hesablanması. Qiymət hesablanmasına əsaslanan tanıma alqoritmləri sinfinin bu əsas elementi öyrənmə çoxluğuna daxil olan obyektlərin X çoxluğunu təmsil etməsinin vacibliyi dərəcəsinin nəzərə alınmasını göstərir.

4. Dayaq çoxluğu üzrə qrup üçün qiymət hesablanması. Dayaq çoxluğu üzrə qrup üçün qiymət Q^* , bir qrupda olan bütün obyektlərlə ixtiyari obyekt arasında yaxınlığın hesablanmasını əks etdirir. Bu yaxınlıq qeyd olunmuş dayaq çoxluğu üzrə obyektin vacibliyini nəzərə almaqla hesablanır.

5. Dayaq çoxluğu sistemi üzrə qrup üçün qiymət hesablanması.

6. Həlledici qayda. Tutaq ki, dayaq çoxluğu sistemi və x_p obyektı üzrə $Q_1, \dots, Q_L$ qiymətləri hesablanmışdır. Həlledici qayda dedikdə $Q_1, \dots, Q_L$ qiymətlərinə əsasən x_p obyektinin $K_1, \dots, K_L$ qruplarına mənsubluğu haqqında fikir yürüdən qayda nəzərdə tutulur. Məsələn, əgər Q_j , $Q_1, \dots, Q_L$ qiymətlərindən ən böyüyüdürsə, onda x_p K_j qrupna aid edilir.

Beləliklə, demək olar ki, konkret dayaq çoxluğu sistemini seçərək, yaxınlıq funksiyasını təyin edərək, qeyd olunmuş dayaq çoxluğu sətrləri üzrə dayaq çoxluğu üzrə qrup üçün və dayaq çoxluğu sistemi üzrə qiymət hesablanması qaydasını verərək və habelə həlledici qayda təyin edərək müəyyən konkret qiymət hesablanması alqoritmini alırıq. Qiymət hesablanmasına əsaslanan tanıma alqoritmləri sinfi işə baxılan altı elementdən qurula bilən bütün mümkün alqoritmləri özündə birləşdirir.

2.3. Tanıma nəzəriyyəsinin statistik metodları.

Biz nəzərdə tuturduq ki, X obyektlər fəzasında ixtiyari x obyektı özlüyündə müəyyən $x=(x_1, \dots, x_n)$ əlamətlər çoxluğundan ibarətdir. Bu əlamətlər obyektin müəyyən xarakteristikalarından ibarətdir. Onların qiymətləri determinikdir. Başqa

sözlə, kodlaşdırıcı qurğu real obyektı parametrlərdən ibarət obyektə çevirərkən eyni real obyektı həmişə eyni parametrlər obyektinə çevirir. Aydınır ki, belə fərziyyə həmişə ədalətli ola bilməz. Çünki, ixtiyari kodlaşdırıcı qurğunun özü şuma malikdir və bundan başqa obyektin özü öz təbiətinə görə güclü şuma malik ola bilər. Bütün bunlar $x_1, \dots, x_n$ əlamətlər çoxluğuna n ölçülü təsadüfi kəmiyyət kimi baxmağa imkan verir. Bundan əlavə, bu və ya digər obyektin meydana gəlməsi öz növbəsində ehtimal qanunlarına tabe ola bilər. Başqa sözlə, bu və ya digər qrupa aid edilən obyektin meydana gəlməsi ehtimalından danışmaq olar.

Belə hesab edəcəyik ki, l ədəd n ölçülü şərti paylanma funksiyası mövcuddur (onlar qeyri-müəyyəndir) $F(x/k_j)$. Burada $x \in X$ çoxluğundan olan ixtiyari nöqtə, K_j isə göstərir ki, obyekt (təsadüfi kəmiyyət) K_j ($j=1, \dots, l$) qrupuna mənsubdur. Meydana gələn obyektin j qrupuna mənsub olması ehtimalı p_j -də mövcuddur (bizə məlum olmaya da bilər). Bu halda müəyyən x obyektinin tanınması məsələsini l statistik fərziyyənin (H_j) sınağı məsələsi kimi də formalaşdırmaq olar. Burada, H_j ($j=1, \dots, l$) fərziyyəsi x obyektinin K_j qrupuna aid edilməsi haqqında fərziyyədir. Bu halda öyrənmə çoxluğu general çoxluqdan $F(x/k_j)$ paylanma funksiyası və p_j ehtimalına uyğun olaraq alınmış məhdud miqdarda obyektidir. Bu halda tanıma məsələsinin həlli $r(x)$ həlledici qaydasının qurulmasından ibarətdir. $R(x)=k_j$ H_j fərziyyəsinin qəbul edildiyini müəyyən edir. Aydınır ki, fərziyyəni seçməyə imkan verən həlledici qayda elə olmalıdır ki, müəyyən keyfiyyət kriteriyası ekstremum qiymət alsın. Belə kriteriya kimi, məsələn, səhv təsnifləşdirmə ehtimalını götürmək olar. Digər tərəfdən, öyrənmə üçün ixtiyarımızda olan obyektlərin miqdarı məhdud olduğundan optimal həlledici qaydanın dəqiq qurulması demək olar ki, mümkün deyil.

Həlledici qaydanın qurulmasının müxtəlif metodlarına baxaq.

Bayesov həlledici qaydası. Tutaq ki, həqiqətdə x obyektı K_i qrupuna mənsub olduğu halda r həlledici qaydası onu müəyyən j qrupuna aid edir. Bu vaxt meydana gələn itkini L_i^r -lə, orta itkini, başqa sözlə orta riski isə M^r -lə işarə edək.

$$M^r = \int_x \sum_{i=1}^L P_i L_i^r dF(x/k_i)$$

olduğunu müəyyən etmək olar.

Orta riskə r həlledici qaydasının keyfiyyətini xarakterizə edən funksional kimi baxılır. Optimal həlledici qayda r^* orta riski minimumlaşdırmalıdır. Belə qaydanı Bayesov həlledici qaydası adlandırırlar.

Ehtimalın paylanması üçün aproksimasiyası. Bayesov həlledici qaydasının qurulması və orta itkinin tapılması üçün öyrənmə çoxluğu əsasında $F(x/k_i)$ paylanma funksiyası və ya $P(x/k_i)$, $i=1, \dots, L$ paylanma sıxlığı və habelə $P_1, \dots, P_L$ ehtimalları müəyyən edilməlidir. Əgər heç bir başqa aprior informasiya məlum olmazsa, bu, qeyri-parametrik məsələ olur.

Adətən ehtimalın paylanmasını (paylanma sıxlığını) histoqramın köməyi ilə aproksimasiya edirlər. Lakin bu metod çoxlu sayda nöqtələrin məlum olmasını tələb edir. Həm də nöqtələrin miqdarı paylanma ölçüsünün artması ilə kəskin artır. Adətən X obyektlər fəzası böyük ölçüyə malik olur, öyrənmə çoxluğunda obyektlərin miqdarı isə az olur. Buna görə də histoqramın qurulması praktiki olaraq qeyri-mümkündür. Belə hallarda aproksimasiya üçün başqa proseduralar istifadə edirlər. Belə aproksimasiya proseduralarının yığılan olması (ehtimal mənasında) sualı əsas yer tutur.

Tanıma məsələlərinin həlli zamanı demək olar ki, çox tez-tez paylanma funksiyası $F(x/k_i)$ ixtiyari olmayıb, parametrik verilən müəyyən funksiyalar ailəsinə mənsub olur. Başqa sözlə ailənin bütün funksiyaları $\cdot = (\cdot_1, \dots, \cdot_k)$ parametrlərindən asılı olub, eyni analitik görünüşə malik olur $f=f(\cdot)$. $\cdot_1, \dots, \cdot_k$ parametrlərinə konkret qiymətlər verməklə bu parametrik ailənin müəyyən funksiyalarını almaq olar. Məsələn, tutaq ki, $n=1$ və şərti paylanma funksiyası $F(x/k_i)$ normaldır. Bu o deməkdir ki, paylanma sıxlığı aşağıdakı kimidir:

$$p(x/k_i) = p(x/k_i; \alpha_1, \alpha_2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\alpha_2}} e^{-\frac{(x-\alpha_1)^2}{2\alpha_2}}$$

burada, α_1 və α_2 uyğun olaraq riyazi gözləmə və dispersiya mənasına malik olan paylanma parametrləridir. Beləliklə, paylanmanın şərti funksiyasının normal paylanma funksiyasının ikiparametrlili ailəsinə mənsub olması güman edilir. α_1 və α_2 ümumiyyətlə, K_i -dən asılıdır.

Bu halda şərti paylanma funksiyasının $F(x/k_i; \alpha_1, \alpha_2)$, ($i=1, \dots, L$) müəyyən edilməsi məsələsi, parametrik adlanır. Aydındır ki, verilmiş halda paylanma funksiyasının müəyyən edilməsi α_1, α_2 parametrlər vektorunun elə dəqiq qiymətlərinin axtarılması deməkdir ki, bu qiymətlərdə paylanmanın şərti funksiyası tanınacaq obyektlərin paylanmasının həqiqi funksiyası olur. Bu məsələni həll etmək üçün, adətən, statistikada məlum olan maksimum həqiqətə uyğunluq metodu istifadə edilir.

2.4. Klaster-analizin elementləri.

Əvvəl olduğu kimi belə hesab edək ki, X obyektlər fəzası verilmişdir. Bu fəzadan olan $x_1, \dots, x_m$ obyekt qrupları da verilmişdir. Bu obyektlərin həqiqi təsnifatı qəbaqcadan məlum olduqda, $x_1, \dots, x_m$ -i öyrənmə çoxluğu adlandırırırdıq. Bu halda tanıma məsələsi x obyektinin öyrənmə çoxluqları ilə təqdim olunmuş qruplardan birinə aid olunması kimi qoyulurdu. İndi məsələni mürəkkəbləşdirək. Belə hesab edək ki, $x_1, \dots, x_m$ obyektlərinin həqiqi təsnifləşməsi haqqında informasiya yoxdur. Bu halda tanıma məsələsi dedikdə $x_1, \dots, x_m$ obyektləri çoxluğunun onların oxşarlığı üzrə qruplara bölünməsi başa düşülür. Bu məsələ habelə, taksonomiya məsələsi, özü öyrənməklə tanıma məsələsi də adlandırılır.

Bu məsələnin həlli, başqa sözlə, $x_1, \dots, x_m$ obyektləri təsnifatının qurulması intuitiv olaraq obyektlərin “oxşarlığı” anlayışını formalaşdırır. Bu anlayış müxtəlif aspektlərdə işlənə bilər və uyğun olaraq onun formalaşmasının müxtəlif yolları mümkündür. Adətən, klaster-analizdə obyektlərin X fəzasında nöqtələr kimi həndəsi təsvirindən meydana çıxan “oxşarlıq” anlayışı nəzərdə tutulur. Buradan həmin anlayışın uyğun formalaşdırılması meydana çıxır. Konkret olaraq belə hesab edəcəyik ki, x_1 və x_2 obyektləri üçün onlar arasındakı məsafə $\rho(x_1, x_2)$ təyin edilməlidir. Təbii olaraq $\rho(x_1, x_2)$ məsafəsi mənasında obyektlər bir-birinə nə qədər yaxın olarsa, onları bir o qədər oxşar hesab etmək olar. $\rho(x_1, x_2) \leq \epsilon$ daxil etməklə biz, qeyri-aydın şəkildə axtarılan qrupların formalaşdırılmasına hazırlaşırıq. Aydındır ki, “oxşarlığın” bu cür interpretasiyası ancaq o halda effektiv ola bilər ki, daxil edilən ϵ məsafəsi baxılan konkret klaster-analiz məsələsinin məzmun tərəfinə uyğun olsun.

Klaster –analizin hər bir konkret məsələsi üçün məsafənin seçilməsi qeyri-formal prosedura olub, adətən klaster-analiz məsələsinin həlli sistemini layihələşdirən şəxs tərəfindən həyata keçirilir.

Obyektlər arasında “oxşarlığın”, X obyektlər fəzasında onlar arasında məsafənin köməyi ilə təyini belə nəticəyə gətirir ki, o obyektlər oxşardır ki, onlar kompakt qruplarda yığılmış olsun. Hər bir belə qrup obyektlər bir sinif təşkil edir (başqa sözlə, bu obyektlər bir qrupa mənsubdur). Bu həm də onu müəyyən edir ki, “oxşarlığın” baxılan interpretasiyası obyektlərin kompaktlıq fərziyyəsi mövcud olduqda müəyyən məna kəsb edir.

Belə yanaşma və oxşarlığın təyini X fəzasında obyektlərin qarşılıqlı yerləşməsi məlum olan qruplar haqqında informasiyanın istifadəsinə istiqamətlənməlidir. Bununla əlaqədar, klaster-analiz məsələsinin həllini reallaşdıran alqoritm, fəzada $x_1, \dots, x_n$ ardıcılığından böyük sıxlıqlı obyektlər sahəsini ayıra bilməlidir. Bu sıxlığın az olduğu sahələri isə nəzərə almamalıdır.

İndi $x_1, \dots, x_m$ obyektlər çoxluğunun kəsişməyən qruplara bölünməsinin bütün mümkün müxtəlifliklərinin çoxluğuna (S) baxaq. Aydındır ki, $x_1, \dots, x_m$ obyektlər çoxluğunun bölünə biləcəyi qrupların maksimum sayı m -dir. Başqa sözlə, hər qrupa bir obyekt mənsubdur. Belə bölünmədə qrupların minimum miqdarı isə 1-dir. Başqa sözlə, bütün obyektlər bir qrupa aid edilmişdir. Aydındır ki, S məhduddur. Əgər ilkin obyektlər çoxluğunun bölünməsi tələb olunan sinifləri obyekt qrupları ilə eyniləşdirsək, onda alarıq ki, S $x_1, \dots, x_m$ çoxluğu üçün klaster-analiz məsələsinin bütün mümkün həlləri çoxluğudur. Başqa sözlə, S $x_1, \dots, x_m$ çoxluğunun bütün mümkün təsnifləşmələr çoxluğudur. Lakin, belə həllərin böyük əksəriyyəti, göründüyü kimi «oxşar» obyektləri bir qrupa yığmır. Aydındır ki, bütün bu həllərin içərisindən eləsinə seçməliyik ki, $x_1, \dots, x_m$ obyektlər çoxluğunun «oxşar» qruplara bölünməsi məsələsini müəyyən mənada yaxşı həll etmiş olsun. Bu o deməkdir ki, klaster-analiz məsələsinin hər bir həllini müqayisə etməyə imkan verən müəyyən ədədi qiymət funksionalı J verilməlidir. Sonra isə onu ekstremuma çatdıran həll axtarılmalıdır. Belə funksionalın seçilməsi də qeyri-formal əməliyyat olub, aprior məlumatlar və şəxsi təcrübə əsasında, klaster-analiz məsələsinin həlli sisteminin layihələndiricisi tərəfindən həyata keçirilə bilər.

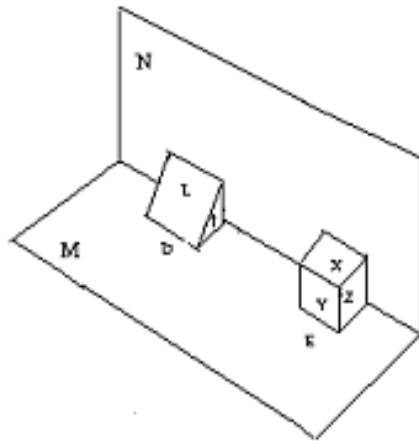
Beliliklə, klaster-analiz məsələsinin həllini reallaşdıran alqoritmə, S məhdud həllər çoxluğundan ekstremal həllin (J funksionalı mənasında) seçilməsi alqoritmi kimi baxmaq olar. Başqa sözlə, klaster-analiz məsələsi dedikdə, verilmiş $x_1, \dots, x_m$ obyektlər ardıcılığının ekstremal (J funksionalı mənasında) bölgüsünün axtarışı məsələsini nəzərdə tuturuq.

Qeyd edək ki, funksional kimi eyni qrupa mənsub edilən obyektlər arasındakı orta məsafə qəbul edilir və onu bütün qruplar üzrə cəmləyirlər. Bu halda J funksionalını minimumlaşdıran həll axtarılır. Bəzən müəyyən aprior informasiyalar klaster-analiz məsələsinin həllinin iyerarxik qurulmasının zəruriliyi barədə nəticə çıxarmağa imkan verir.

2.5. Tanımanın struktur metodları.

Bir sıra tanıma məsələlərində təsnifləşdirmə nöqteyi-nəzərindən vacib informasiya, obyektlər arasındakı quruluş (struktur) münasibətlərində, habelə obyektin öz quruluşunda ifadə olunur. Belə məsələlərin tipik nümunəsi müşahidə obyektlərinin tanınması, fotoşəkillərin identifikasiyası və s. ola bilər.

Belə məsələlər üçün xarakterik cəhət ondan ibarətdir ki, müxtəlif qruplara mənsub olan tanıma obyektləri ixtiyari şəkildə yerləşə bilər. Başqa sözlə, bu obyektləri əhatə edən müəyyən struktur mövcud olur. Bundan başqa obyektlərin özü, ixtiyari şəkildə deyil, müəyyən sxemə uyğun olaraq elementar hissələrdən təşkil olunur, müəyyən quruluşa malik olur. Şəkil 2.1 də müxtəlif qruplara mənsub olan iki obyekt D və E təsvir edilmişdir.



Şəkil 2.1. Müxtəlif qruplara mənsub olan obyektlər

Burada N arxa divar, M isə obyektlərin qoyulduğu döşəmədir. D obyektinin L və T üzləri görünür. L üzü düzbucaqlı, T üzü isə üçbucaq şəklinə malikdir. E obyektinin isə X, U və Z üzləri görünür. Bütün üzlər düzbucaqlıdır.

Bütövlükdə şəkilin strukturluğu ondan ibarətdir ki, D və E obyektləri bir-birinə, N divarına və M döşəməsinə nisbətən müəyyən şəkildə yerləşir. D obyektinin strukturluğu onun düzbucaqlı və üçbucaq formalı üzlərdən, E obyektinin strukturluğu isə onun düzbucaqlı üzlərdən ibarət olamsıdır.

Analoji vəziyyətləri şəkillərin identifikasiyasında, barmaq izlərinin, səliss nitqin və s. tanınmasında da tapmaq olar. Baxılan qrup məsələlər üçün obyektlər fəzasının ölçüsü olduqca böyükdür. Bu adi tanıma metodlarının istifadəsini çətinləşdirir. Bu isə mürəkkəb obyektin daha sadə alt obyektlərin iyerarxiyası vasitəsilə əks olunması ideyasını cəlbəedici edir. Çünki, bu halda tanıma obyektlərinin fəzada nöqtələr şəklində təsvirindən imtina olunur. Məsələn, yuxarıdakı nümunə üçün iyerarxik struktur şəkil 2.2-də göstərilmişdir.

Obyektlərin daha sadə altobyektlərdən istifadə etməklə iyerarxik struktur şəklində təsvirinə tanıma nəzəriyyəsində struktur yanaşma nəzəriyyəsi deyilir. Bu yanaşma obyektlərin quruluşu və dilin sintaksisi arasındakı uyğunluğa əsaslanır. Bu yanaşma çərçivəsində belə hesab edilir ki, cümlələr sözlərin birləşməsi yolu ilə qurulduğu, sözlər isə hərflərdən ibarət olduğu kimi obyektlər də altobyektlərin müxtəlif şəkildə birləşməsindən əmələ gəlir. Belə yanaşmanın əhəmiyyətli olması üçün sadə altobyektlərin tanınması obyektin özünün tanınmasına nisbətən asan olmalıdır.



Şəkil 2.2. İyerarxik struktur nümunəsi.

Qeyd edək ki, alt obyektlərin tanınması struktur metodlarla deyil, adi tanıma metodları ilə həyata keçirilməlidir. Alt obyektlərin və onların birləşməsi əməliyyatlarının yığılı formasında obyektlərin struktur təsvirini təmin edən dili – obyektlərin təsviri dili adlandırırlar. Alt obyektlərin kompozisiya qaydası adətən

obyektlərin təsviri qrammatikası ilə verilir. Obyektin hər bir alt obyektinin identifikasiyasından sonra tanıma prosesi sintaksis təhlilin icrası, başqa sözlə, obyekti təsvir edən alt obyektlər zəncirindən ibarət cümlənin qrammatik araşdırılması ilə başa çatır. Bu prosedura «cümlənin» verilmiş obyekt qrammatikasına nisbətə sintaksis düzgün olub-olmamasının yoxlanmasından ibarətdir ki, bu da «cümlənin» qruplardan birinə aid edilməsinə imkan verir.

Tanımaya struktur yanaşma mürəkkəb obyektlərin böyük çoxluğunu sadə alt obyektlərin kiçik yığımı və qrammatika qaydasından istifadə etməklə təsvir etməyə imkan verir. Qrammatik qaydanı (bu halda, yerləşmə qaydasını) ixtiyari sayda təkrar istifadə etmək olar. Beləliklə də, sadə obyektlərin zəncirindən ibarət sonsuz sayda cümləni müəyyən struktur xüsusiyyətlərinin kompakt ifadəsi kimi təsvir etmək mümkün olur. Aydınır ki, belə yanaşmanın praktiki qiyməti bütövlükdə altobyektlərin və onların qarşılıqlı əlaqəsinin tanınması qabiliyyətindən asılıdır. Adətən, alt obyektlər arasında qarşılıqlı əlaqələr məntiqi və hesabi əməliyyatlarla təyin edilir.

Struktur tanıma sistemini üç əsas hissədən ibarət hesab etmək olar. Birinci hissə obyektin qabaqcadan tədqiqi blokudur. Burada obyektin gələcək tədqiq üçün əlverişli şəkildə kodlaşdırılması, approksimasiyası həyata keçirilir. Lazım gəldikdə olmayan (təhrif olunmuş) informasiyaların bərpası və gücləndirilməsi, mövcud informasiyaların sıxılması və təmizlənməsi, başqa sözlə, daha kompakt şəkildə təsviri təmin edilir.

İkinci hissə hər bir qabaqcadan tədqiq edilmiş obyekti diləbənzər quruluş şəklində, məsələn, sadə elementlər sətri şəklində təsvir edir. Bu proses, birincisi, qabaqcadan təsvir edilmiş obyektin seqmentləşdirilməsindən, ikincisi isə sadə elementlərin ayrılmasından ibarətdir.

Seqmentləşdirmə, obyektin altobyektlərinin iyerarxiyasının təsviri deməkdir. Sadə elementlərin ayrılması isə onların identifikasiyası və habelə, onlar arasındakı münasibətlərin identifikasiyasıdır. Hər bir qabaqcadan tədqiq edilmiş obyekt,

altobyektlərə və sadə elementlərə qabaqcadan razılaşdırılmış əməliyyatlar əsasında (məsələn, konkatenasiya əməliyyatı) seqmentləşdirilir. Sadə elementlər də qabaqcadan seçilir.

Struktur tanıma sisteminin üçüncü hissəsi sistemin ikinci hissəsində alınan diləbənzər strukturun sintaksis (struktur) təhlilini (qramatik araşdırma) həyata keçirir. Başqa sözlə, bu hissədə obyektin diləbənzər struktur təsvirinin sintaksis düzgün olub-olmaması haqqında qərar qəbul edilir. Sintaksis (qramatika) əvvəlcədən verilir. Əgər təsvir sintaksis düzgündürsə, onda obyekt verilmiş qramatika (sintaksis) ilə təsvir olunan obyektlər qrupuna aid edilir. Əks halda isə obyekt baxılan obyektlər qrupuna aid edilmir. Beləliklə, struktur tanıma sisteminin üç əsas hissəsinin ardıcıl işinin nəticəsi sistemin girişinə verilmiş obyektin təsvirləşdirilməsindən, başqa sözlə, tanıma məsələsinin həllindən ibarət olur.

Qeyd edək ki, struktur tanıma sisteminin işi zamanı obyektin sadə elementlərinin və obyektlər qrupu qramatikasının qabaqcadan verilməsi nəzərdə tutulur. Bu iki element həqiqi təsnifləşməsi məlum olan məhdud obyektlər ardıcılığının öyrənilməsi əsasında əldə edilir. Bu obyektlər ardıcılığı öyrənmə çoxluğu adlanır. Belə hesab edək ki, öyrənmə obyektləri ardıcılığı verilmişdir. Öyrənmə çoxluğunda verilmiş müxtəlif qruplar üçün sadə elementlərin seçilməsi və qramatika çıxarışı prosesinə struktur tanıma sisteminin öyrənmə prosesi kimi baxmaq olar.

Sadə elementlərin seçilməsi obyektin təbiətindən, sistemin reallaşdırılması üçün istifadə edilən texniki vasitələrdən güclü sürətdə asılıdır. Sadə elementlərin aşağıdakı xüsusiyyətlərə malik olması tələb olunur:

Sadə elementlər, struktur əməliyyatlarının (məsələn, konkatenasiya əməliyyatı) köməyi ilə obyektin kompakt və adekvat təsvirinin təmin edilməsi üçün obyektin əsas elementlərini əhatə etməlidir;

Sadə elementlər ayrılıb adi tanınma metodları ilə tanınmalıdır.

2.6. Məntiqi proqramlaşdırma.

1972-ci ildə Marseldə «məntiqi proqramlaşdırma» dilinin ilk variantı (versiyası) hazırlanmışdır. O, PROLOQ adlanır. Bu dil riyazi məntiq üzrə mövcud nəzəri işlərə əsaslanaraq yaradılmışdır. Onun istifadə sahələri uzun müddət süni intellekt üzrə müəyyən mütəxəssislərə məlum idi. Ancaq 1982-ci ildə Yaponiyada süni intellekt üzrə məşhur konfransdan sonra dünyada kifayət qədər məlum oldu və beşinci mərhələ EHM-lərin qurulmasının əsası kimi seçildi. Onun istifadə sahələri arasında təbii dildə mətnlərin işlənməsini, problem həlli, işarə hesablamalarını və habelə idarəetmə və tənzimləmə məsələlərini qeyd etmək olar. Proqramçı üçün PROLOQ dilində yenilik, «mühakimələrin məntiqi» xüsusi ifadəsinin işlənməsidir. Onlar proqramçıya diqqətini tamamilə problem üzərində cəmləşdirməyə imkan verir. O, məntiqi-mühakimə ifadələrinin işlənməsi üçün EHM-in hansı alqoritmlər istifadə etdiyi barədə praktiki olaraq fikirləşmir.

Proloq proqram, fakt və qaydalardan ibarətdir ki, bu, ekspert sistemlər də daxil olmaqla bilik bazasına əsaslanan sistemlərlə işə uyğundur. Qayda- faktlar haqqında fikir olub, PROLOQ dilində mühakimələr məntiqinin tam müəyyən edilmiş xüsusi formasında yazılır. Proloq dilində proqramı təşkil edən fakt və qaydalar çoxluğu bilik bazası adlanır. Bu dildə proqram problemin həlli məqsədi daşıyır ki, buna da istifadəçinin proqrama və ya fakt və qaydaların köməyiylə yazılmış biliklərə sualları nəticəsində nail olunur. Bu zaman verilən suallara fərziyyə kimi baxılır. Bu fərziyyələrin bilik bazasında mövcud olan biliklər əsasında nəticə kimi alınma bilməsi mümkünlüyü yoxlanılır.

PROLOQ dilində proqramın yararlılığının təbii şərti ondan ibarətdir ki, heç olmasa bir ədəd verilmiş problemə aid olan fakt və qaydaların qarşılıqlı əlaqəsini əks etdirən quruluş tapmaq mümkün olsun. Bu proqramlaşdırma mühakimələrin məntiqi ifadələri əsasında qeyri-alqoritmik proqramlaşdırmaya gətirib çıxarır. Bu fərq həm də ondan ibarətdir ki, «necə» yazısı daha az və «nə» yazısı həlledici dərəcədə çox olur. Bu, PROLOQ dilinin PASKAL və BEYSİK kimi alqoritmik

dillərdən prinsipial fərqi. PASKAL dilində yazılmış proqram məsələnin həllinin EHM-də başa düşülən alqoritmi olub, proqramlaşdırmadan əvvəl proqramçının beynində mövcud olur. PROLOQ dilində isə məsələ tam başqa cür qoyulur. Bu dildə yaradılmış ekspert sistemlər problem hadisəsinin təsviri əsasında həll alqoritmi formalaşdırır bilər və sonra onu sınaqdan çıxmış həll üsulu kimi istifadəçiyə təqdim edir.

Proloq dili mühakimələr məntiqinə əsaslanır. Mühakimələr məntiqi dəqiq qramatika əsasında qurulmuşdur. Bu məntiqə və fikir- təklif hesablamaları məntiqinə qısaca baxaq.

Terminin özündən göründüyü kimi təklif hesablamaları məntiqi təkliflərlə (mühakimələrlə) əməliyyat aparır. Bu zaman formal olaraq məntiqi fikirlərə hərflər (adətən, p, q, r) uyğunlaşdırılır və təkliflərin özünün məntiqi işlənməsi bu hərflərin işlənməsi ilə əvəz edilir.

Təkliflərin interpretasiyası zamanı onlar müəyyən həqiqilik dərəcəsinə malik olur. Əgər fikir formal olaraq düzdürsə, onda deyirlər ki, o «həqiqi» qiymət alır, əks halda isə qiymət «yalan» olur. «H» və «Y» işarələri həqiqilik qiymətləri adlanır.

Mürəkkəb təkliflərin həqiqilik dərəcəsi formal yolla həqiqilik cədvəlləri əsasında müəyyənləşdirilə bilər. Bu zaman konkret olaraq hansı təkliflərin araşdırılması tamamilə əhəmiyyətsizdir. Mürəkkəb təklifin həqiqilik dərəcəsini müəyyən etmək üçün onun tərkibində olan sadə təkliflərin həqiqilik dərəcəsini bilmək kifayətdir. Məsələn, inkar məntiqi əlaqəsi üçün həqiqilik cədvəli ədalətlidir.

R təklifi həqiqi olarsa, onda onun inkarı yalandır və əksinə. P və q mürəkkəb təklifi, ancaq o halda həqiqidir ki, p və q təkliflərinin hər ikisi doğru olsun.

Q mürəkkəb təklifi ancaq o halda yalandır ki, z doğru q yalan olsun.

Bir sıra həqiqi təkliflər əsasında yeni doğru təklif almaq üçün çıxarışların formalaşdırılmasının müəyyən qaydaları tərtib edilir. Belə qaydaya misal traditsion məntiqin konyunksiya əməliyyatı ola bilər.

Başqa bir misal deduktiv çıxarış qaydası (modus ponens) ola bilər. Bu çıxarışa görə müəyyən təklif o halda doğrudur ki, o doğru təkliflərdən çıxarılmış olsun.

Məntiqi proqramlaşdırma dili PROLOG müxtəlif ölkələrdə süni intellekt üzrə aparılan tədqiqatlarda daha da inkişaf etdirilmişdir.

2.7. Dağınıq çoxluqlar nəzəriyyəsinin obyektlərin tanınmasına tətbiqi.

Dağınıq çoxluqlar nəzəriyyəsi çərçivəsində obyektlərin tanınması [3] məsələsinə qapalı (məlum olmayan) tanıma alqoritminin açıq (məlum olan) alqoritmə çevrilməsi kimi baxmaq olar. Bir qədər də aydınlaşdırılmış şəkildə desək, tutaq ki, U^0 - mümkün obyektlər, R_{op} -F qeyri səlis alt çoxluğunu U^0 çoxluğunda təyin edən qapalı alqoritmdir. Onda obyektlərin tanınmasını R_{op} qapalı tanıma alqoritminin R_{tr} açıq tanıma alqoritminə çevrilməsi prosesi kimi təyin etmək olar (R_{op} – nin U^0 –da ancaq bir alt çoxluğu təyin etməsi sadəlik üçün qəbul edilir. Həqiqətdə belə çoxluqlar çox $F_1, F_2, \dots, F_n$ ola bilər və R_{op} p obyektinin bu alt çoxluqlardan hər birinə mənsubiyyət dərəcəsini verir).

Aydınlıq üçün aşağıdakı tipik məsələyə baxaq. Tutaq ki, U^0 – əlyazma hərflərin bütün mümkün variantlarıdır və p hərfi P şəxsinə göstərildikdə o, R_{op} qapalı alqoritmni istifadə edərək, o hərfin p hərfinə mənsubiyyət dərəcəsini $\cdot_F(p)$ təyin edə bilər. Bunu formal yazsaq alarıq.

$$\cdot_F(p) = R_{op}(p)$$

U-dan olan p-üçün.

Adətən $P, p_1, \dots, p_m$ etalon hərflərinin sonlu çoxluğundan ibarət olur ki R_{op} -nin $p_1, \dots, p_m$ -ə tətbiqi nəticəsində $\{(p_1, \mu_F(p_1)), \dots, (p_m, \mu_F(p_m))\}$ cütlər çoxluğu yaranır. Bu isə qeyrisəlis çoxluq terminləri ilə aşağıdakı kimi ifadə edilə bilər.

$$S_F = \mu_F(p_1)P_1 + \dots + \mu_F(p_m)P_m$$

Burada S_F –lə F -ə mənsub olan etalonların qeyri səlis çoxluğu ifadə edilmişdir.

$\mu_F(p_i)P_i, i = 1, \dots$, misal qostərir ki, $\mu_F(p_i)$ p_i –nin F -ə mənsubiyyət dərəcəsidir.

Əgər $S_F - i$ bilərək R_{op} qapalı alqoritmini R_{tr} açıq alqoritmində çevirmək mümkündürsə, onda ixtiyarı p -yə R_{tr} –i tətbiq edərək $\mu_F(p)$ ni almaq olar. Başqa sözlə, bu çevirməyə $p_1, \dots, p_m$ nöqtələrində məlum qiymətlərə əsasən F -ə mənsub olma funksiyasının informasiya prosesi kimi baxmaq olar.

Tanıma nəzəriyyəsinin aydın ifadə edilməyən, lakin çox vacib məqsədi ondan ibarətdir ki, tanıma prosesi o mənada avtomatlaşdırılmalıdır ki, o insan tərəfindən deyil maşın tərəfindən icra edilsin.

Bunun üçün R_{tr} açıq alqoritm p -nin özünə deyil, $M(p)$ riyazi alqoritmində təsir etməlidir. Buna görə də obyekt maşınla işlənmək üçün yaxşı təyin edilməlidir.

Daha konkret desək, tutaq ki, U^0 bütün mümkün obyektlərdir, M -ölçmə prosedurası isə U^0 –dan olan ixtiyarı p obyektinə U –dan olan $M(p)$ riyazi obyektini aid edir. F U^0 –un R_{op} qapalı alqoritm p ilə təyin edilən alt çoxluğudur

$$\mu_F(p) = R_{op}(p), p \in U^0$$

$M(p)$ riyazi obyektinə təsir etməklə $\mu_F(p)$ -nin alınmasını təmin edən açıq alqoritm R_{tr} –lə işarə etsək, onda avtomatlaşdırılmış tanıma təsələsini elə M və R_{tr} –in tapılması kimi formalaşdırmaq olar ki,

$$\mu_F(p) = R_{op}(p)$$

$$R_{tr}(M(p)) = R_{op}(p), \quad p \in U^0$$

Beləliklə, obyektlərin avtomatlaşdırılmış tanınması məsələsi iki altməsələni özündə birləşdirir: a) p obyektinin $M(p)$ riyazi obyektinə çevrilməsi; v) p-yə təsir edən R_{op} qapalı alqoritminin $M(p)$ –yə təsir edən açıq alqoritmə çevrilməsi. (a) məsələsi daha mürəkkəbdir; obyektlərin tanınmasına adi qeyri səlis yanaşmada parametrlərin təhlili məsələsi ilə sıx əlaqəlidir və tanıma nəzəriyyəsinin nisbətən pis təyin edilmiş və hazırlanmış sahəsidir.

Qeyd etmək lazımdır ki, praktiki nöqteyi nəzərdən arzu olunur ki:

- 1) $M(p)$ az miqdar xüsusiyyətlərlə təyin edilsin;
- 2) bu xüsusiyyətlərin ölçülməsi nisbətən asan olsun.

Bunları nəzərə alsaq obyektlərin tanınması məsələsini aşağıdakı kimi formalaşdırmaq olar.

U^0 –da p obyektlərinin dağınıq çoxluqunu təyin edən R_{op} qapalı tanıma alqoritmi verilmişdir.

Məsələ 1. U^0 –dan olan p obyektini $M(p) = \{M_1(p_1) \dots M_n(p_n)\}$ riyazi obyektinə çevirən mümkün qədər sadə ölçmə proseduralarının mümkün qədər kiçik yığımını göstərin.

Məsələ 2. R_{op} alqoritmini elə R_{tr} açıq alqoritmə çevirin ki, o $M(p)$ -yə təsir etdikdə alınmış P -nin F -ə mənsubiyyət dərəcəsi R_{op} ilə eyni olsun.

Tanıma məsələsinin baxılan formulirovkasi riyazi dəqiq deyil. Bu qismən onunla əlaqədardır ki, obyekt anlayışının dəqiq təyini mümkün deyil. Buna görə də $M_1, \dots, M_n$ funksiyalarına ümumi qəbul edilmiş riyazi mənada baxmaq olmaz. Bundan başqa

$$R_{tr}(M(p)) = R_{op}(P) \cdot U^0$$

bərabərliyi dəqiq ödənmədiyi üçün obyektlərin tanınması məsələsinin dəqiq həlli mümkün deyil. Tanıma məsələlərinin qeyridəqiqliyinin əlavə mənbəyi tanımanın açıq alqoritminin keyfiyyətinin qiymətləndirilməsinin mürəkkəbliyidir.

Yuxarıda göstərilən bütün qeydlərin əsas mənası ondan ibarətdir ki, obyektlərin tanınması məsələsini mahiyyət etibarı ilə riyazi dəqiq formalaşdırmaq qeyri mümkündür. Bu səbəbdən də dağınıq çoxluqlar nəzəriyyəsinin anlayışlarının quruluşu tanıma məsələsinin qoyuluşu həlli üçün klassik çoxluqlar nəzəriyyəsi, ehtimal nəzəriyyəsi və ikiqiymətli məntiqə nisbətən daha təbii ola bilər.

Fəsil 3. Kənd təsərrüfatı bitkilərinin məhsuldarlığına təsir edən amillər.

3.1. Kənd təsərrüfatı bitgilərinin qidalanması və məhsuldarlığı.

1840-cı ildə U.Libixin «Bitgilərin mineral qidalanması haqqında» təliminin (Libix, 1940) nəşri bitgilərin qidalanması və gübrələrin tətbiqi sahəsində təcrübə-tədqiqat işlərinin genişlənməsinə təkan verdi. Hələ 19-cu əsrin ortalarında bitgilərin böyüməsi və inkişafında 10 kimyəvi elementin (N, C, H, O, P, K, Ca, Mg, Fe, Cl) rolu məlum idi. Hesab edilirdi ki, bitgilərin normal həyat və fəaliyyəti üçün bu elementlər kifayətdir və onları «Zəruri» adlandırırdılar. Sonralar belə zəruri elementlərin miqdarı kifayət qədər çoxalır və buraya mikroelementlər də aiddir.

Bitgilərin əsas mineral qida mənbəyi torpaq hesab edilir. Torpaq mühitində ayrı-ayrı elementlərin çatışmaması bitgilərin böyüməsi və inkişafını zəiflədir, onların xəstəliyə dözümlülüyünü və məhsuldarlığı azaldır. Buna görə də çatışmayan elementlərin gübrə şəklində torpağa verilməsi zəruridir.

Qida elementlərinin mənimsənilməsi də müxtəlif faktorlardan asılıdır: mühit, temperatura, nəmlik, torpağın hava buraxması, gübrənin tərkibi və bitginin kökünə nisbətən onların torpaqda yerləşmə xarakteri. Yüksək məhsuldarlığın təmin edilməsi üçün bu faktorların optimal hədudlarda olması vacibdir.

Bitgilərin qida elementlərini udmasında fotosintezin, tənəffüsün, elementin yerdəyişməsinin, assimilyasiya borularının və başqa fizioloji bioximik proseslərin rolu böyükdür. Bu proseslər nə qədər intensiv baş verirsə, bir o qədər çox mineral maddə mənimsənir. Bitgilərin qida elementlərinə tələbi, böyümə və inkişaf prosesinin aktiv olduğu dövrlərdə daha çox olur.

Müxtəlif elm xadimlərinin çox illik tədqiqatları nəticəsində sübut edilmişdir ki, məhsuldarlığın yüksəldilməsi üçün bitgilərin vaxtında mineral gübrələrlə (azot, fosfor və kalium) və habelə mikroelementlərlə (bor, marqanis, mis, sink, molibden, kobalt və s.) təmin edilməsi vacibdir. Bu elementlər asılı deyil və onların hər hansı birinin çıxarılması bitginin böyüməsini dayandırır.

Azot bitginin qidalanmasının əsas elementidir. O, azotsuz əmələ gəlməsi mümkün olmayan zülalların, turşuların və bir çox orqanik maddələrin tərkibinə daxildir. Torpaq məhlulundan əsasən azot nitrati (NO_3 anionu) şəklində sorulur. Azot gübrələrində, əsasən, ammonyak və nitrat formaları mövcud olur. Bundan əlavə tərkibində 80%-dən çox azot olan maye ammonyak və ya ammonyak suyu, sidik cövhəri gübrə kimi istifadə edilir.

Azot qidalanmasının şəraiti bitginin böyüməsi və inkişafına kəskin təsir edir. Yarpaqlar intensiv yaşıl rəng alır - xlorofill və zülalların əmələ gəlməsi sürətlənir, yarpağın ömrü uzanır. Bitginin geniş yarpaqları, yoğun və hündür gövdəsi olur.

Azot çatışmamazlığında (azlığında) yarpaqlar sarı yaşıl olur, bitginin böyüməsi gecikir. Düzgün istifadə edilmiş azot gübrələri bitginin məhsuldarlığını artırır, məhsulun keyfiyyətini yüksəldir.

Azotun fizioloji qiyməti zülalların, fermentlərin xlorofillərin və başqa orqanik birləşmələrin sintezində onun istifadəsidir.

Səpin zamanı gübrələrin yüksək dozası müxtəlif tədqiqatçılar (Q.N. Ustenko, V.L. Brovtsıy 1963; U.I. Tikalov, L. Çermenko, 1959) tərəfindən tətbiq edilmişdir.

Bir sıra müəlliflərin (Brilliant, 1949; Doroxov, 1957; Mamedov, 1970) əsərlərində göstərilmişdir ki, azot, kalium, və fosfor çatışmamazlığı fotosintezin intensivliyini azaldır. L.M. Doroxovun əsərlərində (1957) göstərilir ki, azot, fosfor və kaliumun kökdənkənar təsiri altında Şəkər çuğunduru yarpaqlarının fotosintezinin intensivliyi 30-40% artır.

Q. Rəhimov, T.M. Buşevoyun noxud və yem bitgiləri ilə apardığı təcrübələr (1964) göstərir ki, azot çatışmamazlığı zamanı fotosintezin intensivliyi 15-18% azalır.

Bitgilər tərəfindən fosfor, torpaq məhlulundan hidrofosfor ionları şəklində sorulur. Fosforla normal qidalanma zamanı bitgilərin cüccərməsi və inkişafı sürətlənir, məhsuldarlıq kifayət qədər yüksəlir, məhsulun keyfiyyəti yaxşılaşır.

Orqanik fosforun torpaqda əsas mənbəyi humus hesab edilir. Fosfor çatışmamazlığı zamanı bitginin inkişafının ilk dövrlərində onun böyüməsi kəskin zəifləyir. Belə bitgilərin sonradan fosforla təchiz edilməsi ilkin inkişaf dövründəki çatışmazlığın mənfi təsirini tam aradan qaldıra bilmir.

Fosfor bitgilərdə fotosintez proseslərini uqlevodların yığılmasını və hərəkətini, zülal birləşmələrinin yaranmasını sürətləndirir. O, Azot və kükürdlə birlikdə zülalların tərkibinə daxil olur.

Kalium, protoplazmanın hidrofilliyini su saxlama qabiliyyətini artırır, onun normal vəziyyətinin saxlanması üçün əlverişli şərait yaradır. Cavan yarpaqlarda, qabıqın canlı toxumlarında, tumurcuqlarda kalium xüsusən çox olur. O, bitgilərin köhnə orqanlarında çox az olur. Kalium zülalların, kraxmalın, xlorofilin, yağların sintezinə müsbət təsir edir, fotosintez prosesini gücləndirir.

3.2. Mikroelementlər.

Çoxsaylı elm xadimlərinin tədqiqatlarında mikroelementlərin bitgilərin həyatına təsiri və kənd təsərrüfatında tətbiqi öyrənilmişdir. Bundan başqa müəyyən edilmişdir ki, mikroelementlərin bitgilərin böyüməsi, inkişafı və məhsuluna təsirinin effekti təkcə «katalitik» və «stimullaşdırıcı» rolu ilə məhdudlaşmır. Onlar kalium, azot, fosfor və başqaları kimi, bitgilərin zəruri qida elementləridir. Qeyd etmək lazımdır ki, PK-nın torpaqda kifayət qədər olmasına baxmayaraq, onun torpağa əlavə verilməsi bitginin məhsuldarlığını artırır. Eyni vaxtda mikroelementlərlə qidalanma da bitgilərin məhsuldarlığını artırır.

Bitgilərin normal böyüməsi və inkişafı üçün azot, fosfor və kaliumdan başqa maqnezium, dəmir və mikroelementlər də (marqaniz, bor, sink, yod, mis, alüminium, molibden, kobalt) vacibdir. Bitgidə onların miqdarı çox olmayıb, quru maddənin 0,02%-dən artıq deyil.

Dəmir və maqnezium makro- və mikroelementlər arasında aralıq mövqe tutur. Mikroelementlərin də fizioloji qiyməti makroelementlər qədər vacibdir. Mikroelementlərin kənd təsərrüfatı istehsalında istifadəsi onların bitginin həyat fəaliyyəti prosesindəki fizioloji rolu və torpaqdakı miqdarı ilə müəyyən edilir. Onlar, bitgi orqanizmindəki bioximik proseslərdə iştirak edən bir çox fermentlərin, vitaminlərin tərkibinə daxil olub, bu proseslərin aktivləşdiriciləridirlər. Tənəffüsün aktivliyinə, turşu- bərpa reaksiyalarının sürətinə və fotosintez proseslərinə aktiv təsir edir. Marqanis, bor, kobalt, molibden və başqaları bitginin yarpaqlarında xlorofilin sintezinə əlverişli təsir edir.

Azərbaycanın müxtəlif torpaqlarında mikroelementlərin miqdarı bir-birindən kifayət qədər fərqlənir. A.N.Güləhmədov mikroelementlərin miqdarına görə Azərbaycan torpaqlarını 6 əsas qrupa bölür. O, müəyyən etmişdir ki, pambıqçılıq zonalarında sorula bilən mikroelementlərin miqdarı azdır. Bir kiloqram torpaqda bor üçün bu miqdar əlamətlərdən 0,25 mq-a qədər, marqanis 0,6-dan 9,5 mq-a, mis 0,02-dən 1,5 mq0a, sink əlamətlərdən 1,8 mq-a, molibden 0,06-dan 1,85 mq-a qədərdir.

Əlbəttə, belə şəraitdə yüksək məhsul əldə etmək mümkün deyil. Buna görə də kənd təsərrüfatı bitgilərinin məhsuldarlığının yüksəldilməsi üçün diferensial qaydada makro və mikro gübrələr tətbiq etməklə torpağın məhsuldarlığını qaldırmaq lazımdır. Bitgilərin mineral qidalanması üzrə ədəbiyyatların məlumatları sübut edir ki, fotosintetik fəaliyyətin yaxşılaşdırılmasında, bitgilərə mikro- və makrogübrələrin verilməsinin optimal doza və vaxtının müəyyən edilməsi əsasında məhsuldarlığın artırılması metodlarının hazırlanması üçün böyük sahələrdə, istehsal və qeyri istehsal şəraitində, çoxsaylı və müxtəlif variantlarda eksperimentlər keçirilməsi vacibdir.

Makro- və mikroelementlər tətbiq etməklə bitgilərin mineral qidalanmasının öyrənilməsi üçün laboratoriya və çöl şəraitində Z.Məmmədovun apardığı təcrübələr göstərir ki, bitgilərə əsas lazım olan elementlər (Azot, fosfor, kalium) və habelə bəzi mikroelementlər (bor, marqanis, mis, sink, kobalt, molibden) öyrənilən

bitgilərin fotosintetik fəaliyyətinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir edir. Bu elementlər, habelə, fotosintez proseslərinin nizamlanması üçün də lazımdır. Digər bərabər şəraitlərdə, bitgilərin makro- və mikroelementlərlə mineral qidalanması məhsuldarlığın artırılması üçün vacib faktordur.

3.3. İqlim şəraitini xarakterizə edən parametrlər və onların məhsuldarlığa təsiri.

Kənd təsərrüfatı bitgilərinin məhsuldarlığına təsir edən əsas amillərdən biri də iqlim şəraitidir. Bitgilərin əsas mineral qida mənbəyi torpaq hesab edilsə də qida elementlərinin mənimsənilməsi iqlim şəraitindən (mühit, temperatura, nəmlik, torpağın hava buraxması) asılıdır.

İqlim şəraiti aşağıdakı göstəricilərlə xarakterizə olunur:

1. Ərazinin işıqlanma şəraiti.
2. Havanın temperaturu.
3. Atmosfer yağıntıları və qar örtüyü.
4. Havanın rütubətləleyi.
5. Bəzi zəruri atmosfer hadisələri.

Ərazinin işıqlanma şəraiti 3 göstərici ilə xarakterizə edilir:

1. Günəş şüalanması.
2. Ümumi günəş radiasiyası.
3. Fotosintetik aktiv radiasiya.

Günəş şüalanmasının müddəti buludluluq rejimindən, ərazi səthinin xarakterindən və başqa faktorlardan asılıdır. Buna görə həm bütün il ərzində

ümumi, həm də bitginin vegetasiya (boy atma, göyərmə və yetişmə dövrü) dövründə günəş şüalanması Respublika ərazisində mürəkkəb xarakter daşıyır. Ərazidən asılı olaraq ümumi günəş şüalanmasının qiyməti 1350-2350 saat intervalında dəyişir, bunun 65- 80%- i vegetasiya dövrünə düşür.

Ümumi günəş radiasiyasının illik qiyməti 139- 174 kvtsaat/m² intervalında dəyişir. Bunun 73- 79%-i ilin isti yarımhissəsinə düşür.

Fotosintetik aktiv radiasiyanın (FAR) qiyməti respublika ərazisində yerləşən aktinometrik stansiyaların (yeddi stansiya) məlumatları əsasında müəyyən edilir və aşağıdakı kimi hesablanır:

$$Q_F=0,42S+0,60D$$

Burada, S- üfqi səthin birbaşa günəş radiasiyası,

D- səpələnmiş günəş radiasiyasıdır.

Respublika ərazisində onun illik qiyməti bir kvadrat metrə 65,9- 79 kvtsaat intervalında dəyişir.

Havanın temperaturu, başqa sözlə termik şərait aşağıdakı göstəricilərlə xarakterizə edilir:

1. Havanın orta illik temperaturu.
2. Ən soyuq ayın orta temperaturu.
3. Ən isti ayın orta temperaturu.
4. Yüksək temperaturlu (35 dərəcə selsidən çox) günlərin miqdarı və s.

Atmosfer yağıntılarının miqdarı aylıq, illik və ayrı-ayrı dövrlərdə yağıntının miqdarı ilə xarakterizə edilir.

Qar örtüyü – onun dərinliyi və qar örtüyü olan günlərin miqdarı kimi müəyyən edilir.

Havanın rütubətliliyi bitgiçilik nöqteyi nəzərindən çox vacib olub aşağıdakı kəmiyyətlərlə xarakterizə edilir:

1. Mütləq rütubətlilik,
2. Orta illik nisbi rütubətlilik,
3. Gündüz vaxtı (13 saat) havanın nisbi rütubətliliyi,
4. Rütubətliyi az (30%-dən az) və yüksək (80%-dən çox) günlərin miqdarı,
5. Rütubət çatışmazlığının orta illik qiyməti.

Bəzi zərərli atmosfer hadisələrinə quraqlıq, qara yel (isti quru külək), dolu aiddir. Onun qiyməti il ərzində belə günlərin miqdarı ilə müəyyən edilir.

Qeyd etmək lazımdır ki, göstərilən parametrlərin tərkibi və məhsuldarlığa təsiri konkret bitginin növündən asılı olaraq müxtəlif olur. Ə.S.Əyyubov, X.Ş.Rəhimov və N.D.Ulxanovun üzümçülük üzrə apardığı tədqiqatların nəticəsi aşağıdakı kimidir.

1. Üzüm tənəyinin bar verməsi kolun gözcüklərinin miqdarından çox asılıdır. Aydınlaşdırılmışdır ki, zoğların ümumi miqdarı kolun gözcüklərinin birbaşa asılıdır. Eyni zamanda gözcüklərin həddən artıq çox olması da həm məhsul verən zoğların, həm də salxımların miqdarının azalmasına səbəb olur. Müxtəlif üzüm növlərinin bar vermə göstəriciləri kifayət qədər geniş diapazonda dəyişir. Bir növ üzrə bu göstəricinin dəyişməsi torpaq iqlim şəraiti ilə əlaqədardır. Aydınlaşdırılmışdır ki, a) kolda salxımların miqdarı yaz yağıntıları (mart-may) və gözcüklərin miqdarı ilə kifayət qədər sıx əlaqəlidir. Mədrəşə texniki sortunda 60-160 mm yaz yağıntıları və 20-60 gözcüklə salxımların miqdarı 15-dən artıq olur. Süfrə üzümü Təbrizidə isə salxımların maksimum miqdarı (25-dən çox) 70-140 mm yağıntı və 45-70 gözcük olduqda mümkündür. Barın yetişmə dövründə aktiv temperaturların cəmi 2450-2650 dərəcə və gözcüklərin miqdarı 22-25 olduqda bir salxımın orta

çəkisi 250 q-dan çox olur. B) Yaz yağıntılarının miqdarının artması (çiçəklənmə dövrünə qədər) Mədrəsə sortunun məhsuldarlığının artmasına səbəb olduğu halda, Bayan şirə sortunun məhsuldarlığı apreldə 80 mm-dən və aprel-mayda 120 mm-dən artıq yağıntı olması ilə azalır. İyun ayında düşən yağıntılarının miqdarı isə Mədrəsə sortunun məhsuldarlığı ilə tərs mütənasibdir. Bayan şirə sortunun məhsuldarlığı isə iyun ayında yağıntının miqdarı 80 mm-dən çox olduqda azalır.

2. Yağıntının az olması və ya olmaması (apreldə 30-40 mm-dən az, aprel-mayda 50-60 mm-dən az) hətta sonrakı suvarılmaya baxmayaraq, məhsulu kəskin azaldır.

3. Üzümdə şəkərin toplanma dinamikası aktiv temperaturların cəmi ilə düz, havanın rütubət çatışmazlığı ilə tərs mütənasibdir. Atmosfer yağıntılarının artması məhsulun turşuluğunu artırır. İyun-avqust aylarında yağıntının miqdarı 70 mm-dən çox olmadıqda turşuluq 6%-dən çox olmur.

4. Üzüm meyvələrinin ən çox şəkərliliyi cənub yamaclarında, sonra qərb yamaclarında, daha sonra isə şimal və şərq yamaclarında əldə edilir.

5. Cənub yamaclarında kolların məhsuldarlığı (salxımların miqdarı) şimal yamaclarına nisbətən 4 dəfəyə qədər artıqdır. Lakin kolun yarpaqlarının vahid sahəsinə düşən məhsula görə belə fərq azdır (bir m² yarpaq sahəsinə 1-1,5 salxım).

3.4. Bitgi sortları və məhsuldarlıq.

Kənd təsərrüfatı bitgilərinin məhsuldarlığı xarici mühitin təsiri və aqrotexniki tədbirlərdən əlavə (torpaq, iqlim, gübrə, səpin vaxtı, yığım vəs.) bitgilərin bioloji xüsusiyyətləri ilə də (məsələn, sort, toxumun keyfiyyəti) bilavasitə əlaqədardır. Şəraitdən asılı olaraq düzgün seçilmiş sort məhsuldarlığı 2-4 s-ə qədər artırmağa imkan verir.

Hər bir sortun bitgiləri bir qayda olaraq özünəməxsus morfoloji, bioloji və təsərrüfat xüsusiyyətlərinə malik olur. Məsələn, saratovskaya-29 yazlıq taxıl sortunun aşağıdakı əlamət və xüsusiyyətləri vardır: orta boylu, qılçıqsız, ağ rəngli sünbülü var. Sünbülcüklər yumurta-lansetvari formada, tüksüzdür, dənin rəngi qırmızı, şüşəvari, oval formalı, orta boylu, möhkəm, yerə yatmağa qarşı davamlı budağı vardır. O, quraqlığa davamlı, orta yetişkən, sürmə və pas xəstəliklərinə çox zəif yoluxan, yüksək məhsuldar, əla un vəçörək bişirmə keyfiyyətinə malik sortdur.

Müxtəlif sortlar təsərrüfat nöqteyi nəzərindən bir-birindən birinci növbədə ona görə fərqlənirlər ki, eyni şəraitdə müxtəlif məhsul verirlər. Məsələn, dənli bitkilərdə bu fərq bir hektardan 2-4 s, bəzən isə 8-10 s olur. İkinci fərq məhsulun keyfiyyət göstəriciləri ilə əlaqədardır. Məsələn, şəkər çuğundurunun qədim sortlarının (1802-ci il) tərkibində 4-6% şəkər var idisə, seleksiya nəticəsində əldə edilmiş hazırki şəkər çuğundurunun tərkibində 20% və daha artıq şəkər vardır. Məzlumov tərəfindən yaradılan «Romanskaya-06» şəkər çuğunduru sortunun tərkibində 21% şəkər vardır. 1933-cü ildə ən yaxşı pambıq sortunda lifin uzunluğu 27 mm-ə çatırdısa bu gün pambıq sortlarının lifinin uzunluğu 33-43 mm-ə çatır.

Üçüncü fərq bitgilərin bəzi təsərrüfat və bioloji əlamətləri ilə əlaqədardır. Şaxtaya davamsızlıq, gec yetişkənlik, xəstəlik və ziyanvericilərə qarşı davamsızlıq və s. belə əlamətlərdəndir. Məsələn, tək buğda bitgisini 125 növ xəstəlik və bir o qədər də ziyanverici yoluxdurur. Ən təhlükəli xəstəlik pas xəstəliyidir. Həmin xəstəlik şiddətli yayılan illərdə buğda bitgilərinin məhsuldarlığı və keyfiyyəti 1,5-2 dəfə aşağı düşür. Lakin «Qılçıqsız-1» buğda sortunun məhsuldarlığı azalmır və zülalın miqdarı daim 14-15% arasında qalır.

3.5. Gübrə məhsuldarlığın artırılmasının əsas amilidir.

Torpağa gələn və torpaqdan çıxan qida elementlərinin fərqi qida elementləri balansını təşkil edir.

Torpaqdan qida elementlərinin çıxması vahid sahədən əsas və əlavə məhsulla çıxan qida elementlərinin miqdarı ilə təyin edilir. Qida elementlərinin torpağa qayıtması toxumla, torpaq-kök çürüntüləri ilə, gübrələrlə və s. torpağa verilmiş qida elementlərinin miqdarı ilə təyin edilir.

Kənd təsərrüfatı bitkiləri, qida elementlərinə tələbin və torpaqdan çıxardığı qida elementlərinin miqdarının müxtəlifliyi ilə fərqlənir. 3 t/ha buğda yetişdirilməsi üçün 110 kq N, 40 kq P_2O_5 , 70 kq K_2O tələb olunur. 30 t/ha kartofla 1 ha-dan 150 kq N, 60 kq P_2O_5 , 270 kq K_2O çıxarılır. Gübrə tətbiq etmədikdə bitkilər torpağı zəiflədir və ildən ilə məhsul azalır.

Bütün dünyada torpaqşünaslığın təcrübəsi sübut edir ki, məhsuldarlığın səviyyəsi tətbiq edilən gübrələrin miqdarı ilə sıx əlaqəlidir. Mütəxəssislərin hesablamalarına görə məhsuldarlığın artımının 50%-i gübrə tətbiqi ilə, təqribən 50%-i isə başqa tədbirlərlə – aqrotexnika, sort, meliorasiya və s. əlaqədardır. ABŞ-in elmi tədqiqat müəssisələrinin məlumatına görə 1945-ci ildən sonrakı illərdə məhsuldarlığın artımının 41%-i mineral gübrələrlə, 15-20%-i herbisidlərlə və bitkilərin mühafizəsinin başqa kimyəvi vasitələri ilə, 15%-i təkmilləşdirilmiş aqrotexnika ilə, 8%-i hibrid toxumlarla, 5%-i irriqasiya ilə, 11-18%-i isə başqa faktorlarla əlaqədardır.

Lakin məhsuldarlıq artımı ilə gübrə normaları artımının birbaşa asılılığı müəyyən səviyyəyə qədər mümkündür.

Gübrə və aqrotexnik tədbirlərin kartofun məhsuldarlığına təsiri cədv.3.1-də verilmişdir.

Payızda şum altına verilmiş gübrə şəkər çuğundurunun məhsuldarlığını, yazda kultivasiya altına verilmiş gübrəyə nisbətən 2 dəfə çox artırır.

Gübrə və aqrotexniki tədbirlərin kartof məhsuluna təsiri.

Təcrübə variantı.	Məhsuldarlıq. (t/ha)	Artım. (t/ha)
1.Gübrəsiz, gecikən, xırda kartof, pis qulluq.	9,1	-
2.Gübrə.	16,0	6,9
3.Gübrəsiz aqrotexnikanın artması.	15,4	6,3
4.Gübrə ilə aqrotexnikanın artması.	27,4	18,3

Ulmi tədqiqat müəssisələrinin məlumatlarına əsasən qeyri qaratorpaq zonalarda 1 ha sahəyə 20-30 t peyin verilməsi dənli bitgilərin məhsuldarlığını 0,6-0,7 t, kökümeyvəliyə 15 t-a qədər, yem bitgilərinin məhsuldarlığını isə 15-20 t artırır. Bundan əlavə onun təsiri 4-5 il davam edərək məhsul artımını təmin edir.

Fəsil 4. Torpaqların məhsuldarlığının ekspert sistemlə təyin edilməsi.

4.1. Torpağın məhsuldarlığının qiymətləndirilməsi tarixi.

Bitkiçilik təsərrüfatları fəaliyyətini müqayisəli təhlil edərkən torpaqların keyfiyyət göstəriciləri obyektiv səbəb kimi nəticəyə təsir edir. Obyektiv səbəbin nəticəyə təsirini aradan qaldırmaq üçün onların bu xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi və təhlil zamanı nəzərə alınması vacibdir. Buna görə də torpağın xüsusiyyətlərindən asılı olaraq onun məhsuldarlığının öyrənilməsi həmişə diqqəti cəlb etmişdir. Torpaqların keyfiyyətcə qiymətləndirilməsi məsələləri ilə Qərbi Avropada hələ XVIII-XIX əsrlərdə məşğul olmuşlar.

Almaniyada otlaq torpaqlarının bonitirovkası zamanı şumlanan torpaqlar üçün istifadə olunan torpaq göstəricilərindən əlavə orta illik temperatur və rütubətlik dərəcəsi istifadə edilirdi.

Polşada şumlanan torpaqların, biçənək və otlaqların, meşə massivlərinin bonitirovkası aparılır. Bonitirovka zamanı vacib diaqnostik göstəricilər nəzərə alınır: granulometrik tərkib, quruluş, turşuluq və s. torpağın bonitirovkası zamanı şumlanan torpaqlarda alınmış məhsul və ya yemlik otun miqdarı, torpağın ziyanverici bitkilərlə korlanma dərəcəsi və torpağın yaxşı istifadəsinə maneçilik törədən digər səbəblər nəzərə alınır.

Rusiyada torpağın bonitirovkası üzrə ilk işlər 1951-ci ildə aparılmışdır. Bu işlərdə torpaqların bonitirovkası "birbaşa təsərrüfat əhəmiyyətli olan və torpaqları

bitkilərin yaşayış yeri kimi xarakterizə edən xüsusiyyətlərin təyin edilməsi” kimi qəbul edilir.

Keçmiş SSRİ-də torpaqların bonitirovkası üzrə aparılan tədqiqatları şərti olaraq iki qrupa bölmək olar:

Şumlanan torpaqların və meşələrin bonitirovkası üzrə tədqiqatlar,

Yemlik məhsul torpaqlarının bonitirovkası üzrə tədqiqatlar.

Azərbaycanda torpaqların bonitirovkasının inkişafını 3 mərhələyə bölmək olar.

I mərhələ- 1965-ci ilə qədər torpaqların bonitirovkası üzrə tədqiqatların keçirildiyi dövrü əhatə edir. Bu vaxt respublikanın torpaqşünas alimləri torpağın keyfiyyətini aqrar-istehsal qruplarının genetik-istehsal əsasları əsasında əks etdirirdilər.

II mərhələdə (1966-1975) bir sıra dissertasiya işləri üzrə tədqiqatlar aparılmış və Azərbaycan respublikasında müxtəlif bitkilər üçün torpaqların bonitirovkası üzrə metodik göstərişlər hazırlanmışdır.

III mərhələdə Azərbaycan respublikası Elmlər Akademiyasının torpaqşünaslıq və aqrokimya institutunun aqroekologiya və torpaqların bonitirovkası laboratoriyasında torpaqların məhsuldarlıq modellərinin və torpaq örtüyü quruluşunun qiymətləndirilməsi, torpaqların aqroekoloji tədqiqatı və bonitirovkası üzrə geniş işlər aparılır.

Azərbaycanda torpaq kadastrının inkişafının müəyyən yekunları aparılmışdır. Bu yekunları əhəmiyyətli hesab etmək olar. Çünki onlar artıq respublikanın kənd təsərrüfatı istehsalına, xalq təsərrüfatının planlaşdırılması, proqnozlaşdırılması, və təbiətin qorunması məsələlərinin qoyuluşuna təsir edir. Bu yekunlar nəzəri və tətbiqi kadastrın gələcək inkişafı və onun praktikada istifadəsi üçün əsaslar verir.

4.2. Torpağın məhsuldarlığının qiymətləndirilməsinin metodoloji cəhətləri.

Bu istiqamətin vacib məsələləri aşağıdakılardır:

- 1) Ərazilərin meşələrin, kənd təsərrüfatı bitkilərinin və torpağın məhsuldarlığına təsir edən agroekoloji xüsusiyyətlərinin aydınlaşdırılması.
- 2) Zonalar üzrə torpaq fondunun, tərkib və quruluşunun növlərinin və fitosenoz sahəsinin xarakterizə edilməsi.
- 3) Məsələnin öyrənilməsinin nəzəri və metodoloji cəhətlərinin öyrənilməsi.
- 4) Torpaq kadastrı məqsədləri üçün respublika meşələrinin və kənd təsərrüfatı bitkiləri torpaqlarının məhsuldarlığının qiymətləndirilməsi.
- 5) Torpaq örtüyü quruluşunu nəzərə almaqla əsas landşaft komplekslərinin qiymətləndirilməsi.
- 6) Meşələrin və kənd təsərrüfatı bitkilərinin torpaqlarının aqraristehsal qruplaşdırılması.
- 7) Respublikanın təbii-iqtisadi rayonları, administrativ və landşaft zonaları üzrə torpaqların bonitet ballarının və müqayisəli üstünlük əmsallarının təyin edilməsi.

Təbiət-hər bir elementi bütövlükdə inkişaf edənlə sıx əlaqədə olan yüksək səviyyədə təşkil olunmuş sistemdir. Bu həm bütövlükdə təbiət aləminə, həm də insanın təbiətlə qarşılıqlı təsirinə və ümumiyyətlə dərk etmə prosesinə aiddir.

Komponentlərin çevrilməsinin qarşılıqlı şərtliliyinin öyrənilməsi coğrafi komponentlərin obyektiv və qanunauyğun formalaşmasının dərk etmə metodu, vasitəsidir. Bu qarşılıqlı təsir və dəyişikliklər nəticəsində meydana gələn material cisimlər; yer səthi təbiətinin bütöv, inteqral və konkret ifadələri, o cümlədən torpağın məhsuldarlığının qiymətləndirilməsi coğrafi proses adlandırılı bilər.

Müasir təbiətşünaslığın metodoloji əsasları təbiətin bütövlükdə inkişafının ümumi qanunlarının nəzərə alınması, cəmiyyətlə təbiətin qarşılıqlı münasibəti

məsələlərinə kompleks yanaşma əsasında insanın çevirici, dəyişdirici fəaliyyətinin qurulmasının tələb edir.

Torpağın məhsuldarlığının qiymətləndirilməsi üçün eksperimental tədqiqatlar aparılmalı, bu tədqiqatlar zamanı torpaq örtüyünün quruluşunu nəzərə almaqla ayrı-ayrı landşaft kompleksləri üzrə aqroekoloji xüsusiyyətlər öyrənilməlidir. Müxtəlif meşə və yem bitkilərinin aqrosenozlarının məhsuldarlığı nəzərə alınmalıdır. Bu məqsədlə nisbətən geniş yayılmış torpaq tipləri üzrə onların örtüyü quruluşunu, şorlaşmasını hidromorfluğunu, qranulometrik tərkibini və s nəzərə almaqla çöl tədqiqatları aparılmalıdır. Əsas sahələrdə torpaq kəsirləri qoyulmalı, laboratoriyada öyrənmək üçün bitki və torpaq nümunələri seçilməlidir. Torpaqların aşağıdakı analizləri aparılmalıdır: hidroskopik nəmlik-qurutma üsulu ilə; qranulometrik tərkib – pirofosfat natriumun pipet metodu ilə işləməklə; Humus–Tyurin üsulu ilə; ümumi azot-Keldal üsulu ilə; ümumi fosfor-Qinzburq və Şeqlov üsulu ilə; udulmuş kalium və maqnezium-Ivanov üsulu ilə; CO₂ – kalsimetry; PH (sulu) potensimetry.

Ərazinin bitkiçiliyinin öyrənilməsi üçün geniş yayılmış fotosenozların xarakteristikası və yem bitkilərinin məhsuldarlığı üzrə ədəbiyyatlar istifadə edilməlidir.

Stasionar tədqiqat zamanı məhsuldarlığın uçotu aparılır və bu uçotun metodikası konkret bitki növünə uyğunlaşdırılır. Lazım gəldikdə 3-5 dəfə təkrarlana bilər. Alınmış məhsulun tərkibinin öyrənilməsi üçün kimyəvi analizlər aparılır.

Torpaqların keyfiyyətə qiymətləndirilməsinin əsas kriteriyası onların genetik və aqraristehsal xüsusiyyətləri olmalıdır ki, bunlar nisbətən obyektiv göstəricilər olub yerli şəraitdə torpağın məhsuldarlığını təsir edir. Belə göstəricilərə Humus, azot və fosforun ümumi ehtiyatları 0-20, 0-50, 0-100 sm qatlarda udulmuş əsasların həcmi aiddir.

Seçilmiş əsas aqrokimyəvi göstəricilər mövcud instruksiyalar əsasında və riyazi statistik metodlarla işlənir.

Ümumi iqlim göstəricisinin nəzərə alınması üçün respublika rayonlarındakı meteoroloji stansiyaların göstəricilərinə əsasən bioklimatik potensial hesablanır.

Torpaqşünaslığın inkişafının müasir mərhələsində başqa bioloji elmlərdə olduğu kimi riyaziyyatla əlaqə genişlənir və dərinləşir. Riyazi metodların tətbiqi toplanmış böyük həcmli faktiki materialların ümumiləşdirilib mənimsənilməsinə imkan verir.

Torpağın məhsuldarlıq səviyyəsini kəmiyyətə tyin etməyə imkan verən bonitirovka tədqiqatlarında da riyazi metodların tətbiqi zəruridir. Riyazi işləmə sayəsində məhsuldarlığı müəyyən edən konkret torpaq xüsusiyyəti göstəriciləri kompleks nisbi kəmiyyət olan qiymətləndirmə balına çevrilir.

4.3. Kənd təsərrüfatı torpaqlarının və meşə ərazilərinin bonitirovkası.

Torpağın kənd təsərrüfatı bitkilərinin məhsuldarlığı, meşə və yem sahələrinin məhsul verimi ilə əlaqədar müqayisəli keyfiyyət xarakteristikası bonitirovka yolu ilə aydınlaşdırılır. Bonitirovkanın məqsədi torpağın məhsuldarlığınınmiqdar xarakteristikalarının vahid sisteminin hazırlanmasından ibarətdir.

Torpaqların bonitirovkasının metodik məsələlərigeniş müzakirə obyektidir. Qiymətləndirmə şkalasının göstəricilər sistemi müxtəlifdir.

Bonitirovkanın məqsədi əkinçiliyin intensivliyi və aqrotexnik səviyyənin müqayisəli qiymətlərilə, verilmiş kənd təsərrüfatı zonasında bütün bitkilər və bitgi qrupları üzrə torpaqların məhsuldarlıq fərqlərinin miqdar ifadəsinin aydınlaşdırılmasından ibarətdir.

Qoyulmuş məsələnin həlli üçün konkret torpağın morfoloji əlamətləri xüsusiyyətləri haqqında ölçülə bilən, ədədlərlə ifadə edilmiş kütləvi məlumatlar istifadə edilir. Torpaq layları üzrə humus, azot, fosfor, udulmuş əsaslar, torpaq zonaları üzrə iqlim şəraiti (bioklimatik potensial şəklində- BKP) və s. torpağın nisbətən dayanıqlı, az dəyişən xüsusiyyətlərinə xarakterizə edir. Bu göstəricilər torpaq tədqiqatı materiallarında mövcuddur. Bundan əlavə əsas kənd təsərrüfatı bitkilərinin məhsuldarlığı, yem və meşə sahələrinin məhsul verimi barədə ayrı-ayrı sahələr, təsərrüfatlar üzrə çox illik göstəricilər istifadə edilir.

Torpağın bonitirovkası yuxarıdakı məlumatların eyni zamanda, birlikdə istifadəsi əsasında qurulur. Lakin bu məqsəd üçün məhsuldarlıq və torpağın xüsusiyyətlərini xarakterizə edən bütün göstəricilər eyni dərəcədə əhəmiyyətli deyil. Torpağın elə xüsusiyyət və əlamət göstəricilərinə seçmək lazımdır ki, onlar məhsuldarlıq göstəriciləri ilə korrelyasiya olunsun. Bu zaman məhsuldarlıq göstəriciləri də elə seçilməli və ya hesablanmalıdır ki, birincisi, keyfiyyətə yaxın olan torpaq və ya torpaq qrupları ilə əlaqədar olsun. İkincisi, əkinçiliyin intensivliyi və aqrotexnikanın səviyyəsi ilə əlaqədar fərqlər aradan qaldırılmış olsun.

Torpağın əlamət və xüsusiyyətlərinin məhsuldarlıqla korrelyativ əlaqəsi torpağın tip və alt tipləri, təbii zona və rayonlar üzrə fərqlənir. Aqrotexnikanın səviyyəsi və əkinçiliyin intensivliyi təsərrüfatın ixtisaslaşması və istehsal resursları ilə təminatından asılıdır. Buna görə də bonitirovka zamanı torpağın xüsusiyyət və əlamətlərinin seçilməsi, yerli təbii və təsərrüfat xüsusiyyətləri maksimum dəqiq nəzərə alınmaqla aparılmalıdır.

Torpağın məhsuldarlığı onun su-istilik, hava və qidalanma rejimləri ilə, habelə torpaq məhlulunun tərkibi və reaksiyası ilə, başqa sözlə iqlim və başqa şəraitlərdən asılı olan dinamik faktorlardan da asılıdır.

Torpağın yuxarıda göstərilən xüsusiyyətləri ancaq müəyyən həddə qədər məhsuldarlığın indikatoru kimi çıxış edə bilər. Onlar arasında asılılıq:

1. Həmişə düz mütənasib olmur,
2. hər bir xüsusiyyətin ədədi ifadəsi hesablama və ölçmə sisteminin kənarlaşmaları ilə əlaqədar fərqlənir,
3. yuxarıda deyildiyi kimi, onlar hər torpaq tipi, təbii zona və ərazi üzrə fərqlənir,
4. bitgilərin torpaq şəraitinə tələbindəki ümumi cəhətlərlə yanaşı, hər bitginin torpağa öz tələbləri mövcuddur və torpağın müxtəlif xüsusiyyətlərinə özünə uyğun reaksiya verir.

Müxtəlif bitgilərin xarici mühitə tələbi də eyni deyil. Buna görə də torpağı becərilən məhsuldan ayrılıqda bonitirovka etmək olmaz. Müəyyən xüsusiyyətlərə malik olan torpaq bir bitgi üçün yüksək, başqası üçün aşağı qiymətləndirilə bilər.

Beləliklə, məhsulun indikatoru və keyfiyyət göstəricisi kimi torpağın morfogenetik xüsusiyyətlərinin qiymətini azaltmadan qeyd etmək lazımdır ki, bu rolu həddən artıq qaldırmaq da olmaz.

Bonitirovka üçün kriteriya kimi torpaq xüsusiyyətlərinin ədədi göstəricilərinin istifadəsi zamanı belə istifadənin imkanlarının məhdudluğu ilə də hesablaşmaq lazımdır. Torpağın elə xüsusiyyətlərini tapmaq mümkündür ki, onların ədədi qiymətləri müəyyən məhdudiyyətlərdə (eyni tip və ya növ, eyni zonada eyni tip və ya növ və s.) məhsuldarlıqla əlaqəlidir.

Torpağın bonitirovkası zamanı məhsuldarlığın çöl şəraitində, konkret torpaqda, müəyyən qaydaları nəzərə almaqla birbaşa uçotu zəruridir. Bu qaydalar ondan ibarətdir ki, müəyyən məhsuldarlıq faktorunun öyrənilməsinin müxtəlif variantları, bütün başqa şərtlərin hökmən bərabərliyi şəraitində bir-biri ilə müqayisəyə qoyula bilər. Həm də təcrübə müəyyən miqdarda təkrarlanmalıdır.

Beləliklə, torpağın bonitetinin təyini üzrə işlər aşağıdakı mərhələlərdən ibarətdir:

1. Torpaqların əsas diaqnostik əlamətlərin riyazi məlumatları ilə sistematik siyahısının tərtibi.

2. Kənd təsərrüfatı bitgilərinin məhsuldarlığı, yem və meşə ərazilərinin məhsulu ilə korrelyasiya olunan diaqnostik əlamətlərin seçilməsi.

3. mərkəzi statistika idarəsinin və qabaqcıl təsərrüfatların məlumatları əsasında texniki bitgilərin (pambıq, şəkər çuğunduru, tütün, çay və s.) meyvələrin (alma, armud və s.), üzümün məhsuldarlığı, yem və meşə ərazilərinin məhsulu üzrə məlumatların yığılması.

4. BKP nəzərə alınmaqla torpağın xüsusiyyətləri ilə əsas bitgilərin məhsuldarlığı arasında korrelyasiya asılılığının müəyyən edilməsi.

5. Qiymətləndirmə şkalalarının müqayisəsi (suvarılan, qismən suvarılan və dəmyə torpaqlarının, yem və meşə ərazilərinin).

6. Məhsuldarlığa mənfi və müsbət təsir edən xüsusiyyətlər hesabına torpağın qiymətinin azaldılması və artırılması.

7. Bütün respublika üzrə təsərrüfatların ərazilərinə torpaqların qiymətləndirilmə şkalasının qoyulması.

Mövcud bonitet şkalasının tərtibində torpaqların bir-biri ilə müqayisəsi dayanıqlı əlamətlər üzrə (humus, ümumi azot, fosfor, udulmuş əsaslar(100 qr torpaqda mq ekv.)) 0-100 sm (bir illik bitgilər) və 0-200 sm (çox illik bitgilər) dərinlikdə A və B layları üzrə aparılır. Bu məlumatlar bonitet balını, torpağın xüsusiyyətləri üzrə BKP- ni nəzərə almaqla xarakterizə edir.

Seçilmiş kriteriyaların (humus, azot, fosfor, udulmuş əsasların cəmi, iqlim və s.) etibarlılığı riyazi statistikanın köməyi ilə müəyyən edilmişdir.

Respublikanın ayrı- ayrı bitgi torpaqlarında hesablama nəticəsində orta hesabi xəta (m), dəqiqlik göstəricisi (p) və etibarlılıq səviyyəsi (t) aydınlaşdırılmışdır.

Alınmış məlumatlar göstərir ki, onlar kənd təsərrüfatı bitgilərinin torpaq bonitetinin kriteriyası üçün tam etibarlıdır.

4.4. Torpağın məhsuldarlığının müəyyən edilməsi.

Torpağın məhsuldarlığının müəyyən edilməsi üçün torpağın tipləri üzrə arayış məlumatları və iqtisadi qiymətləndirmənin bal qiymətləri istifadə edilir:

Birinci massiv quruluşu cədv.4.1.-də göstərilmişdir. İqtisadi qiymətləndirmənin bal qiymətləri üzrə arayış massivinin quruluşu isə cədv.4.2.-də göstərilir və hər bir iqtisadi qiymətləndirmə rayonu üzrə tərtib edilir:

Cədvəl 4.1.

Torpaq tipləri üzrə arayış məlumatları.

Sıra №	Torpağın tipi	Torpağın kodu	Bonitet balı
1.	Açıq çəmən boz.	306	71
2.	Boz qərvəyi.	304	64
3.	Boz çəmən.	305	86
4.	Açıq boz qəhvəyi.	302	78

Cədvəl 4.2.

İqtisadi qiymətləndirmənin bal qiymətləri.

Sıra №	Bitkinin adı	Bitkinin kodu	Bir balın qiyməti s/ha
1.	Taxıl.	Ta	0,26

2.	Tərəvəz.	Tə	1,88
3.	Silos.	Si	1,06
4.	Kökümeyvəli.	K	1,21
5.	Birillik ot.	B	0,09
6.	Meyvə.	M	0,95

Məsələnin həlli torpaq nümunəsinin tipinin müəyyən edilməsi ilə başlayır. Bu, torpağın xüsusiyyətləri və morfoloji əlamətləri əsasında həyata keçirilir. Bundan sonra “Torpaqların tipləri üzrə arayış məlumatları” massivindən onun bonitet balı götürülür. Daha sonra isə iqtisadi qiymətləndirmənin bal qiymətləri üzrə arayış məlumatları massivindən müxtəlif bitki növləri üzrə bir balın qiyməti (yəni məhsuldarlığı) götürülərək bonitet balına vurulur.

Torpağın məhsuldarlığını ekspert sistemlə müəyyən etmək üçün isə bilik bazasına müvafiq məlumatları daxil etmək lazımdır. Belə məlumatlara birinci növbədə konkret torpağın xüsusiyyətlərini və morfoloji əlamətlərini ədədlərlə ifadə edən kütləvi məlumatlar aiddir. Torpaq tədqiqatı materiallarında buraya aşağıdakı elementlər aid edilir: Humus, azot, kalium, udulmuş əsasların miqdarı və s. Hər bir torpaq növü üzrə müəyyən miqdarda torpaq nümunəsi üçün belə göstəricilər və müxtəlif bitki növləri üzrə məhsuldarlıq çöl tədqiqatları və ya fermerlərin məlumatlarına əsasən müəyyən edilir.

Boz qəhvəyi, açıq boz qəhvəyi və açıq çəmən boz torpaqlar üçün belə məlumatların qiymətləri, hər torpaq növü üzrə uyğun olaraq 11, 23 və 11 nümunə olmaqla, torpağın A və B qatları üzrə götürülür. Bu qiymətlər cədv.4.3, cədv.4.5 və cədv.4.7-də, onların məhsuldarlıq göstəriciləri isə cədv.4.4, cədv.4.6 və cədv.4.8-də verilmişdir.

Öyrənmə çoxluğukimiistifadə edilənbuməlumatlarekspertsistemdə giriş məlumatı kimiistifadə edilir. Ekspertsistemin öyrədilməsinəticəsində torpaqlarınıtiplərivə onlarınməhsuldarlıqqöstəricilərininekspertsistemlə müəyyənəndilməsi üçünqaydaformalaşdırılır. Bununlaekspertsisteminformalaşdırılması prosesibəşə çatır.

Cədvəl 4.3.

Boz qəhvəyi torpaqlar üzrə öyrənmə çoxluğunun morfoloji göstəriciləri

Humus		Azot		U d u l m u s ə s a s l a r.							
				Cəmi		Ca		Mg		Na	
A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
2.10	2.05	0.13	0.16	36.24	29.36	29.8	22.09	5.44	6.37	1	0.9
1.51	0.98	0.09	0.07	31.6	28	22.5	20	8	7	1.1	1
2.21	1.89	0.20	0.18	26.8	26.15	24.2	21.28	1.7	3.87	0.9	1
2.63	1.98	0.16	0.11	21.13	17.4	13.03	11.58	6.5	4.12	1.6	1.7
3.80	1.82	0.21	0.12	33.75	19.4	20	11.58	12.25	6.62	1.5	1.2
2.96	1.87	0.17	0.12	30.8	31.5	22.5	25.5	7.5	5	0.8	1
2.74	1.70	0.16	0.16	25.75	27.58	18.63	19.53	6.12	7.25	1	0.8
2.61	1.54	0.15	0.09	17.83	16.2	15.3	11.08	1.63	4.12	0.9	1
2.94	1.66	0.09	0.11	31.53	30.99	25.15	25.71	5.38	3.88	1	1.4
3.13	2.59	0.18	0.15	23.76	22.5	16.13	16.95	6.63	4.75	1	0.8
2.85	0.83	0.08	0.06	19.18	19	13.63	12.25	4.75	5.75	0.8	1

Cədvəl 4.4.

Boz qəhvəyi torpaqlar üzrə öyrənmə obyektlərinin
məhsuldarlıq göstəriciləri

M ə h s u l d a r l ı q (s / h)						Kəsim nöm- rəsi.
Taxıl	Tərəvəz	Silos	Meyvə	Kökü meyvəli	Bir illik ot	
16.56	120.26	67.76	77.36	5.68	60.1	625
17.71	121.41	68.91	78.51	6.83	61.25	1
18.84	122.54	70.04	79.64	6.56	62.45	622
15.95	119.65	67.15	76.75	5.07	59.49	272
13.96	115.56	65.16	73.65	3.08	53.64	281
15.97	119.67	67.17	76.77	5.09	60.96	1109
16.65	120.35	67.85	77.45	5.77	60.19	1120
15.85	119.55	67.05	76.65	4.97	59.39	1920
16.79	120.49	67.99	77.59	5.91	60.33	1969
18.95	122.65	70.15	79.75	8.07	62.49	289
17.32	121.02	68.52	78.12	6.12	60.86	380

Cədvəl 4.5.

		Açıq boz qəhvəyi torpaqlar üzrə öyrənmə çoxluğunun									
				morfoloji göstəriciləri							
Humus		Azot				U d u l m u s ə s a s l a r.					
				Cəmi		Ca		Mg		Na	
A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1.45	1.25	0.09	0.09	19.43	23.45	14.15	12.58	4.38	9.87	0.9	1
2.16	1.71	0.10	0.09	19.43	23.45	14.15	12.58	4.38	9.87	0.9	1
1.99	1.18	0.17	0.10	17.4	16.9	11.03	8.03	4.87	7.37	1.5	1.5
1.76	1.65	0.11	0.09	30.57	24.68	17.95	16.13	11.62	7.75	1	0.8
1.76	1.04	0.11	0.08	30.18	22.85	18.5	11.63	10.38	10.12	1.3	1.1
2.18	1.25	0.12	0.08	22.38	17.5	12.7	8.53	8.38	7.87	1.3	1.1
1.79	1.45	0.13	0.08	19.39	15.62	16.73	13.11	1.36	1.51	1.3	1
2.40	2.15	0.16	0.16	19.84	20.19	17.2	17.2	2.04	2.49	0.6	0.5
1.86	1.08	0.11	0.08	24.36	20.21	22.43	15.31	1.13	4.1	0.8	0.8
2.02	1.89	0.97	0.77	22.61	21.59	15.31	16.52	7.2	4.57	0.1	0.5
1.70	1.54	0.10	0.09	23.55	25.45	13.98	17.85	8.37	6.5	1.2	1.1
1.50	1.09	0.11	0.07	19.28	22.11	14.4	15.59	3.38	5.12	1.5	1.4
2.05	1.56	0.18	0.14	22.05	21.15	16.2	16.14	4.25	3.31	1.6	1.7
1.47	0.65	0.1	0.05	19.46	18	13.03	7.3	5.13	9.3	1.3	1.4
1.47	0.92	0.09	0.06	29.1	30.25	18.58	17.5	9.62	11.75	0.9	1
2.34	1.21	0.13	0.08	24.65	32.13	16	18.58	7.75	12.75	0.9	0.8
1.65	1.36	0.10	0.09	22.2	23.9	15.9	17.7	5.5	5	0.8	1.2
1.36	1.10	0.09	0.07	20.08	18.68	14.93	14.45	4.25	3.63	0.9	0.6
1.79	1.09	0.10	0.07	21.05	16.83	16.63	8	3.12	7.63	1.3	1.2
2.47	2.20	0.15	0.13	10.5	13.4	6.8	8.3	3	4.5	0.7	0.6
1.37	1.03	0.09	0.07	20.35	16.71	16.4	11.58	3.25	4.13	0.7	1
2.24	1.36	0.14	0.09	18.98	16.68	14.13	12.25	4.25	3.63	0.6	0.8

Cədvəl 4.6.

Açıq boz qəhvəyi torpaqlar üzrə öyrənmə obyektlərinin məhsuldarlıq göstəriciləri.

M ə h s u l d a r l ı q (s / h)						Kəsim nöm- rəsi.
Taxıl	Tərəvəz	Silos	Meyvə	Kökü meyvəli	Bir illik ot	
20.28	145.64	82.65	94.4	7.05	74.25	60
23.54	149.9	85.91	97.66	10.31	77.51	601
22.96	149.32	85.33	97.08	9.73	76.93	322
18.56	144.92	80.93	92.68	5.33	72.53	271
19.55	145.91	81.92	93.67	6.32	73.52	174
24.76	151.12	87.13	98.88	11.53	78.73	184
17.78	144.14	80.15	91.9	4.55	71.75	1823
19.54	145.9	81.91	93.66	6.31	73.51	1899
20.55	146.91	82.92	94.67	7.32	74.52	1905
21.73	148.09	84.1	95.85	8.5	75.7	1894
18.65	145.01	81.02	92.77	5.42	72.62	1100
19.65	146.01	82.02	93.77	6.42	73.62	1831
22.51	148.87	84.88	96.63	9.28	76.48	1828
18.95	145.31	81.32	93.07	5.72	72.92	247
19.95	146.31	82.32	94.07	6.72	73.92	347
18.52	144.88	80.89	92.64	5.29	72.49	323
21.12	147.48	83.49	95.24	7.89	75.09	269
17.64	144.56	80.01	91.76	4.41	71.61	398
16.56	142.92	78.93	90.68	3.33	70.53	333
21.89	148.25	84.26	96.01	8.66	75.86	394
17.98	144.34	80.35	92.1	4.75	71.95	272
21.57	147.93	83.94	95.69	8.34	75.54	314

Cədvəl 4.7.

Açıq çəmən boz tipli torpaqlar üzrə öyrənmə çoxluğunun morfoloji göstəriciləri.

Humus		Azot		U d u l m u s ə s s a s l a r.						
				Cəmi		Ca		Mg		Na
A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A
2.15	1.62	0.10	0.07	17.69	16.85	12.68	12.48	3.81	3.37	1.2
1.79	1.29	0.13	0.11	17.5	16.62	10.7	10.08	4.5	4.34	2.3
1.61	1.24	0.10	0.08	27.1	22.5	12.5	12	13.5	9.5	1.1
1.32	0.56	0.09	0.04	14.6	12.1	7.25	4.75	6.25	6.25	1.1
1.60	1.38	0.10	0.08	15.58	15.06	9.06	9.32	4.52	3.74	2
1.87	0.99	0.11	0.07	17.28	14.5	10.13	6.55	6.25	7.25	0.9
1.37	1.22	0.09	0.07	16.88	14.15	7.4	6.15	7.88	6.5	1.6
2.22	1.33	0.19	0.16	19.4	20.25	14	13.2	4.5	6.25	0.9
2.21	2.46	0.19	0.09	20.23	22.73	12.2	11.2	6.83	9.03	1.2
2.26	2.07	0.14	0.07	22.5	21.85	15.5	16.25	5.5	4.5	1.5
2.39	2.50	0.15	0.13	23.55	20.65	10.5	9.05	11.25	10	1.8

Cədvəl 4.8.

Açıq çəmən boz tipli torpaqlar üzrə öyrənmə
çoxluğunun məhsuldarlıq göstəriciləri.

M ə h s u l d a r l ı q (s / h)						Kəsim nöm- rəsi.
Taxıl	Tərəvəz	Silos	Meyvə	Kökü meyvəli	Bir illik ot	
18.46	133.5	75.29	85.95	6.4	67.4	1584
19.67	134.71	76.5	87.16	7.61	68.61	1798
22.13	137.17	78.96	89.62	10.07	71.07	1016
17.78	132.82	74.61	85.27	5.72	66.72	945
17.34	132.38	74.17	84.83	5.28	66.28	1807
18.43	133.47	75.26	85.92	6.37	67.37	148
20.58	135.62	77.41	88.07	8.52	69.52	133
18.51	133.55	75.34	85.98	6.45	67.45	940
15.74	130.78	72.57	83.23	3.68	64.68	947
18.65	133.69	75.48	86.14	6.59	67.59	933
16.76	131.8	73.59	84.25	4.7	65.7	977

Gədvəl 4.9.

Yeni torpaqların morfoloji göstəriciləri.

Humus		Azot		U d u l m u s ə s a s l a r .								Kəsim nömrəsi
				Cəmi		Ca		Mg		Na		
A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
3,23	2,96	0,19	0,14	24,3	24,4	21,6	20,9	2,04	2,34	0,6	1,2	649
2,64	2,05	0,19	0,14	45,9	27,5	35,9	23,3	9	3,16	1	1,1	634
2,99	2,16	0,19	0,14	19,7	13,1	16,5	11,5	2,12	0,88	1,1	0,7	623
3	1,87	0,21	0,12	34,4	16	20	11,6	12,3	6,62	2,1	1,8	281
2,63	1,98	0,16	0,12	21,1	17,4	13	11,6	6,5	4,12	1,6	1,7	272
1,78	1,82	0,13	0,12	21,7	20,6	20,1	17,8	0,43	2	1,1	0,8	618
1,37	1,21	0,09	0,08	24,3	33,2	20,6	25,4	2,5	6,75	1,2	1	158
1,93	1,35	0,15	0,12	21,4	21,5	11,6	13,6	7,66	6	2,1	1,9	560
1,65	0,66	0,11	0,06	20,1	23,8	12,5	14,2	6,62	8,25	1	1,3	164
1,1	0,98	0,08	0,06	18,9	23,8	12,5	14,2	5,25	8,25	1,2	1,3	195
2,19	1,26	0,13	0,08	22,5	11,7	16,4	6,95	4,75	3,63	1,3	1,1	201
0,75	0,6	0,06	0,05	13,9	22,4	9,08	14,2	3,37	6,38	1,4	1,8	323
1,2	1,08	0,08	0,06	18,4	18	13,2	13,9	4,25	3,25	0,9	0,8	272
1,72	1,08	0,1	0,07	15,1	18,5	7,85	11,1	6,13	6,25	1,1	1,2	255
1,98	0,76	0,07	0,05	19,3	20,7	10,9	13,7	7,5	6,25	0,9	0,7	213
1,08	0,75	0,07	0,05	17,4	30,6	9,58	19,5	7	10,1	0,8	0,9	234
1,64	1,89	0,14	0,12	20,6	22	12,3	15	7,58	6,06	0,8	0,9	562
1,81	1,58	0,15	0,11	15,2	15	10,6	10,5	3,97	3,85	0,7	0,7	605
1,74	1,74	0,15	0,08	21,9	20,6	17,8	16,7	3,68	3,5	0,4	0,4	606
1,99	1,35	0,08	0,07	21,6	21,2	14,4	13,7	5,88	6,06	1,3	1,5	458
2,37	1,1	0,09	0,07	21,5	23,9	10,8	12,2	9,5	10,6	1,2	1,1	187
1,47	0,7	0,09	0,05	18,2	16,7	9,7	8,68	7,5	7,12	1	0,9	206
1,68	1,76	0,1	0,1	15,9	17,1	9,83	10,3	5	5,5	1,1	1,3	542

Yuxarıda göstərilən öyrənmə çoxluğu əsasında formalaşdırılmış qaydadan istifadə etməklə cəđ.4.9-da göstərilmiş yeni torpaq nümunələrinin tipinin müəyyən edilməsi nəticələri cəđ.410-də verilmişdir. Müxtəlif məhsul növləri üzrə ekspert system tərəfindən müəyyən edilmiş məhsuldarlıq göstəriciləri isə cəđ.4.11 və cəđ.4.12-də verilmişdir.

Kəsim nömrəsi	Torpağın tipi.
649	Boz qəhvəyi.
634	Boz qəhvəyi.
623	Boz qəhvəyi.
281	Boz qəhvəyi.
272	Boz qəhvəyi.
618	Boz qəhvəyi.
158	Boz qəhvəyi.
560	Açıq boz qəhvəyi.
164	Açıq boz qəhvəyi.
195	Açıq boz qəhvəyi.
201	Açıq boz qəhvəyi.
323	Açıq çəmən boz.
272	Açıq boz qəhvəyi.
255	Açıq çəmən boz.
213	Açıq boz qəhvəyi.
234	Açıq boz qəhvəyi.
562	Açıq boz qəhvəyi.
605	Açıq boz qəhvəyi.
606	Açıq boz qəhvəyi.
458	Açıq boz qəhvəyi.

187	Açıq boz qəhvəyi.
206	Açıq boz qəhvəyi.
542	Açıq çəmən boz.

Cədvəl 4.11.

Torpaqların məhsuldarlıq göstəriciləri
(s/h)

Sıra nömrəsi	Torpağın tipi.	Taxıl	Tərəvəz	Silos	Meyvə	Kökü meyvəli	Brillik ot
1	Boz qəhvəyi.	16.7773	120.286	67.9773	77.4764	5.74091	60.1045
2	Açıq boz qəhvəyi.	20.2522	146.593	82.6222	94.3722	7.02217	74.2222
3	Açıq çəmən boz.	18.55	133.59	75.38	86.0382	6.49	67.49

Cədvəl 4.12.

Torpaqların məhsuldarlıq intervalları.

Torpağın tipi.	Taxıl		Tərəvəz		Silos		Meyvə		Kökü meyvəli		Birillik ot	
Boz qəhvəyi.	14.1	19.5	117	124	65.3	70.7	74.3	80.7	3.33	8.15	55.6	64.6
Açıq boz qəhvəyi.	16.2	24.3	143	151	78.5	86.7	90.3	98.5	2.94	11.1	70.1	78.3
Açıq çəmən boz.	15.2	21.9	130	137	72	78.8	82.7	89.4	3.11	9.87	64.1	70.9

Nəticə.

Aparılan tədqiqatlar göstərir ki, torpaqların məhsuldarlığının müəyyən edilməsi olduqca mürəkkəb məsələ olub, onlarla parametrlərdən asılıdır. Onların əksəriyyəti

obyektiv parametrlər olub, fermerlərin fəaliyyətindən asılı olmayaraq nəticəyə təsir edir. Buna görə də onların təsirini nəzərə almadan fermer təsərrüfatlarının fəaliyyətinin optimal qurulması mümkün deyil. Ekspert sistemlərdən istifadə etməklə obyektiv parametrlərin nəticəyə təsirinin öyrənilməsi onları tənzimləmə prosesində nəzərə almağa imkan verir. Bundan əlavə, onlar, bu sahədə mövcud metodikaya nisbətən obyektivliyi artırır, torpağın dinamik qiymətləndirilməsini və çevikliyi təmin edir.

Tədqiqatın nəticəsi göstərir ki:

1. Torpaqların məhsuldarlığı morfoloji göstəricilərlə sıx əlaqəlidir və ayrı-ayrı təsərrüfatlar üzrə onların müəyyən edilməsi vacibdir.
2. Ekspert sistemlərin tətbiq edilməsi üçün morfoloji və iqtisadi göstəricilərdən ibarət olan bilik bazası yaradılmalıdır.
3. Hazırlanmış proqramlar torpaqların məhsuldarlığının müəyyən edilməsizamanı kifayət qədər etibarlı nəticələr əldə etməyə imkan verir.

Ə d ə b i y y a t

1. 1М. Рот. «Интеллектуальный автомат: компьютер в качестве эксперта». М., Энергоиздат, 1991.

2. 2«Информатика». Под ред. Н.В.Макаровой. Москва, «Финансы и статистика», 2001. 758 с.
3. Л. А. Заде Размытые множества и их применение в распознавании образов и кластер-анализе. В кн. Классификация и кластер. Под ред. Дж. Вэн Райзин. М. Мир, 1980.
4. Мазуров Вл.Д. «Математические методы распознавания образов», УрГУ, Свердловск, 1982.
5. Горелик А.Л., Скрипкин В.А. «Методы распознавания», М., Высшая школа, 1984.
6. Аскеров Г.А. «Разработка алгоритмов классификации на основе теории распознавания образов и их использование при создании систем автоматизации проектирования в машиностроении». Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Свердловск, 1984.
7. Салаев М.Э. Диагностика и классификация почв Азербайджана. Баку, «Элм», 1991, 240 с.
8. Azərbaycanın şimal-şərqi əkinçilik zonası torpaqlarının bonitirovkası və iqtisadi qiymətləndirilməsinə dair metodiki tövsiyyə. Bakı, «Şuşa» nəşriyyatı, 2000, 60 s.
9. Г.Ш.Мамедов. «Агроекологические особенности и бонитировка почв Азербайджана». Баку, Елм, 1990.
10. А.Д.Эйюбов, Х.Ш.Рагимов, Н.А.Улханов «Агроклиматические ресурсы возделывания винограда в Азербайджане». Баку, «Елм», 1991.
11. Джулиус Ф., Т.Гонсалес, Рафаэль К. «Принципы распознавания боразов». Пер. с английского. М., «Мир», 1978.

12.Ф. А. Мкртчян. «Оптимальное различение сигналов и проблемы мониторинга». М. «Наука», 1982.

13.Колен Дж. «Экспертные системы - средство повышения производительности труда». М., 1995.

14.С.Чуков, Потехин А. «О перспективных направлениях экспертных систем». М., 1993.

Клуни Дж. «Математическое моделирование в функционировании экспертных систем». М., 1993.