

Tibbi Ekspert Sistemləri: İmkanları, Tətbiq İstiqamətləri, Azərbaycanada Mövcud Vəziyyət

Məsumə Məmmədova, Zərifə Cəbraylova
AMEA İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, Bakı, Azərbaycan
depart15@iit.ab.az

Xülasə — Məqalədə süni intellektin istiqaməti kimi tibbi ekspert sistemlərin (ES) yaranma tarixi haqqında məlumat verilir, çətin formalizə olunan tibbi məsələlərin həllində ekspert biliklərinə istinad etməklə qərarların qəbuluna dəstək olan sistemlərin yaradılmasının aktuallığı əsaslandırılır, tibbi ES-in tətbiq istiqamətləri göstərilir. Müasir tibbi ES və Azərbaycanda işlənmiş tibbi ES haqqında məlumat verilir. Respublikamızda ES-in yaradılması üçün bilik mühəndisliyinin inkişafına və bilik mühəndislərinin hazırlanmasına diqqətin ayrılması, yaradılmış sistemlərin istismarı istiqamətində fəallığın artırılması təklif olunur.

Açar sözlər— tibbi ekspert sistemlər, bilik mühəndisliyi, diaqnostik ekspert sistemlər, monitoring sistemləri.

I. GİRİŞ

Biliklərin çox böyük sürətlə artması, son onilliklər ərzində diaqnostik metodların təkmilləşdirilməsi və müasir tibbdə daha dar ixtisaslaşmaya doğru meyillərin müşahidə olunması məlumat bolluğu şəraitində adekvat qərarların qəbulunu çətinləşdirir. Bu səbəbdən tibbin müxtəlif sahələrində qəbul olunan tibbi qərarların adekvatlığını təmin etmək və effektivliyini artırmaq üçün müasir riyazi metodların və süni intellekt texnologiyalarının, innovativ yanaşmaların tətbiqinin zəruriliyi günbəgün aktuallaşır. Sözügedən vasitələrdən yararlanmaqla yaradılmış intellektual ekspert sistemlərin tibbdə tətbiqi daha səmərəli nəticələr əldə etməyə imkan verir. Bu sistemlərin əsas üstünlüyü ondan ibarətdir ki, onlar ekspertlərin, yəni peşakar mütəxəssis-həkimlərin bilik və təcrübəsini özündə ehtiva etməklə müəyyən xəstəliklərin diaqnostikasına və müalicəsinə dair qərarların qəbul edilməsində həkimlərə kömək göstərirlər, dəstək olurlar [1, 2].

Tibbin ifrat böyük həcmdə verilənlərin hasil olunduğu bir sahə olduğunu, son tədqiqatlara əsasən isə yer üzündə toplanılan və saxlanılan verilənlərin 30%-nin tibbi verilənlər olduğunu [3] və 2020-ci ilə qədər tibbi verilənlərin 25000 petabayt olacağını [4] nəzərə alsaq, informasiya seli içində həkimlər üçün qərar qəbul etmək prosesinin nə dərəcədə çətinləşdiyini təsəvvür etmək olar. Cunki əvvəllər informasiya mənbəyi az idisə, indi onların sayı olduqca çoxalıb. İndi tibbdə 100 min müalicə metodu var, xəstə haqqında daxil olan informasiya əsasında bir müalicə metodu seçilir. Əvvəllərdə laboratoriyalarda tədqiqatların sayı ildə 0,5 milyon olurdusa və hər 4–5 ildən bir 2 dəfə artırdısa, hazırda bu say həndəsi silsilə üzrə artır [5].

İnformasiya bolluğunun tibbdə yaratdığı problemlərdən biri tibbi səhvlərlə bağlıdır. [6]-da qeyd edilir ki, ümumdaxili məhsulun 15–18%-nin səhiyyəyə xərcləndiyi ABŞ-da hər il

həkimlərin səhvi üzündən 100 min nəfərə qədər adam ölür (müqayisə üçün deyək ki, bu hər gün bir aviolaynerin partlaması deməkdir). Almaniyada həkim səhvindən ölənlərin sayı 30–60 min arasında dəyişir (başqa sözlə, təsəvvür edin ki, hər il Almaniyada bir balaca şəhər batır). Lakin həkim səhvləri heç də qəsdən törədilmir və ya həkimlərin məsuliyyətsizliyindən, qeyri-peşəkarcılığından irəli gəlir. Həkim səhvlərinin əsas hissəsi dərman preparatlarının düzgün təyin olunmaması ilə bağlıdır. Boston klinikasının məlumatına görə, bu gün dünyada 10 mindən çox xəstəlik və xəstəlik sindromu var, 4 mindən çox dərman preparatı var ki, bunlardan da 2 mininin arasında qarşılıqlı əlaqə var və bu da onların birgə istifadəsi imkanını məhdudlaşdırır, 300 müxtəlif radioloji prosedur və 1100 laborator analiz mövcuddur [7].

Ona görə də informasiya axınında “batan” həkim minlərlə məlumat icarəsindən onun bir qismini seçməklə xəstə barədə təxmini qərar qəbul edir, informasiyanın qalan hissəsi isə diqqətdən kənar qalmış olur, çünki təbii olaraq, insan yaddaşının eyni zamanda 7-dən artıq göstəricisini yadda saxlayıb mühakimə yürütməsi mümkün deyil [8].

Tibbi sferada həll edilən məsələlərin xarakterindən asılı olaraq tibbi informasiya-axtarış sistemləri, proqnoz, informasiya-müşahidə, idarəetmə, diaqnostik, monitoring ES və s. işlənmiş və müasir tibbi bu sistemlərsiz təsəvvür etmək mümkün deyil. Bu sistemlərin hər birinin öz təyinatı, müvafiq strukturu, təşkilat və fəaliyyət prinsipləri, nəzəri, alqoritmik və instrumental bazası mövcuddur. Bu gün tibb sahəsində olan diaqnostika və müalicə, monitoring məsələlərinin həllinə yönəlmiş, bu məsələlərin uğurlu həllini təmin edən ekspert sistemləri xüsusi qeyd etmək lazımdır.

Məqalədə tibbi ES-in yaradılmasının tarixi, aktuallığı, müasir tibbi ES və Azərbaycanda tibbi ES-in yaradılması sahəsində vəziyyət təhlil edilmə, təkliflər verilmişdir.

II. EKSPERT SİSTEMLƏRİN MEYDANA GƏLMƏSİ

“Ekspert sistem” termini 1977-ci ildə E.Feyqenbaum tərəfindən daxil edilmişdir. Onun mahiyyəti: “Süni intellekt sahəsində olan prinsip və vasitələrin ekspert biliklərinin tələb olunduğu çətin formalizə olunan praktiki məsələlərin həllinə cəlb edilməsi deməkdir” [9]. Başqa sözlə desək, ES aşağıdakı xüsusiyyətlərə malik olan və buna görə də formalizə oluna bilməyən məsələlərin həlli üçün tətbiq edilir:

- məsələlər ədədi formada ifadə oluna bilmirlər;
- giriş verilənləri və predmet sahəsi haqqında biliklər çoxmənali, qeyri-dəqiq, ziddiyyətli olur;

- məsələnin məqsədi dəqiq müəyyənləşdirilmiş məqsəd funksiyası ilə göstərilə bilər;

- məsələnin dəqiq birmənalı alqoritmik həlli olur.

İlk ES olan *Dendral* 1960-cı illərin sonunda Stenford Universitetində E.Feyqenbaumun rəhbərliyi ilə işlənmişdi [10]. Bu sistem molekulun kimyəvi əlaqələrinin spektroqrafik verilənləri əsasında onun orqanik quruluşunu təyin edirdi. ES-in bilik bazasını yaradan ekspert-kimyəçilərin evristik biliklərinə istinad etməklə milyon mümkün haldan düzgün qərarı bir neçə cəhdə tapmaq mümkün oldu. *Dendral* sisteminin əsasını təşkil edən prinsip və ideyalar o dərəcədə effektiv oldu ki, bu gün də dünyanın kimyəvi və farmakologiya laboratoriyalarında onlardan istifadə olunur. Bu sistemin reallaşmasının ideya və prinsipləri hazırda süni intellektin əsas istiqamətlərindən biri olan obrazların tanınmasının baza prinsiplərini təşkil edir.

Mycin ES 1970-ci illərin ortasında Stenford Universitetində işlənmişdir, ilk dəfə olaraq natamam informasiya əsasında qərar qəbulu problemi həll olunmuşdur [11]. Bu sistemdə meningit və qanın bakterial infeksiyası xəstəliklərinin diaqnostikası və müalicəsi üçün tibbi ekspertlərin biliyi istifadə olunmuşdur. Bu sistemin mühakimələri, daha doğrusu, biliklər bazasının qaydaları predmet sahəsinin spesifikliyini əks etdirən məntiqi prinsiplərə əsaslanırdı. *Mycin* ES-in işlənilmə metodikası bu gün də yaradılan bir çox ES-in baza prinsiplərini təşkil edir.

Dendral və *Mycin* sistemlərinin uğurlu nəticələri müxtəlif sferalarda ekspert biliklərinə istinad edən çətin formalizə olunan məsələlərin süni intellekt prinsip və vasitələri ilə həllinə təkan verdi və bununla da diaqnostika, identifikasiya, idarəetmə, proqnoz, planlaşdırma, monitorinq, layihələndirmə və s. məsələlərin həllinə yönəlmiş ES-in işlənilməsi dövrü başladı. Ümumi halda hər hansı sahədə ES-in yaradılması kriteriyaları aşağıdakılarla təyin edilir:

1. Verilənlər və biliklər etibarlıdır və zamandan asılı olaraq dəyişmir;
2. Mümkün qərarlar fəzası sonludur və o qədər də geniş deyil;
3. Məsələnin həlli prosesində formal mühakimələrdən istifadə olunur;
4. Məsələnin həlli üçün öz biliklərini formalaşdıran və bu bilikləri təsvir edən metoda uyğun izah edəcək heç olmazsa bir ekspert olmalıdır.

ES-in qurulması texnologiyası bilik mühəndisliyi (*ing. Knowledge Engineering*) adlanır. Bu prosesi təşkil edən mütəxəssislər *bilik mühəndisləri* adlanırlar. Bilik mühəndisi predmet sahəsi haqqında faktiki biliklərə yiyələnir, ekspertlərdən məsələnin həlli üçün lazım olan proseduru, strategiyayı, empirik qaydaları əldə edir və əldə etdiyi bilik əsasında ES yaradırlar.

Bilik mühəndisliyinin istiqamətlərindən biri biliyin alınmasıdır və buraya: avtomatlaşdırılmış metodlar (Data Mining və İnternet şəbəkənin axtarış sistemləri (Google, Yahoo, Yandex, Rambler)); tekstoməntiqi metodlar; kommunikasiya metodları daxildir. Biliyin ekspertlərdən

alınması prosesi psixoloji, linqvistik, qnesoloji aspektlər ilə xarakterizə olunur.

Bilik mühəndisliyinin ən mühüm istiqamətlərindən biri də əldə edilmiş biliklərin formalizasiyası prosesidir, yəni biliyin təsvir modellərinin qurulmasıdır. Bu məqsədlə produksion model, semantik şəbəkə modeli, freym modeli, formal məntiq model, relyasiya modeli və s. istifadə olunur.

III. MÜASİR TİBBİ ES VƏ ONLARIN TƏTBİQİ İSTİQAMƏTLƏRİ

Bu gün tibbi ES çox böyük uğurla tətbiq olunurlar. Hazırda dünyada tibbin müxtəlif sahələrinə aid minlərlə ES mövcuddur [20, 21]. Lakin bu sistemlərin əldə edilməsi çox baha başa gəlir. Aşağıda geniş tətbiq olunan bir sıra ES haqqında qısa məlumat verilir:

➤ **WebMD Symptom Checker** sistemi. Allergiya, artrit, xərcəng, soyuqdəymə, qrip, öskürək, depressiya, diabet, göz xəstəlikləri, ürək xəstəlikləri, dəri problemləri, yuxu pozğunluğu ilə əlaqədar problemləri olanlar xəstəliklə bağlı simptomlarını sistemə daxil etməklə ətraflı məlumat ala bilirlər. Bu sistem hətta mürciət edənlərin həkimlərinə təqdim etmək üçün hesabat da çap etməyə imkan verir (məsləhət, diaqnoz, müalicə təklif etməklə) [22].

➤ **DXPlain** sistemi kliniki qərarları dəstəkləyən intellektual sistem nümunəsidir, diaqnostika prosesinə assistentlik üçün istifadə edilir, simptomları, laborator verilənləri və prosedurları özündə əks etdirən və diaqnoz siyahısı ilə əlaqələndirən bilik bazasına malikdir [23]. Bu proqram məhsulu Massachusetts General Hospitala məxsusdur və bu sistemə əlyətərlik yalnız MGH lisenziyası əsasında həyata keçirilir.

➤ **INTERNIST** daxili xəstəliklərin diaqnostikası üzrə məsləhətçi sistemdir [24]. Bu sistemin modifikasiya olunmuş versiyası INTERNIST-1 adlanır və bu gün geniş tətbiq dairəsinə malikdir [25].

➤ **CASNET** qluakoma xəstəliyinin diaqnostikası və müalicə strategiyasının seçimi üçün nəzərdə tutulmuşdur, Nyu-Cersi ştatının Rutgers Universitetində işlənilib. Biliklərin təsvirinin semantik modelinə əsaslanır [21].

➤ **MYCIN** – qanın infeksiyon xəstəliklərinin diaqnostikası və müalicəsi üçün istifadə olunur və o, MYCIN-in inkişaf etdirilmiş versiyası kimi nəzərdə tutulub [21].

➤ **Germwatcher** ES infeksiyon xəstəliklərlə qospitalizasiya olunmuş pasiyentlərdə infeksiyanın aşkarlanması, izlənməsi və tədqiq olunması üçün nəzərdə tutulmuşdur və San-Luizdə Vaşinqton Universitetində 1993-cü ildə hazırlanmışdır [26].

➤ **PEIRS** kimyəvi patologiyalarla bağlı hesabatları interpretasiya etməyə və kommentari verməyə imkan verir [27].

➤ **HELP** – süni intellekt texnologiyasına əsaslanan tam qospital informasiya sistemidir, o təkə xəstəxana informasiya sisteminin standart funksiyalarını deyil, həm də qərarların qəbulunu dəstəkləyən funksiyaları da dəstəkləyir. *AppHelp*

sistemi qarın boşluğundakı kəskin ağrılar zamanı (qeyri-müəyyənlik vəziyyətində) qabaqlayıcı tədbirlər görmək üçün avtomatik mühakimələr təklif edir. Bu sistem 1972-ci ildə Lids Universitetində (Böyük Britaniya) qarın boşluğunda kəskin ağrıların diaqnostikası sistemi kimi işlənmişdir [21].

➤ **PIP** – sistemi Masaçusets Texniki Universitetində işlənmişdir, İngiltərənin Tufts-New Tibb Mərkəzində böyrək çatışmazlıqları ilə bağlı toplanmış və generasiya olunmuş informasiya əsasında yaradılmış proqram məhsuludur [21].

Ümumiyyətlə, bu gün süni intellekt texnologiyası metod və prinsiplərinə əsaslanmaqla yaradılmış tibbi ES və qərarların qəbul olunmasını dəstəkləyən sistemlər kliniki səhiyyənin ən müxtəlif sahələrində istifadə olunurlar. Kliniki səhiyyənin sahələri üzrə yaradılmış ES aşağıdakı məsələlərin həllində tətbiq olunurlar:

• **Həyəcən siqnalları və xatırlatmaların verilməsi.** Bu məqsədlə yaradılmış ES pasiyentlərin real vaxt rejimində çarpayıcı quraşdırılmış monitor vasitəsilə monitorinqini, yəni əməliyyatdan sonra xəstənin halının, vəziyyətinin əsas parametrlərinin izlənməsini həyata keçirir. Monitorlarda yerləşdirilmiş ES pasiyentlərin vəziyyətlərinin dəyişməsinə qiymətləndirir, həmçinin dərmanların qəbul edilməsinin vacibliyini və ya dərmanların qəbul edilməsi qaydalarını yada salır (məsələn, elektron poşt vasitəsilə xatırlatmalar göndərməklə).

• **Diaqnoz qoyulması prosesində kömək.** Belə ES və qərarların qəbul olunmasını dəstəkləyən sistemlər mürəkkəb vəziyyətlərdə və ya diaqnoz qoyan həkimin kifayət qədər təcrübəsi olmadıqda, pasiyent haqqında məlumatları tədqiq edib qərara gəlməkdə ona kömək edir, qərar qəbul etməkdə ona dəstək olurlar.

• **Uyğun vəziyyətlərin (presedentlərin) axtarışı.** Bu axtarış İnternetdə və ya lokal verilənlər bazasında aparıla bilər. Bu cür intellektual sistem (agent) pasiyentin əsas xarakteristikaları haqqında biliyə malik olmaqla onun halına uyğun vəziyyəti seçə bilər.

• **Terapiyaya nəzarət və planlaşdırma.** İntellektual sistem natamamlığa, mövcud müalicə prosesində olan səhvlərə və ya müalicə təyin olunmuş xəstənin spesifik xarakteristikalarının lazımı qədər nəzərə alınmamasına nəzarət edə bilər.

• **Təsvirlərin tanınması və interpretasiyası.** Çoxlu sayda tibbi təsvirlər avtomatik interpretasiyaya yol verirlər: rentgen təsvirlərindən tutmuş tomoqrafik tədqiqatların mürəkkəb təsvirlərinə qədər.

• **Dərman vasitələrinin kliniki-farmakoloji xüsusiyyətlərinin (toksikliyinin) monitorinqi.** Belə sistem əks təsirləri və dərmanların bir-biri ilə uyğunsuzluğunu aşkar etməyə yönəlib. O, kliniki simptomlar və qəbul edilən dərmanların dozalarını modelləşdirir. Sistem dərmanların qarşılıqlı istismarının nəzarət edilməsinə yönəlmiş müalicə prosesinin monitorinqini yerinə yetirir.

IV. AZƏRBAYCANDA TİBBİ ES-İN İNKİŞAFI

Azərbaycanda tibb sahəsində, az da olsa, bir sıra ES yaradılmışdır. Belə ki, 1996-cı ildə qarın boşluğu üzvlərinin kəskin cərrahi xəstəliklərinin diaqnostikası üçün ES yaradılmış, predmet sahəsi üçün biliklər bazasının hazırlanması və klinika şəraitində ES-in tətbiqi reallaşdırılmışdır [28]. ES-in yaradılması üçün predmet sahəsinin əsas obyektləri və obyektlərin xarakteristikaları təyin edilmiş, diaqnostik qərar qəbul etmə prosesi analiz olunmuş, onun əsas amilləri müəyyənləşdirilmiş, predmet sahəsinin konseptual sxemi, verilənlər və biliklər bazasının strukturu hazırlanmış, ekspert biliklərinin formal təsviri və diaqnostika məsələlərinin həlli modeli işlənmiş, ekspert sisteminin proqram təminatı hazırlanmış və real klinik xəstəxana şəraitində sınaqdan keçirilmişdir. Sistem Lisp proqramlaşdırma sistemində yazılmışdır.

2000-ci ildə kliniki təbabətdə qarın boşluğu üzvlərinin kəskin cərrahi xəstəliklərinin diaqnostikasında buraxılan səhvlər nəzərə alınmaqla daha yüksək, keyfiyyətli və sürətli diaqnostik imkanlara malik ES yaradılmışdır [29]. Xüsusilə də tibbi informasiyanın klinik interpretasiyasını mümkün edən və səhv qərar qəbul edilməsinə şərait yaradan amillərin – xəstələr haqqında əldə edilmiş tibbi məlumat bankının yetersizliyinin mümkün qədər aradan qaldırılmasına səy göstərilmişdir.

2001-ci ildə çoxsahəli stasionarda xəstələrin ilkin diaqnostikasını və yerləşdirilməsini icra edən intellektual sistem işlənmiş, süni intellekt üsullarından istifadə edərək çoxsahəli tibb ocağında ilkin diaqnostika keçirən və xəstələri müvafiq bölmələr üzrə paylaya bilən intellektual sistemin yaradılması metodikası təklif olunmuşdur [30]. Sistemin proqram məhsulu Bakı şəhəri 1 saylı Şəhər Klinik Xəstəxanasının qəbul şöbəsi üçün işlənmişdir.

2003-ci ildə qalxanvari vəzin funksional vəziyyətini araşdıran və onun funksional diaqnostikasını həyata keçirən ES-in işlənməsi metodikası təqdim edilmişdir [31].

2004-cü ildə süd vəzi şişlərinin informasiya-diaqnostik sistemi, süd vəzi şişlərinə differensial diaqnoz qoya bilən sistem işlənmişdir [32]. Sistemin işlənməsi zamanı süd vəzi şişlərinin diaqnozu üçün nəzərdə tutulmuş kompüter sisteminin və tədqiqat işlərinin araşdırılması; həkimlər qrupunun rəyi əsasında amillər qrupunun seçilməsi; ilkin verilənlərin toplanması, saxlanması və emalı; hər bir şiş növündə yaş qrupları üzrə diaqnostik kartın qurulması; konkret xəstə haqda məlumata görə evristik differensial diaqnoz alqoritminin işlənməsi; differensial diaqnoz probleminin təsnifat məsələsi kimi qoyulması və neyron şəbəkələr nəzəriyyəsi baxımından şərhli; ikilaylı neyron şəbəkənin qurulması, öyrədilməsi və qiymətləndirilməsi; həkimin, evristik diaqnozun və neyron şəbəkə diaqnozlarının nəticələrinin müqayisəli təhlili; müvafiq kompüter proqramlarının işlənməsi məsələləri həll edilmişdir.

2005-ci ildə işlənmiş ortopediyada cərrahi müdaxilə seçiminin intellektual sistemi ilk dəfə olaraq patologiyaya mənbəyinin süni görüntüsünün yaradılmasından istifadə etmişdir [33]. Fotorobot vasitəsilə yaradılan görüntülər patoloji mənbənin xüsusiyyətlərinin öyrənilməsinə, onların

tanınmasına və klassifikasiyasına, aparılacaq cərrahi əməliyyatların ardıcılığının və nəticələrinin vizuallaşdırılmasına imkan verir. İlk dəfə olaraq patoloji mənbənin tanınması üçün əlamətlər və onların rastgəlmə prioritetləri müəyyənləşdirilmiş, əlamətlərin olması faktına uyğun situasiyalar və onların cərrahi müdaxilə yolu ilə müalicəsinin ardıcılığını müəyyənləşdirən struktur sxem yaradılmışdır. Bu sxemin əsasında bilik bazası və onda situasiyaların avtomatik tanınması və müalicə üsullarının vizual göstərməsi üçün ekspert sistemi yaradılmışdır.

[34]-də oftalmologiya sahəsi üzrə ambulator şəraitdə daxil olan xəstələrin müayinəsi zamanı qarşıya çıxan problemlərin həllinə yönəlmiş proqram kompleksini işlənmişdir. Sistemin işlənilməsində aşağıdakı məsələlər həllini tapmışdır:

– göz xəstəliklərinin diaqnostikası üçün ambulator şəraitdə ilkin məlumatların toplanması və bunun əsasında verilənlər bazasının yaradılması;

– oftalmologiya üzrə differensial göstəricilərə və bir sıra tibbi məlumatlara əsaslanan biliklər bazasının yaradılması;

– sistemdə oftalmoloji terminlər üzrə lüğət (Azərbaycan, rus, latın, ingilis dillərində) blokunun yaradılması;

– sistemdə tələbə və həkim-internalara kömək məqsədilə tədris bölməsinin yaradılması (bu sistemin öyrədici sistem kimi effektivliyini artırır);

– əhalini uyğun xəstəliklər haqqında məlumatlandırmaq, maarifləndirmək üçün əhaliyə xidmət bölməsinin yaradılması.

Bu sistemin reallaşmasında aparılan tədqiqatlara Bakı şəhər 1 saylı şəhər klinik xəstəxanasının VI göz xəstəlikləri şöbəsinə ambulator şəraitdə göz xəstəlikləri ilə qəbul olunmuş 500 nəfər xəstə cəlb edilmişdir.

[35]-də virtual oftalmoloq ES-in proqram təminatı və strukturu ətraflı şərh olunmuşdur.

[36]-da nevroloji xəstəliklərin diaqnostikası üzrə ekspert sistemin qurulması texnologiyası verilmiş, sistemin yaradılması istiqamətində: nevroloji xəstəliklər tədqiq olunmuş və əlamətlər sistemi müəyyənləşdirilmişdir, nevroloji xəstəliklərin diaqnostikası üçün əldə edilmiş bliklərin təsviri metodologiyası, biliklər bazasının strukturu, məntiqi çıxarış mexanizmi, diaqnostika strategiyasını təmin edən qeyr-səlis riyazi model, müvafiq ES-in arxitekturası, fəaliyyət prinsipləri və instrumental vasitələri işlənmişdir. Yaradılmış sistemin kliniki şəraitdə eksperimentləri keçirilmiş və nəticələr 83% dəqiqliklə alınmışdır (Tehranın Zərrin klinikasından verilmiş müvafiq aktla təsdiq edilir).

V. NƏTİCƏ

Elektron tibbin formalaşmasının əsas istiqamətlərindən biri olan tibbi ES-in yaradılması günün aktual problemidir. Bu aktualıq xəstələrə göstərilən xidmətin yaxşılaşdırılması, xəstələrə diaqnoz qoyulması, müalicə metodu seçilməsində düzgün qərarların qəbul edilməsindən irəli gəlir. Bu sistemlər ifrat artan informasiya mühitində süni intellekt texnologiyasının metodlarına, innovativ yanaşmalara istinad etməklə yaradılır, odur ki, müvafiq texnologiyaların

mənimsənilməsinə, müvafiq sahə üzrə mütəxəssislərin – bilik mühəndislərinin hazırlanmasını tələb edir.

Digər bir tərəfdən respublikamızda ES-in yaradılması istiqamətində müəyyən sayda uğurlu nəticələr alınmış, müxtəlif xəstəliklərin diaqnozu, monitorinqi və müalicə üsulunun seçilməsi üçün yaradılmış intellektual ES müxtəlif səhiyyə ocaqlarında uğurla sınaqdan keçirilmişdir. Lakin, çox əfsus ki, elmi əsaslandırılmış, innovativ texnologiyalara əsaslanmaqla yaradılmış belə sistemlər, sınaqdan uğurla keçsələr də, istismar olunmurlar. Yaradılmış sistemlərin istismar olunmaması onların cəmiyyətə verə biləcək dəyərinin qarşısını alır və bu problemə diqqətin ayrılması, bu istiqamətdə fəallığın artırılması günün vacib tələbidir.

ƏDƏBİYYAT

- [1] S. Kərimov, N. Rəhimova, Ekspert sistemi, Bakı, Çaşıoğlu, 2004, 173 s.
- [2] G. G. Abdullayeva, N. H. Qurbanova, İsbata əsaslanan tibbə informasiya texnologiyaları. Bakı, “Ulduz”, 2005, 278 s.
- [3] M. Manchini, “Exploiting Big Data for improving healthcare services”, Journal of e-Learning and Knowledge Society, vol.10, no.2, pp.23–33, 2014.
- [4] Рост объема информации – реалии цифровой вселенной. www.tssonline.ru/articles/2/fix-corp/rost-obema-informatsii-realii-tsifrovoy-vselennoy
- [5] В. Е. Анисимов, Основы медицинской кибернетики: Учебное пособие. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1978, 240 с.
- [6] Т. Знаменская, «Зачем нужны ИТ в здравоохранении?», Открытые системы, № 02, 2010. www.osp.ru/os/2010/02/13001446/
- [7] T. Davenport, J. Glaser, “Just-in-time delivery comes to knowledge management”, Harvard Business Review, vol.80, no.7, pp.107–111, 2002. 126doi: 10.1225/R0207H.
- [8] G. A. Miller, “The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information”, Psychological Review, pp.81–97, 1956.
- [9] E. A. Feigenbaum, “The Art of Artificial Intelligence: I. Themes and Case Studies of Knowledge Engineering”, Proceedings of the International Joint Conference on Artificial Intelligence, 1977, pp.1014–1029. file:///C:/Users/HP/Downloads/rh996br0518.pdf
- [10] B. G. Buchanan, E. A. Feigenbaum, “Dendral and Meta-Dendral: Their Applications Dimension”, Artificial Intelligence, vol.11, no.5, pp.5–24, 1978. file:///C:/Users/HP/Downloads/ym915sk9042.pdf
- [11] E. H. Shortliffe, B. G. Buchanan, “A model of inexact reasoning in medicine”, Mathematical Biosciences, vol.23, no.3–4, pp.351–379, 1975. doi:10.1016/0025-5564(75)90047-4
- [12] Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский, Базы знаний интеллектуальных систем, СПб.: Питер, 2000, 384 с.
- [13] Методы извлечения знаний: коммуникативные, текстологические. <http://daxnow.narod.ru/index/0-19>
- [14] Технологии инженерии знаний. www.iskhacov.narod.ru/materials/engineer.pdf
- [15] Теоретические аспекты инженерии знаний http://lib.alnam.ru/book_bki.php?id=24
- [16] Стратегии получения знаний <http://itteach.ru/predstavlenie-znaniy/strategii-polucheniya-znaniy>
- [17] R. Davis, H. Shrobe, P. Szolovits, “What is a Knowledge Representation?”, AI Magazine, vol.14, no.1, pp. 17–33, 1993. <http://groups.csail.mit.edu/medg/ftp/pszk-rep.html>
- [18] Introduction to Knowledge Modeling. www.makhfi.com/KCM_intro.htm
- [19] Модели представления знаний http://edu.dvgups.ru/METDOC/EKMEN/MEN/SIST_UPR/METHOD/O/SN_UPR/Klykov_25.htm
- [20] В. А. Новикова, Е. Ю. Андреева, Д. К. Туйкина, Искусственный интеллект и экспертные системы. http://exp.ksil.ru/materials/ii_i_es/book.html

- [21] R. A. Miller, H. E. Pople, and J. D. Myers, “INTERNIST-1, An Experimental Computer-Based Diagnostic Consultant for General Internal Medicine”, *New England Journal of Medicine*, vol. 307, pp. 468-476, 1982.
- [22] WebMD, <http://symptoms.webmd.com/symptomchecker>
- [23] DxPlain, Annotated Demo
<http://dxplain.org/dxp2/dxp.sdemo.asp?login>
- [24] INTERNIST-1. <http://people.dbmi.columbia.edu/~ehs7001/Clancey-Shortliffe-1984/Ch8.pdf>
- [25] V. S. Jadhav, A. A. Sattikar, “REVIEW of Application of Expert Systems in the Medicine”, pp. 122–124. http://nci2tm.sinhgad.edu/NCIT2M2014_P/data/NCI2TM_31.pdf
- [26] Germwatcher. Infection Control surveillance www.openclinical.org/aisp_germwatcher.html.
- [27] PEIRS: a pathologist-maintained expert system for the interpretation of chemical pathology reports. www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8316495
- [28] N. Ə. Rəhimova, Qarın boşluğu nahiyəsi cərrahi xəstəliklərinin diaqnostikası ucun ekspert sistemi: tex. elm. nam. ... dis. avtoref. Bakı, 1996, s. 22.
- [29] A. Ə. Qeybullayev, N. Ə. Rəhimova, C. B. Həbibullayev, Qarın boşluğu uzvlərinin kəskin cərrahi xəstəliklərinin diaqnostik ekspert sistemlərinin yaradılması və tətbiqi. Bakı, Elm, 2000, 173 s.
- [30] Г. Г. Абдуллаева, Н. Г. Гейдарова, Э. С. Велиева и др., «Интеллектуальная система первичной сортировки больных в многопрофильном стационаре», *Известия НАНА, Серия физико-технических и математических наук*, №2, с.103–105, 2001.
- [31] Г. Г. Абдуллаева, Мамедова М. В., «Экспертная система распознавания функционального состояния щитовидной железы в случаях трудной диагностики», *Известия НАНА, Серия физико-технических и математических наук*, №2–3, с.126–129, 2003.
- [32] Q. Ə. Abdullayeva, Sud vəzi işlərinin informasiya-diaqnostik sisteminin işlənməsi: tex.elm.nam...dis. avtoref. Bakı, 2004, 20 s.
- [33] Z. Ə. Hacıyev, Ortopediya cərrahi müdaxilə seçiminin intellektual sistemi: tex.elm.nam...dis. avtoref. Bakı, 2005, 20 s.
- [34] S. F. Şükürlü, Oftalmologiya sahəsi üzrə ambulator xəstələrin ilkin diaqnostikası üçün ekspert sistemi: tex.elm.nam...dis. avtoref. Bakı, 2005, 20 s.
- [35] P. İ. Musayev, S. F. Şükürlü, “Virtual oftalmoloq” ekspert sisteminin proqram təminatı və strukturu“, *Oftalmologiya elmi praktik jurnalı*, №1, s.24–29, 2009.
- [36] A. Ş. Amooji, Nevroloji xəstəliklərin diaqnostikası üzrə ekspert sistemlərin qurulması: ekspert sistemi: tex.elm.nam...dis. avtoref. Bakı, 2016, 18 s.