

# Superkompüterlərin E-tibbdə Tətbiqi

Rəşid Ələkbərov<sup>1</sup>, Tural Mustafayev<sup>2</sup>, Məmmədrəsul Yaqubov<sup>3</sup>

İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

<sup>1</sup>rashid@iit.ab.az, <sup>2</sup>tural.mustafayev@iit.ab.az, <sup>3</sup>mrasul.yagub@iit.ab.az

**Xülasə**– Məqalədə tibb sahəsində meydana çıxan böyük hesablama və yaddaş resursları tələb edən mürəkkəb məsələlərin həllində superkompüterlərdən istifadə olunduğu diqqətə çatdırılır. Superkompüterlər vasitəsi ilə ekspert sistemlərin köməyi ilə dəqiq diaqnozların qoyulması, effektiv müalicə üsullarının tapılması və dərman preparatlarının hazırlanması məsələlərinə baxılmışdır.

**Açar sözlər**– e-tibb, superkompüter, genom, xərcəng, Vatson, DNT, hepatit-c, hesablama resursları.

## I. GİRİŞ

Məlum olduğu kimi, digər elmlərlə yanaşı tibb elmi də günü-gündən daha sürətlə inkişaf edir. Yeni xəstəliklərin aşkarlanması onların müalicəsinin tapılmasını zəruri edir. Xəstəliklərin effektiv müalicəsinin tapılmasında biologiya, kimya, fizika və s. kimi elmlərlə yanaşı informasiya texnologiyalarının da rolu böyükdür. Burada virusların çoxölçülü modellərinin hazırlanması, genomun açılması və s. çox vacib məsələlərdəndir. Xüsusi ilə hesablama işlərinin aparılması, informasiya bazalarının yaradılması işlərində informasiya texnologiyaları əvəzəlməzdir. Mövcud informasiyanı analiz edib lazımı nəticə əldə edilməsi üçün ənənəvi hesablama qurğularının (fərdi kompüterlər) imkanları məhduddur. Böyük və sürətli hesablama zamanı imkanları daha böyük olan hesablama maşınlarının istifadəsi daha məqsədəuyğundur. Hal-hazırda dünya alimləri böyük və sürətli hesablama üçün superkompüter texnologiyalarından istifadə edirlər.

## II. İNFORMASIYA TEXNOLOGİYALARININ E-TİBB SAHƏSİNDƏ TƏTBİQİ

Müasir tibb elmi insanların həyatı boyunca səhhətində baş verən dəyişikliklərin qeydiyyatının aparılmasını tələb edir. Bu qeydiyyat informasiyasının və müalicə üsullarının analiz olunması ilə onların yaxın gələcəkdə üzləşə biləcəyi xəstəliklərin müəyyən olunması və bu xəstəliklər üçün ən effektiv qabaqlayıcı tədbirlərin görülməsi asanlaşır. Amma bu analiz prosesində tələb olunan hesablama zamanı yerinə yetirməsi üçün mövcud fərdi kompüterlərin imkanları kifayət etmir. Çünki, burada bir saniyə ərzində milyardlarla hesablamanın aparılması tələb olunur. Bu məqsədlə dünyanın bir çox xəstəxana və tibb elmləri mərkəzlərində yüksək məhsuldarlığa malik olan hesablama sistemləri yəni, superkompüterlər istifadə olunur.

Həkimlər daha ciddi xəstəliklərin müalicəsinə nail olduqca insan ömrü də uzanır. Tibb elmini artıq bədəndə baş verən pozuntuların müalicəsi deyil, onların nəzarətdə saxlanması maraqlandırır. Məsələn, xroniki arteriya xəstəliyi olan orta yaşlı bir xəstənin iyirmi yaşındakı sağlam vəziyyətinə qayıtması, demək olar ki, mümkün deyil. Amma, bu kimi

xroniki xəstəliklərin terapevtik nəzarətə alınması xəstələrin hal-hazırkı sağlamlığını sabit saxlamağa kömək edəcək və gələcəkdə baş verə biləcək ağırlaşmaların da qarşısını alacaqdır. Nəticədə, xəstələrin çoxunun səhiyyə sistemləri ilə sıx və ya davamlı əlaqə saxlayacaqları gözlənilir. Bu modelin əsas prinsipi xəstələrin kliniki qeydiyyatlarında olan informasiyalarına əsaslanaraq, əvvəllər hansı xəstəliklərdən necə müalicə olunmasının analiz olunmasıdır [1]. Hal-hazırda xəstələrin qeydiyyatında, diaqnostikasında və müalicəsi istiqamətində informasiya texnologiyalarından istifadə edərək ekspert sistemləri yaradılır. Yaradılan sistemlər xəstələrin düzgün müalicəsinə kömək edir.

Xəstəliyə yoluxmanın qarşısının alınması, əlbəttə ki, onun müalicəsi və nəzarətdə saxlanılmasından daha vacibdir. Bu sadəcə xəstələr üçün deyil, həmçinin, sığorta şirkətləri və dövlət təşkilatları üçün də vacibdir. Çünki, xəstəliklərin qarşısının alınmasına ayrılan xərclər, müalicəyə sərf olunan xərclərdən daha azdır. Biz, gündəlik yaşayış tərzimiz və xəstəliklər arasındakı əlaqələri anladıqca, sağlamlığımızdakı əsas faktorlardan birinin şəxsi davranışlarımızı diqqət edərək öz qayğıımıza qalmalı olduğumuzu görürük. Beləliklə, əvvəlcədən xəstəliyə yoluxmuş fərdlərlə yanaşı, sağlam şəxslərin də maarifləndirilməsi çox vacibdir. Bu isə, səhiyyə informasiya sistemlərinə olan tələbatın vacibliyini bir daha göz önünə çəkir [2].

Tibb sahəsi işçilərinin qarşısında duran əsas məsələlər aşağıdakılardır:

- **diaqnostika**: bədəndə mövcud olan anormal halların müəyyən olunması;
- **müalicə**: xəstəliyin sürətlənməsinin qarşısını almaq və ya tam müalicə etmək;
- **proqnoz**: gələcəkdə xəstənin səhhətində baş verə biləcək halları əvvəlcədən proqnozlaşdırmaq.

Günümüzdə klinik ekspertlərin çoxu əsasən diaqnostika və müalicə ilə məşğul olurlar. Həqiqətən də, diaqnostika müalicənin əsas köməkçisidir, çünki xəstənin sağlamlıq vəziyyətinə bir başa təsir edən amil müalicədir. Düzgün proqnoz qoyulması ən vacib olan məsələdir, çünki proqnoz vasitəsi ilə növbəti addımlarda xəstənin səhhətinin necə olacağı haqqında fikir söyləməyin mümkün olması, üzə çıxacaq fəsadlar üçün qabaqlayıcı tədbirlərin görülməsinə imkan yaradacaq.

Xəstəliklərin müalicəsi birbaşa olaraq onlara səbəb ola biləcək amillərin tapılması və təbiətinin öyrənilməsi ilə əlaqədardır. Mövcud olan və potensial genetik problemlər üçün detallı genetik testlərin kəşfi tibb sahəsində yeni bir eranın başlanğıcı oldu. Artıq xəstəliklərə səbəb olan virusların daha dəqiq analiz olunması mümkün oldu. Bunun üçün əvvəlcə viruslar riyazi üsullarla modelləşdirilir və tərtib olunan alqoritmlər vasitəsi ilə hesablama sistemlərində insan bədəninə

necə təsir etdiyi müəyyən olunur. Virusların çoxölçülü modellərinin yaradılması onların təbiətinin daha da ətraflı şəkildə öyrənilməsinə imkan yaradır.

Virus modellərinin yaradılması xəstəliyin necə müalicə oluna bilməsi üçün fikir söyləməyə imkan verir. Amma müalicə prosesində xəstəliyin sürətinin azaldılması və ya tam müalicəsi üçün lazım olan dərman preparatlarının kimyəvi tərkibinin qanuna uyğunluğunun müəyyən edilməsi də vacib məsələlərdəndir. Digər bir tərəfdən, hazırlanan dərman preparatının müalicə prosesi zamanı bədənin digər üzvlərinə də necə və hansı miqyasda təsir edəcəyi dəqiq proqnozlaşdırılmalı və müəyyən olunmalıdır. Beləliklə, virus və dərman preparatının hər ikisi hesablama maşınları vasitəsi ilə modelləşdirilməli və müalicə prosesi virtualaşdırılaraq müşahidə olunmalıdır ki, bədəndə artıq fəsadlara yol açmasın.

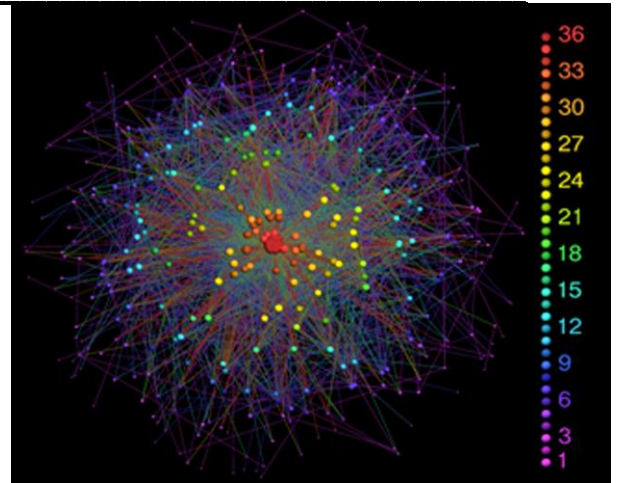
Mövcud olan fərdi kompüterlərin resursları bu modellərin reallaşdırılması üçün kifayət etmir. Dəqiq proqnozların verilməsi, müalicə prosesinin virtual olaraq reallaşdırılması və dərman preparatlarının tərkibinin qanunauyğunluğunun müəyyən olunması üçün bir saniyə ərzində trilyonlarla hesablama əməliyyatı apara biləcək hesablama sistemlərinə ehtiyac duyulur. Qeyd edilən problemləri həll etmək üçün hal-hazırda superkompüter texnologiyalarından istifadə edilir. Çünki, burada böyük və sürətli hesablamalar zamanı yüzlərlə prosessorla və terabaytlarla əməli yaddaşa ehtiyac duyulur.

### III. SUPERKOMPÜTERLƏRİN TİBB SAHƏSİNDƏ TƏTBİQİ MƏSƏLƏLƏRİ

Superkompüterlərin digər elmi sahələr ilə yanaşı tibb elmləri sahəsində də tətbiqi çox vacib məsələlərdəndir. Bura dərman preparatlarının hazırlanması, genomun açılması, hər hansı bir xəstəlik və ya virusa qarşı tədbirlər görmək məqsədi ilə lazım ola biləcək böyük və sürətli hesablamaların aparılması kimi vacib məsələlər aiddir [3]. Məsələn, hepatit C virusuna qarşı yeni mübarizə üsullarının yaradılması üçün Xəstəliklərə Nəzarət Mərkəzinin (Atlanta, ABŞ) əməkdaşları superkompüterlərdən istifadə etməklə tədqiqat işləri aparmışlar.

Hesablama mərkəzində Xəstəliklərə Nəzarət Mərkəzinin (Centers for Disease Control) (CDC) əməkdaşları və tədqiqatçıları, qaraciyər xəstəliyinə əsas səbəb olan hepatit C virusunun daha dəqiq modelini yaratdılar (şəkil 1). Bu virusun müalicəsi ilə bağlı illik səhiyyə xərclərinin təkcə ABŞ-da 9 milyard dollar olduğu təxmin edilir. Bu xərclərin əsas hissəsini qaraciyər transplantasiya xərcləri təşkil edir.

Superkompüterini istifadə etməklə tədqiqatçıların virusun amin turşularındakı şəbəkəsi haqqında anlayışları xeyli yaxşılaşmış və hesablamaların sürəti əvvəlki hesablama sistemlərinə nisbətən 175 dəfə artmışdır. Beləliklə, dağıdıcı virusa qarşı yeni mübarizə üsullarının yaradılmasına yol açılmışdır. Bu innovasiya son onilliyin ən yaxşı innovasiyaları arasına düşmüşdür. Son iki il ərzində Kornell universitetinin hesablama resurslarında 500000-dən çox məsələnin həlli istiqamətində tədqiqat işləri aparılmışdır. Qatılaşdırılmış maddələr fizikası, biotibbi vizuallaşdırma, ortopediya, nevrologiya, optika və qravitasiya dalğalarının aşkarlanması mövzularında bir sıra yeni ideyalar ortaya çıxarılmış və işlər görülmüşdür.

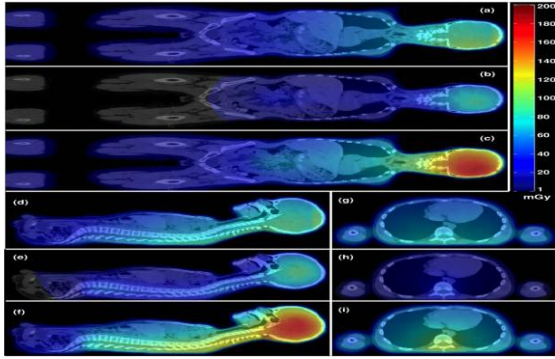


Şəkil 1. Hepatit C virusunun modeli

ABŞ-ın San-Antonio şəhərində yerləşən BioNumerik Pharmaceuticals şirkətinin hazırladığı **Karenitesin (Carenitecin-BNP1350)** adı ilə məşhur olan yeni dərman preparatının (xərçəng xəstəliyinin müalicəsində istifadə olunur) istifadəsinə başladığını elan etmişdir. **Karenitesin** – əvvəlcədən hesablama və modelləşdirmə aparılaraq hazırlanmış üç dərman preparatından biridir. BioNumerik şirkətində Cray superkompüterlərindən istifadə edilməsi nəticəsində preparatın sınaq hazırlıq mərhələsinə əvvəllər sərf olunan vaxt 6 ildən 18-24 aya qədər azaldılmışdır. Tədqiqatlar nəticəsində, preparatın hazırlanması üçün nəzərdə tutulan 12 trilyondan çox müxtəlif kimyəvi birləşmələrin 1 il müddətində modelləşdirilməsi aparılmışdır [4].

Doğulacaq körpələr üçün göstəriləcək xəstəxana xidmətlərinin keyfiyyətinin artırılması onların sağlamlıqları üçün ilk və ən vacib məsələdir. Fəsadların başladığı ilk anda, pediatrların sağlam körpələrə dəstək ola bilmələri üçün lazımı müalicə üsullarını tapmaları lazımdır. Yeni doğulan körpənin verilənlərini analiz edib, ona göstəriləcək xidmətləri müəyyən etməlidirlər. Bu məqsədlə Ontario Universitetinin Texnologiyalar İnstitutunda (Kanada) yeni doğulan körpələrin böyük həcmli verilənlərini analiz edirlər [5]. Burada böyük həcmli verilənləri analiz etmək üçün IBM şirkətinin 715,5 TFlops məhsuldarlığı olan BG/Q adlı superkompüterini istifadə olunur. Bu superkompüterin 65 536 nüvəsi, 64 TB əməli yaddaşı var. Superkompüterin tətbiqi ilə həyata keçirilən Artemis proyektində (Artemis Project) psixoloji verilənlərlə yanaşı ürək döyüntüləri, tənəffüs tezliyi və qanın oksigenlə doyma dərəcəsini müəyyən edən verilənlər haqqında informasiya toplanılır. Yığılan bu informasiyalar real zaman anında analiz edilməsi üçün IBM şirkətinin “InfoSphere Streams” proqram paketini istifadə etməklə, Ontario Universitetinin Texnologiyalar İnstitutunda (Kanada) yerləşən laboratoriyasına ötürülür. Mary Bird Perkins adına Xərçəng Mərkəzi (ABŞ) və Luizianna Dövlət Universiteti (ABŞ) tərəfindən xərçəng xəstəliyinin müalicəsi xərclərinin azaldılması üçün yüksək hesablama resurslarının tətbiqinə başlanması uzunmüddətli xərçəng müalicəsi keçənlər üçün yaxşı nəticə vermişdir. Xərçəng xəstəliyinin aşkarlanması və müalicəsi zamanı sağalan insanların sayı baxımından çox böyük irəliləyişlər əldə olunmuşdur. Lakin sağ qalanların sayının artması özü ilə birlikdə uzunmüddətli müalicənin

fəsadları ilə bağlı olan mənfi əktəsirlərin minimuma salınması ehtiyacını gündəmə gətirir. Xüsusilə radiasiya terapiyasına məruz qalan uşaqlar sonradan radiasiya səbəbi ilə ikinci xərçəng xəstəliyinə tutulmağa daha həssasdırlar (Şəkil 2). Xəstəliyin müalicəsi üçün çox zaman müddəti tələb olunur. Superkompüterlərdə apardıqları simulyasiyaların köməyi ilə, tədqiqatçılar xərçəng xəstəliyinin müalicəsi üçün tələb olunan müddəti azaladımlar. Simulyasiya yönümlü tədqiqat bir sıra dəyərli məlumatlar toplusunun yaranmasına gətirib çıxarmışdır. Bu məlumatlar bazası klinik və səhiyyə siyasətinə aid qərarların verilməsində vacib rol oynayır. Bu tədqiqat səhiyyə xərclərində 12 milyon dollara qənaət etməklə yanaşı, radiasiyadan zəhərlənmə araşdırmasını ən azı on il qabağa aparmışdır.



Şəkil 2. Radiasiya terapiyası

Xərçəng xəstəliyini yaradan genləri müəyyən etmək üçün Norveç alimi Rolf Skotheimin rəhbərliyi altında tədqiqat qrupu Oslo Universitetinin (Norveç) biotibbi xərçəng və informatika mərkəzində sağlam hüceyrələr və xərçəng şişlərində yerləşən genetik materialları müqayisə ediblər. İnsan genində 20000-ə yaxın genetik materialın olması bu müqayisə məsələsini çətinləşdirir. Skotheimin tədqiqat qrupu bağırsağ və prostat vəzi kimi geniş yayılmış xərçənglərə səbəb olan genlərin müəyyən olunması üzərində işləyirlər. Norveçdə hər il 4000 nəfər insan bağırsağ xərçəngindən əziyyət çəkir və onların təxminən 60%-i həyatda qalır. Prostat vəzi xərçəngindən isə, hər il 5000 nəfər əziyyət çəkir və onların 90%-i öz həyatını davam etdirə bilər.

Xərçəng tədqiqatçıları xərçəng şişlərində yerləşən genlərin növlərini müəyyən etmək üçün Norveçin Oslo universitetində yerləşən, 10000-dən çox nüvəsi, 40 terabayt əməli yaddaşı və 258 TFlops məhsuldarlığı olan Abel superkompüterindən istifadə ediblər [6]. Hər bir xərçəng növünün, hətta hər bir şişin özünəməxsus xüsusiyyətlərini müəyyən etmişlər. Rolf Skotheimin sözlərinə görə artıq Oslo Universiteti hospitalının molekulyar onkologiya şöbəsi ilə sıx əlaqə saxlayan xəstələrin müalicə olunmasında bu tədqiqatın böyük rolu olacaqdır. Proteinlərin üst-ütsə yığılaraq birləşdirilməsi (Protein folding and aggregation) üçün istifadə olunan TOP500.org reyting cədvəlində 11-ci yerdə qərarlaşan, 5 PFlops məhsuldarlığı olan JUQUEEN adlı superkompüter istifadə olunur. Bu superkompüterin 458752 nüvəsi, 448 TB əməli yaddaşı vardır. Linux əməliyyat sistemi və ProFasi proqram təminatı istifadə olunur [7]. Monte Karlo riyazi metodu ilə yaradılan folding modelinin, kiçik peptidlərin (eyni və ya müxtəlif aminturşu qalıqları öz aralarında peptid rabitəsi ilə bağlanır)

simulyasiyasına tətbiqi ProFasi proqramının və yüksək hesablaşma resurslarının köməyi ilə mümkün olmuşdur. Belə sistemlərdə yüksək keyfiyyətli simulyasiya əldə etmək üçün hesablaşma resurslarının gücündən asılı olaraq bir neçə dəqiqədən bir neçə saata qədər vaxt tələb olunur. İnsan bədənində baş verən bütün proseslərin koordinatlaşdırılması zamanı beyində baş verən dəyişikliklərin müşahidə edilməsi xəstəliklərin tam şəkildə nəzarətə alınmasına imkan yaradır. İnsan beyninin nə qədər mürəkkəb və bir o qədər də çətin anlaşılan bir sistem olduğunu dəfələrlə eşitmişik. Amma, 2011-ci ildə Yaponiya və Almaniya alimləri hal-hazırda dünyanın ən güclü superkompüterləri sırasında dördüncü yerdə duran, 705000 prosessoru olan superkompüterin imkanlarından istifadə edərək beyin kimi mürəkkəb bir sistemin modelini hazırlamışlar.

Yaponiyada yerləşən RIKEN (Rikagaku Kenkyusho – yapon dilindən tərcümədə fizika və kimya tədqiqatları institutu deməkdir) elmi tədqiqat institutunda yerləşən 10 PFlops ( 10510 TFlops ) məhsuldarlığı və 1,410 Terabayt əməli yaddaşı olan “K Computer” superkompüterinin istifadəsi ilə insan beynində baş verən proseslərin bir qismini 40 dəqiqə müddətində simulyasiya etmişdir. Bütün dünyadakı həkimlər insanın DNT (Dezoksiribonuklein turşusu)-sinin sirlərini anlamağa çalışırlar. Bu çox mürəkkəb bioloji kodda sağlamlıqla bağlı bütün informasiyalar toplanıb (şəkil 3). Hətta DNT-də insanın gələcəkdə necə yaşaya biləcəyi və övladlarına nəyi miras buraxacağı ilə bağlı sirlər də yatmaqdadır. DNT-nin qohumluq əlaqələrini müəyyənləşdirdiyi də məlumdur [8]. Tədqiqatçılar vurğulayırlar ki, DNT analizi sağlamlıqla bağlı bütün həqiqətləri ortaya qoyur. Onların sözlərinə görə, bu analizlə bağlı üzə çıxan məqamlar o qədər də ürəkaçan olmaya bilər. Çünki hansısa xəstəlik obyektiv səbəblərə görə özünü büruzə vermir. Müəyyən vaxta qədər onlar insan orqanizmində gizli olaraq qalması bacarır. Bu səbəbdən DNT diaqnostikası sağalmaz xəstəliklərin sonradan özünü büruzə verməsinin qarşısını almaq üçün çox xeyirlidir. Bu xəstəliklər sırasına isə alzheimer, şəkərli diabet, kökəlmə, xərçəng, genetik mutasiyanın çətin forması, ürəktutmaları və sair daxildir. Lakin bu metodlar elm aləmində fikir ayrılığı da yaratmışdır. Bir sıra mütəxəssislər bildirir ki, DNT-nin dəqiq analizi üçün texnologiya hələ bir qədər də təkmilləşdirilməlidir. Yuxarıda da, qeyd etdiyimiz kimi, burada yüksək məhsuldarlıqlı superkompüterlərə ehtiyac görülür. DNT-nin analizi üçün hal-hazırda Vatson superkompüterini istifadə olunur (şəkil 4). Vatson superkompüterini İBM DeepQA texnologiyası üzərində və POWER7 prosessorlarından istifadə etməklə yaradılıb. O, 90 ədəd İBM Power 750 serverindən ibarətdir.



Şəkil 3. DNT-nin strukturu



Hər prosessorun tezliyi 3.5 GHz-dir. Hər fiziki prosessorun 8 nüvəsi (core), hər nüvənin də 4 kanalı var. Beləliklə, bu sistemin ümumilikdə 2880 Power7+ prosessor kanalı, 16 TB əməli yaddaşı və 80 Tflops hesablama məhsuldarlığı vardır.

IBM şirkəti Watson superkompüterinin mikroprosessor bazasını yeniləməyi planlaşdırır. 32 nm-lik POWER7+ mikroprosessorları 22 nm-lik, 12 nüvəli yeni nəsil POWER8 mikroprosessorlarla əvəz olunacaqdır. Bu yeniləmənin Watson superkompüterinin məhsuldarlığını iki dəfə artıracağı gözlənilir.



Şəkil 4. Watson superkompüterü

Watson superkompüterinin 15 saniyə ərzində 40 milyon sənədi oxumaq və bir saniyədə 500 GB informasiyanı (bu informasiyanın həcmi 1 milyon kitaba bərabərdir) emal etmək qabiliyyətinə malikdir. Superkompüterin süni intellekt əsasında hazırlanması onun öyrədilməsini mümkün edir və informasiyaların bu qədər sürətlə emal olunması onun öyrədilməsi prosesini sürətləndirir [9].

2011-ci ildən etibarən Watson superkompüterinə tibbi məlumatların və tibbi diaqnostika alqoritmlərinin yüklənməsi prosesinə start verildi. Bu proses məcazi olaraq “Watson tibb institutuna daxil olmuşdur” adlandırıldı və Klivlend klinikasının Lerner tibb kollecində (Cleveland Clinic Lerner College of Medicine, ABŞ) başlanmışdı. 2013-cü ildə Watsonun tibb institutunda hazırlıq işləri bitdi və onun tibb sahəsində istifadəsinə başlanıldı.

Ümumi tibbi məlumatların 80%-ni hal-hazırda istifadə olunan tibbi sistemlər istifadə edə bilmir. Çünki, bu məlumatları müvafiq struktura malik deyillər. Amma, Watson superkompüterü bu məlumatları istifadə edə bilir. Çünki, bu superkompüterin Big Data ilə işləmək imkanları da inkişaf etdirilmişdir. Bu da ona xəstəliyin diaqnozunu və müalicə istiqamətini düzgün müəyyən etməyə imkan verir. Hal-hazırda xərcəng xəstəliyinin diaqnoz və müalicəsi üçün Watson superkompüter sistemi istifadə olunur. Onun intellektual sistemə əsaslanan verilənlər bazasında 600000-nə yaxın tibbi arayış və xəstəlik tarixçəsi və 2000000-a yaxın elmi məqalə yerləşdirilmişdir. Bundan əlavə sistem həm də biotibbi ədəbiyyatları və müvafiq dərman preparatlarını analiz edir [10].

Watson özünü ekspert sistemi kimi göstərir. Hər yeni xəstəyə diaqnoz qoyduqca və müalicə üsulu seçdikcə sistem yeni məlumatları daxil etməklə özünü inkişaf etdirir. Bu da növbəti xəstələr üçün daha effektiv müalicə üsulunun seçilməsinə kömək edir.

2015-ci ilin məlumatlarına görə, Watson superkompüterü artıq 14 böyük xəstəxanada quraşdırılmışdır. 90 serverlik bir

sistemin xəstəxanada quraşdırılması çətin olduğundan Watsonun yeni kliyent modulu düzəldilib istifadəyə verilib. Bu modul, bir pizza qutusu boydadır. Qurğunun əsas işi müraciətləri mərkəzdə yerləşən serverə ötürmək və alınan cavabları istifadəçiyə çatdırmaqdır.

Qeyd olunan superkompüter individual genetik məlumatları istifadə edərək onları filtr edir və tibbi ədəbiyyatda göstərilən məlumatlarla qarşılaşdıraraq uyğun müalicə üsulu seçir. Hər şəxsə görə uyğun müalicə üsulunun seçilməsi xəstələrin sağalma faizində irəliləməyə səbəb olur. Watsonun tədqiqatçılara xüsusi xərcəng əmələ gətirən genetik mutasiyaları hədəf alan xüsusi müalicə üsullarının seçilməsində kömək etməsi gözlənilir.

Watsonun istifadəçiləri (həkimlər) xəstələrin məlumatlarını sistemə əlavə olaraq yükləyə bilirlər. Bu məlumatlar xərcəngə səbəb ola biləcək genin tapılması üçün sistemdə analiz olunur. Bu proses fiziki olaraq həkim tərəfindən görülərsə, ən azı 2-3 həftə vaxt aparacaq. Watson isə bu işi bir neçə dəqiqəyə görür. Həkimlərin seçdiyi müalicə üsulu 50% hallarda tam düzgün müalicə üsulu olur. Watson superkompüterü tərəfindən düzgün müalicə üsulunun təyin edilməsi təqribən 90%-ə bərabərdir.

## NƏTİCƏ

Məqalədə digər elmlərlə yanaşı tibb elminin də sürətlə inkişaf etməsi və nəticədə böyük verilənlər bazasının yaranması və onların analiz olunmasının vacibliyi təhlil edilmişdir. Bu analizlərin aparılmasında informasiya texnologiyalarının, o cümlədən, superkompüterlərin istifadəsinin qaçılmaz bir vasitə olması qeyd olunmuşdur. Superkompüterlərin istifadəsinin xəstəliklərin effektiv müalicə üsullarının tapılması, dəqiq diaqnozların qoyulması, çoxölçülü modellərin yaradılmasında geniş istifadə edilməsi nəzərə çatdırılmışdır.

Bu iş Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun maliyyə yardımı ilə yerinə yetirilmişdir – **Qrant № EIF-2014-9(24)-KETPL-14/02/1.**

## ƏDƏBİYYAT

- [1] E. C. Joseph, C. Dekate, S. Conway, “SPECIAL STUDY: Real-World Examples of Supercomputers Used For Economic and Societal Benefits: A Prelude to What the Exascale Era Can Provide”, IDC Information and Data, 2014, s.48.
- [2] “Background document: The diagnosis, treatment and prevention of typhoid fever”, World Health Organization Department of Vaccines and Biologicals, 2003, s.7-25.
- [3] В. А. Садовничев, Г. И. Савина, “Суперкомпьютерные технологии в науке, образовании и промышленности”, Суперкомпьютерный Форум, 2010, s.208.
- [4] [www.bionumerik.com/pages/Karenitecin](http://www.bionumerik.com/pages/Karenitecin)
- [5] <http://soscip.org/can-we-predict-health-complications-in-newborns/>
- [6] [www.uio.no/english/services/it/research/hpc/abel/](http://www.uio.no/english/services/it/research/hpc/abel/)
- [7] [www.fz-juelich.de/ias/jsc/EN/Expertise/Supercomputers/JUQUEEN/JUQUEEN\\_node.html](http://www.fz-juelich.de/ias/jsc/EN/Expertise/Supercomputers/JUQUEEN/JUQUEEN_node.html)
- [8] <http://tibb.az/page/55>
- [9] <https://habrahabr.ru/company/ibm/blog/169067/>
- [10] [www.advisory.com/daily-briefing/2015/05/07/watson-supercomputer-comes-to-14-hospitals](http://www.advisory.com/daily-briefing/2015/05/07/watson-supercomputer-comes-to-14-hospitals)