

UOT 004.62

*Hacırahimova M. Ş.*

AMEA İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, Bakı, Azərbaycan  
[makrufa@science.az](mailto:makrufa@science.az)

## SƏHIYYƏDƏ BIG DATA ERASI: VƏDLƏR VƏ PROBLEMLƏR

*Hazırda Big Data informasiya cəmiyyətinin əsas hərəkətverici qüvvəsinə çevrilmişdir. O, səhiyyəni dəyişdirə biləcək potensiala malikdir. Məqalədə Big Data-nın mahiyyəti açıqlanır. Səhiyyədə Big Data-nın mənbələri, imkanları şərh olunur. Həmçinin Big Data-nın səhiyyədə yaratdığı bəzi problemlər analiz olunur. Fərdi tibbi məlumatların təhlükəsizlik məsələlərinə baxılır, səhiyyə sahəsinin inkişafı üçün tövsiyələr verilir.*

**Açar sözlər:** Big Data, səhiyyə, e-tibb, biotibb, teletibb, elektron sağlamlıq kartları, fərdi tibbi məlumatlar.

### Giriş

Müasir informasiya texnologiyaları bizim şəxsi həyatımızı, düşüncəmizi əhəmiyyətli dərəcədə dəyişmişdir. Real (*fiziki*) dünyada baş verən proseslər onlayn mühitə daşınmışdır: xidmət və malların əldə olunması, tanışlarla ünsiyyət, iş götürənlə və dövlət orqanları ilə qarşılıqlı əlaqə və s. Bu vəziyyət bir çox faktorların təsirindən yaranmışdır: 1) İnternetin gündəlik həyata daxil olması; 2) elektron kommersionun yaranması; 3) fərdlərin İnternet şəbəkədə davranışları haqqında geniş informasiyanın toplanması (təxmin edilən və kökündə biznes model dayanan axtarış servislərinin yaranması və inkişafı); 4) tək-cə fərdlər haqqında verilənləri deyil, həm də onların münasibətlərini aqreqasiya edən sosial şəbəkələrin meydana gəlməsi; 5) hər yerdə daim onlayn olmağa, istifadəçilərin hərəkət marşrutunu izləməyə, hər an məlumat mübadiləsinə imkan verən smartfon və planşetlərin yayılması. Bunun nəticəsi olaraq, insan fəaliyyətinin əsas hissəsi İnternetə daşınır və fərdin istənilən hərəkəti müəyyən izlər qoyur ki, bunların ümumi cəmi rəqəmsal informasiyanın sürətlə artmasına səbəb olur. İnformasiyanın belə “partlayışı” dünyada “Big Data” adlandırılan ciddi bir problemə çevrilmişdir. Özünü bütün fəaliyyət sahələrində göstərən bu problem səhiyyə sferası üçün də xarakterikdir [1–3]. Belə ki, səhiyyə sferasında fəaliyyətin ənənəvi (*kağız*) formadan elektron formaya keçirilməsi nəticəsində səhiyyə informasiya sistemlərində və klinikalarda qərarların qəbul edilməsini dəstəkləyən sistemlərdə (*ing. clinical decision support systems – CDSS*) müxtəlif növ böyük həcmdə verilənlər toplanmış və hazırda bu proses dinamik olaraq davam etməkdədir. Bu verilənlər toplusu (*pasiyentlərin elektron tibbi yazıları, dərman vasitələri, elektron reyestr sistemləri və s.*) bir-birindən həcmi, sürəti və müxtəlifliyi ilə fərqlənir [4, 5].

Tibbdə Big Data ənənəvi və İnternet, smartfonlar, sosial və kütləvi informasiya vasitələri və ya qeyd olunduğu kimi, xəstəxana və klinikaların informasiya sistemləri vasitələri ilə yaradılır. Böyük həcmdə informasiyanı necə saxlamaq, necə idarə etmək, ondan faydalı informasiyanı necə əldə etmək çox ciddi məsələlərdir. Çünki tibbi verilənlər diaqnoz qoymaq üçün real vaxtda emal tələb edir. Problem müxtəlif mənbələrdən və müxtəlif formatlarda (*strukturlaşdırılmış və strukturlaşdırılmamış*) fasiləsiz olaraq generasiya olunan verilənlərin ənənəvi üsul və alətlərin köməyi ilə emal edilə bilməməsindədir [6]. Bunun üçün daha mükəmməl texnologiyalara ehtiyac vardır. Bu işdə məqsəd oxucuları və tədqiqatçıları səhiyyə sistemində Big Data texnologiyalarının imkanları və problemləri ilə tanış etmək, ekspertlər (*həkimlər*) tərəfindən əsaslandırılmış operativ qərarların qəbul edilməsində onun əsas şərt və komponent olduğunu göstərməkdir.

### Big Data paradigması

Veb, sosial şəbəkələr, mobil qurğular, kredit kartları vasitəsilə edilən tranzaksiyalar, müəssisələrin informasiya sistemləri, kameralar, elektron sağlamlıq kartları məlumatları və s. rəqəmsal verilənlər axınının artmasına gətirib çıxarmış, informasiya bolluğu yaranmış, dünya sanki informasiya ilə dolmuşdur [6]. XXI əsrin əvvəllərindən başlayaraq rəqəmsal verilənlər hər il həndəsi silsilə ilə

artmışdır. Bunu informasiya texnologiyaları sferasında analitika üzrə ixtisaslaşmış IDC (*ing. International Data Corporation*), Gartner və s. kimi şirkətlərin hesabatları da təsdiq edir [7–9]. 2013-cü ildə dünyada informasiyanın həcmi 4,4 zettabayt olmuşdur və bunun ancaq 2%-dən azını qeyri-rəqəmsal informasiya təşkil etmişdir. IDC şirkətinin proqnozlarına görə, rəqəmsal informasiyanın həcmi ildə 40% artır. 2020-ci ildə dünyadakı rəqəmsal informasiyanın həcmi 44 zettabayta çatacaqdır [7]. Həm də 2012–2020-ci illər arasında verilənlərin əksəriyyəti insanlar tərəfindən deyil, müxtəlif tip qurğuların bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqəsi zamanı, radiotezlikli identifikasiya qurğuları (*ing. RFID – Radio-Frequency Identification*), naviqasiya sistemləri (*ing. GPS – Global Positioning System*) vasitəsilə generasiya olunacaqdır. İnternet şəbəkəsinin növbəti inkişaf mərhələsi hesab olunan “Əşyaların İnterneti” konsepsiyası əsasında müxtəlif tip qurğuların İnternet vasitəsilə qarşılıqlı əlaqəsi zamanı maşınlar yalnız informasiya istehsalçısı deyil, həm də onun istehlakçısına çevrilirlər. Bütün bu deyilənlərin məntiqi nəticəsi olaraq verilənlərin emalı, saxlanması və istifadəsində yeni eranı əks etdirən “böyük verilənlər” (Big Data) fenomeni meydana çıxmışdır [2, 3, 6].

Big Data həqiqətən səhiyyə sisteminin təkmilləşdirilməsi, uyğun müalicə metodunun seçilməsi və digər səhiyyə problemlərini azalda bilər? Bunun üçün ilk növbədə Big Data-nın səhiyyə sahəsində əsas atributlarına baxmaq lazımdır. Ümumiyyətlə, Big Data erası informasiya texnologiyalarının təkamül mərhələlərinə əsaslanır: 1) 1960-cı illərdə verilənlərin emalı; 2) 1970-1980-ci illərdə informasiya sistemləri; 3) 1990-cı illərdə qərarların qəbulunu dəstəkləyən modellər; 4) 2000-ci illərdə verilənlər xəzinəsi; 5) 2010-cu ildən sonra Big Data erasının yaranması [10]. “Big Data” termini mürəkkəb strukturlu, müxtəlif tipli, yüksək sürətli, çox böyük həcmli (*1 terabaytdan başlamış zettabaytlara qədər*) verilənlər toplusuna aiddir. Bu fenomenin anlanmasında elm, sənaye və biznes kimi maraqlı tərəflərin müxtəlif yanaşmaları mövcuddur. Tətbiq olunduğu sahələrdən asılı olmayaraq Big Data-nın əsas atributları - həcm (*ing. volume*), sürət (*ing. velocity*) və müxtəliflikdir (*ing. variety*). Bu atributlar ilk dəfə Gartner şirkəti tərəfindən verilmiş və “3V” modeli kimi tanınır [8]. McKinsey Global İnstitutunun hesabatında bu termin informasiyanın toplanması, saxlanması, idarə edilməsi, axtarışı və analizinin tipik verilənlər bazasının imkanları xaricində olan verilənlər dəsti kimi xarakterizə olunur [9]. Bu model Big Data texnologiyalarının əsas konsepsiyasını özündə əks etdirir. Strateji və idarəetmə baxımından mütəxəssislər bu modelin bir qədər təkmilləşdirilməsinə ehtiyac olduğunu qeyd edərək, Big Data-nın həqiqilik (*ing. veracity*), dəyər (*ing. value*) kimi xarakteristikalarla ölçülməsini də vacib sayırlar [11, 12]. Bir sözlə, verilənlər o qədər böyükdür ki, onları idarə etmək çətin və onlardan faydalı informasiyanı çıxarmaq isə daha çətinidir. Çünki bu işdə mövcud texnologiyalar səmərəsizdir.

Big Data konsepsiyası yalnız verilənlərin ölçüsü deyil, həm də onlardan dəyər yaratmaq prosesi kimi başa düşülür və “business intelligence”, “business analytics”, “data mining”-ə sinonimdir [10]. Hazırda böyük verilənlərin problemlərinin həllində açıq kodlu Hadoop, kommersiya məqsədli Cassandra, Cloudera, Hortonworks, MapR və digər texnoloji platformalar işlənmişdir.

Big Data hazırda insan həyatının bütün aspektlərini, o cümlədən bioloji və tibbi, əhatə etmişdir [13]. Son illər molekulyar biologiya sahəsində “omics” (*genomika, metabolomika və s.*) texnologiyaların inkişafı ilə əlaqədar olaraq çox böyük sayda verilənlər yaradılmışdır. Həmçinin tibbi yazıların elektronlaşdırılması verilənlərin eksponensial artmasına səbəb olmuşdur. Verilənlərin analizi həkimlər, epidemioloqlar və səhiyyə sahəsində siyasətçilər üçün böyük imkanlar yaradır. [14]-də göstərilir ki, Big Data biotibb sahəsinin mütəxəssisləri üçün yalnız reallıq deyil, həm də yeni biliklərin dərk edilməsi və axtarışında effektiv vasitədir. Omics texnologiyalar vasitəsi ilə yaradılan verilənlərə əlyətərlik tibbi biologiya, bioinformatika və s. kimi elm sahələrində inqilabi dəyişikliklərə səbəb olmuşdur.

Predmet sahəsi olaraq tibbdə (*ing. Medical Subject Headings*) də “Big Data” termininin birmənalı şəkildə qəbul olunmuş tərifi yoxdur. Ona görə də bu terminin ümumi şəkildə başa düşülməsi əsas tələbdir [15].

## Big Data-nın potensialını formalaşdıran trendlər

Müasir informasiya cəmiyyəti ancaq informasiyanın həçminin artması ilə deyil, həm də müxtəlif fəaliyyət sahələrində informasiyanın rolunun artması ilə xarakterizə olunur. İnformasiya “yeni neft” adlandırılan yeni istehsal faktoru statusu əldə edir, informasiya cəmiyyətinin hərəkətverici qüvvəsinə çevrilir. Necə ki, sənaye cəmiyyəti dövründə ənənəvi neft əsas resurs idi. Ekspertlərin fikrincə, verilənlərin toplanması, inteqrasiyası və analizi daha biznes üçün xərc deyil, səmərəliliyə və gəlirə çatmaq üçün açaqdır.

Big Data-nın analizi və onlardan biliklərin və faydalı informasiyanın əldə olunması idarəetmə və biznesdə inqilabi dəyişikliklər, müəssisələrdə yüksək mənfəət əldə edilməsi, bir çox sahələrdə elmi ideyaların inkişaf etdirilməsi və reallaşdırılması, yeni-yeni elmi kəşflərin edilməsi, təşkilatlarda əsaslandırılmış qərarların qəbul edilməsi, milli təhlükəsizlik, səhiyyə sahəsi və s. üçün böyük imkanlar yaradır [6, 16]. Big Data-nın bu potensialı istər dövlət qurumları, istər elm, istərsə də biznes cəmiyyətləri tərəfindən dərk edilməkdədir. Bunu sübut edən aşağıdakı faktları qeyd etmək olar:

- Big Data ABŞ və bir sıra Qərbi dövlətlərində elmi ictimaiyyət, biznes-dairələri, hökumət strukturları tərəfindən neft qədər strateji resurs kimi dəyərləndirilir.

- Big Data-nın müxtəlif aspektlərinə həsr olunmuş beynəlxalq konfranslar, seminarlar, forumlar keçirilməkdədir, elmi və populyar jurnalların xüsusi nömrələri bu mövzuya həsr olunmuşdur. 2014-cü ildən başlayaraq “Big Data” adı ilə yeni akademik jurnalların nəşrinə başlanmışdır.

- Dünyanın tanınmış elmi mərkəzlərində Big Data-nın toplanması və emalı, saxlanması, arxitekturası, analitikası, təhlükəsizliyi, vizuallaşdırılması və s. istiqamətlərdə fundamental elmi-tədqiqat işləri aparılmaqdadır [3].

- 2013-cü ildən başlayaraq dünyanın bir çox aparıcı universitetlərində “verilənlər elmi” (ing. *data science*) akademik fənn kimi bakalavr, magistr və doktor təhsili pillələrində tədris olunmağa başlanmışdır [6].

Həç də təsadüfi deyil ki, IDC, McKinsey Global İnstitutu, Gartner və s. kimi şirkətlər Big Data-nı əsas texnoloji istiqamət və İKT sahəsinin lokomotivi adlandırırlar [2–4].

## Səhiyyədə Big Data-mənbələri, imkanları və problemləri

Səhiyyə rəqəmsal dünyanın sürətlə yüksələn seqmenti olmaqla, onun böyük hissəsini özündə əks etdirir. Bunu IDC-nin son illərdəki hesabatında verilmiş statistik rəqəmlərdə də görmək olar [7]. Hesabatdan da görüldüyü kimi, səhiyyə sahəsində generasiya olunan verilənlərin həcmi son on ildə yüksələn xətt üzrə artmaqdadır. 2012-cü ildə səhiyyə sahəsindəki verilənlərin ölçüsü 500 petabayt idisə, 2020-ci ildə 25000 petabayt olacağı proqnozlaşdırılır. Artımın səbəbi yeni texnologiyaların yaranması; verilənlərin toplanması qurğuları, sensorlar, mobil tibbi tətbiqlərin geniş yayılması; genetik informasiyanın toplanmasının ucuzlaşması; pasiyentlərin rəqəmsal formada kommunikasiyalarının artması; daha çox tibbi biliyin toplanmasıdır və s. [5].

**Səhiyyədə Big Data – mənbələri.** Ümumiyyətlə, səhiyyədə İT tətbiqləri iki kateqoriyaya bölünür [4]:

- **Klinika sistemləri** (ing. *clinical systems*). Bu kateqoriyaya düşən bir çox sistemlər vardır: Məsələn, təsvirlərin arxivləşdirilməsi və kommunikasiya sistemləri (ing. *Picture Archiving and Communications Systems – PACS*), xəstəxana informasiya sistemləri (ing. *Hospital Information System – HIS*), elektron sağlamlıq yazıları (ing. *Electronic Health Records – EHR*), radiologiya informasiya sistemləri (ing. *Radiology Information System – RIS*), təşkilatların kontentlərinin idarə edilməsi (ing. *Enterprise Content Management – ECM*), laboratoriya informasiya sistemləri (ing. *Laboratory Information System – LIS*) və s.

EHR pasiyentin tibbi məlumatlarının elektron versiyası olmaqla, onun demoqrafik verilənlərini, tibbi yazıları, dərmanları, həyati-vacib əlamətləri, tibbi tarixçəni, immun, laboratoriya, radiologiya verilənləri və digər hesabatları özündə əks etdirir.

- **Administrasiya sistemləri** (*ing. administration systems*), mətnlərin işlənməsi vasitələri, elektron cədvəllər, təqdimatlar, hətta mühasibat proqram təminatı və s.

Həqiqətən də səhiyyədə verilənlər yüksək sürətlə artır. [17]-də bu yüksəlişin əsas mənbəyi kimi elektron tibbi kartlar, biotexnologiyalar və elmi tədqiqatlar göstərilmişdir. Bu verilənlərin analizi isə öz növbəsində sağlamlıq üçün böyük potensiala malikdir, əhəmiyyətli dərəcədə qiymətlidir.

Səhiyyə sistemlərinin yaratdığı verilənlər müxtəlif tiptə olur ki, bunları da strukturlaşdırılmış, strukturlaşdırılmamış, qismən strukturlaşdırılmış kateqoriyalara bölmək olar:

- strukturlaşdırılmış elektron sağlamlıq yazıları (*ing. EHR*);
- strukturlaşdırılmamış klinika qeydləri (*ing. Unstructured Clinical Notes*);
- tibbi təsvir verilənləri (*ing. Medical Imaging Data*);
- genetik verilənlər (*ing. Genetic Data*);
- digər verilənlər (*ing. Epidemioloji və davranış*).

Bu klassifikasiya deməyə əsas verir ki, səhiyyədə toplanan verilənlər də bir qayda olaraq “5V” ilə xarakterizə olunur [3]:

- **həcm** (*ing. volume*): pasiyentlərin elektron tibbi yazıları, dərman vasitələri, elektron reyestr sistemləri, tibbi elektron qurğular vasitəsilə yaradılan və ötürülən verilənlər və s. [4]-də qeyd olunduğu kimi, səhiyyə rəqəmsal dünyanın sürətlə yüksələn seqmenti olmaqla, onun 30% hissəsini özündə əks etdirir.

- **müxtəliflik** (*ing. variety*): strukturlaşdırılmış EHR yazıları, strukturlaşdırılmamış kliniki qeydlər, video, audio və mətn kimi əlavə struktursuz kontentlər və s. Səhiyyədə verilənlərin 60-80%-ni təsvir, video və elektron poçt yazılarından ibarət strukturlaşdırılmamış verilənlər təşkil edir [5, 18].

1980-ci illərin ortalarından başlayaraq rəqəmsal tibbi qurğuların (xüsusilə radiologiya, kardiologiya, oftalmologiya və s. kimi sahələrdə) meydana gəlməsi tibbi vizuallaşdırmanın simasını kökündən dəyişdi. Alınmış rəqəmsal təsvir verilənləri PACS sistemlərə ötürməklə, kompüterlərdə elektron şəkildə emal olunur və pasiyentləri yaxşı öyrənmək üçün onun demoqrafik, həyati vacib verilənləri ilə birləşdirilir. Nəticədə çox böyük ölçüdə məlumatlar toplanır.

- **sürət** (*ing. velocity*): yeni verilənlər yüksək tempolə axın şəklində yığılır və bəzi tibbi situasiyalarda verilənlər həyat və ölüm məsələsinə çevrilir. Real vaxt rejimində verilənləri analiz etmək (*travmaların monitorinqi, ürək monitorları, anesteziya və s.*), müqayisələr aparmaq və qərar qəbul etmək üçün də yüksək sürət lazımdır. Buraya, həmçinin gündəlik diabetik ölçmələr, arterial təzyiqin ölçülməsi, EKG (*ing. electrocardiography*) daxildir.

- **verilənlərin keyfiyyəti** (*ing. Veracity – data quality*): bu səhiyyə sahəsində iki səbəbdən xüsusi diqqət tələb edir: 1) bu həyat və ya ölüm məsələsidir ki, informasiyanın qaydada olmasından asılıdır; 2) tibbi məlumatların keyfiyyəti, xüsusilə strukturlaşdırılmamış verilənlər (məsələn, əl ilə yazılmış reseptlər) çox vaxt düz olmur. Səhiyyədə pasiyent, xəstəxana, ödənişin miqdarı, ödəniş edən və s. verilənlərin həqiqiliyi üçün əsas parametrlərdir. Həqiqiliyin səhiyyə üçün digər unikal məsələləri isə diaqnozlar, reseptlər, müalicələr, prosedurlardır. Bir sözlə, tibbi xidmətlərin yaxşılaşdırılması, səhvlərin təkrarlanmaması, diaqnozların düzgünlüyü, dərman vasitələrinin effektivliyi, xərclərin azaldılması verilənlərin keyfiyyətindən asılıdır.

- **Dəyər** (*ing. value*):

- real vaxt rejimində əsaslandırılmış qərarların verilməsinə dəstək;
- düzgün diaqnoz;
- xərclərin azaldılması;
- xəstəlik risklərinin minimallaşdırılması;
- verilənlərin elmi tədqiqatlarda istifadəsi və s.

**Biotibbi verilənlər.** Yüksək məhsuldarlıqlı biotexnoloji ölçmə texnologiyaları 21-ci əsrdə işlənməmişdir və biotibb sahəsindəki tədqiqatlar da Big Data erasına daxildir. Biotibbdə ağıllı, effektiv və dəqiq analitik modellərin, nəzəri sistemlərin yaradılması ilə mürəkkəb bioloji hadisənin

arxasında idarə edən mühüm mexanizm aşkar edilə bilər. Bu yalnız biotibbin gələcək inkişafını təmin etmir, həmçinin milli təhlükəsizlik, tibbi xidmət kimi vacib təbiiqlər, yeni dərman istehsalı ilə əlaqəli olunan vacib strateji sənayenin inkişafında qəbul edilə bilər [19–21].

İnsan Genomu Layihəsi (*ing. Human Genome Project – HGP*) və sonrakı inkişaf texnologiyasının uzunmüddətli inkişafı bu sahədə Big Data-nın geniş tətbiqlərinə gətirir. Gen ardıcılığı (*ing. sequencing*) ilə əmələ gələn böyük məlumatları müxtəlif tətbiqi tələblərə müvafiq olaraq ixtisaslaşdırılmış analizdən keçirməklə və onu klinik gen diaqnozu ilə birləşdirməklə erkən diaqnoz və xəstəliyin fərdiləşdirilmiş müalicəsi üçün qiymətli informasiyanı vermək olar. İnsan geninin bir ardıcılığı 100–600 GB xam məlumat yarada bilər. Shenzhendə Çin Milli Genom bankında, izlənilə bilən 1.15 milyon insan nümunəsi və 150 000 heyvan, bitki və mikroorqanizm nümunələri daxil olmaqla, 1.3 milyon nümunə var.

Bunu əvvəlcədən proqnozlaşdırmaq olar ki, biotibb texnologiyalarının inkişafı ilə genin deşifrənməsi daha sürətli və daha rahat olacaq və beləliklə, biotibbin böyük məlumatı fasiləsiz olaraq artacaq. Eyni zamanda, kliniki tibbi yardımda və tibbi tədqiqatlarda alınan məlumatlar sürətlə artır. Məsələn, ABŞ-ın Pittsburq Universitetinin Tibb Mərkəzində (*ing. University of Pittsburgh Medical Center – UPMC*) 2 TB məlumat saxlanılır. Practice Fusion Amerika şirkəti təxminən 200 000 xəstənin elektron tibbi yazılarını idarə edir. Explorys Amerika şirkəti isə klinik məlumatları, əməliyyat və texniki məlumatları, hətta maliyyə məlumatlarını təşkil etmək üçün platformalarla təmin edir.

**Teletibb.** Teletibb ilk növbədə xəstəyə ilkin tibbi yardım və nəzarəti təmin edən yüksək keyfiyyətli texnologiyadır. Telekommunikasiya və informasiya texnologiyalarından geniş istifadə etməklə məsafədən tibbi xidmətlərini həyata keçirən teletibb XX əsrin texnologiyalarındandır. O, səhiyyədə müəyyən qədər yüksək nəticələrə nail olmaq üçün tibbi informasiyanı həkim və pasiyent arasında mübadilə etməyə imkan verir.

Big Data isə teletibbi çox ciddi şəkildə dəyişdirir. Hazırda pasiyentlərin sağlamlığına nəzarət edən çox sayda qurğular daim verilənlər generasiya edir və bu verilənlər real-vaxt rejimində toplanır və analiz olunur. Analiz nəticəsində xəstəliyin modelini aşkar etmək, anomaliyaların ilk əlamətlərində (xüsusilə də xroniki xəstəliklər zamanı) xəstəni və həkimi xəbərdar etmək mümkündür. Pasiyentlər haqqında müxtəlif mənbələrdən alınmış informasiyanın birgə analizi ilə daha yaxşı xidmət təmin etmək mümkündür. Verilənlər nə qədər çox olarsa, elmi araşdırmalara, yeni işlərə, diaqnostik metodların təkmilləşdirilməsinə, təsadüfi və geniş yayılmış xəstəliklərin profilaktikası və müalicəsinə daha çox imkan yaranar.

Teletibbin əsas üstünlüyü ondadır ki, pasiyent xəstəxanaya getmədən smart qurğular vasitəsilə ondan alınmış verilənlər əsasında həkim real vaxt rejimində xəstənin vəziyyətini, xroniki xəstəliyi monitorinq edir, müalicə təyin edir və dərmanların dozasını daha dəqiq müəyyən edə bilər. Digər bir cəhət isə xərclərin azalmasıdır. Teletibb hazırda geniş yayılmış və xəstəxanaların, şəxsi həkimlərin, səhiyyə agentliklərinin gündəlik fəaliyyəti ilə inteqrasiya olunmuşdur [22, 23]. Teletibbin əsas istiqamətləri isə aşağıdakılardır: onlayn və oflayn telekonsultasiyalar, cərrahi əməliyyatların translyasiyası, biomonitorinqlər, evdə teletibb.

### **Səhiyyədə Big Data imkanları**

Big Data analitikası səhiyyə sistemində inqilabi dəyişikliklərə imkan verir. Əməliyyatların səmərəliliyinin yaxşılaşdırılması xəstəlik epidemiyalarını proqnozlaşdırmağa, səhiyyə sahəsinə xərcləri optimallaşdırmağa, kliniki sınaqların monitorinqinin keyfiyyətini yaxşılaşdırmağa kömək edə bilər [1–3, 6, 10, 24].

Səhiyyədə Big Data-nın ümumi hədəfləri aşağıdakılardır:

- böyük həcmdə tibbi məlumatlardan yararlanaraq pasiyentə lazım olan anda və lazım olan düzgün müdaxiləni təmin etmək;
- pasiyentə fərdiləşdirilmiş qayğı göstərmək;
- səhiyyə sisteminin bütün komponentlərinə (provayder, ödəyici, xəstə və menecment) potensial olaraq xeyir vermək.

Tibbdə Big Data pasiyentlərin xəstəlik əlamətlərinin səbəb və fəsadlarının aşkarlanmasında, xəstəliyin təhlükəlilik dərəcəsini və ya təkrar baş verməsini proqnozlaşdırmaqda, həmçinin ilkin tibbi-sanitar köməyin göstərilməsində vacib rol oynaya bilər. Big Data tibbdə xəstəlik diaqnozunun qoyulmasında, xəstəliyin profilaktikasının proqnozunda, fərdi sağlamlığın və xəstəliyin idarə edilməsində, fərdi proqramların yaradılmasında istifadə oluna bilər.

Big Data texnologiyaları tibbi fəaliyyətdə də mühüm rol oynaya bilər. Bu sahədə Big Data texnologiyaları pasiyentin müalicəsində fərdi yanaşmanı təmin etməyə imkan verir, Big Data texnologiyaları istifadə edən qurğu həkimin fərdi köməkçisi qismində çıxış edir. Qabaqcıl elmi tədqiqatlara əsaslanan verilənlərin analizi, uyğun xəstəliyin müalicəsi təcrübəsi, ayrı-ayrı müalicə preparatlarının kliniki tədqiqatına əsasən pasiyent üçün orqanizmin xüsusiyyətlərini nəzərə alan fərdi müalicə planı işləmək olar. Bu istiqamətdə bir çox şirkətlər aktiv işlər aparırlar. Məsələn, IBM səhiyyə sahəsində insan genlərinin analizini və çox qısa zamanda pasiyentin düzgün müalicəsinin seçilməsini təmin edən sistemlərin işlənməsi üçün bir çox təşkilatlarla əməkdaşlıq edir. Bu sistemlər genlər haqqında informasiya toplayır, təyin olunmuş müalicəyə pasiyentin reaksiyasını öyrənir və insanın DNT-sinin xüsusiyyəti nəzərə alınmaqla variantlar təklif edir [24, 25].

### **Səhiyyədə Big Data problemləri**

Səhiyyədə sürətlə artan verilənlər geniş imkanlarla yanaşı bir sıra problemlər də yaradır. Problemləri üç qrupa bölmək olar: texniki-texnoloji, hüquqi və elmi problemlər [2, 3].

Səhiyyə sistemlərində Big Data platformaları üçün proqram təminatları, onların inteqrasiyası, istifadəçi interfeysləri və s. texnoloji problemlər sırasındadır.

Səhiyyə sistemində, xüsusən də e-tibbdə məlumatların əksəriyyətini pasiyentlərin fərdi məlumatları təşkil edir. Bu baxımdan Big Data analizi texnologiyalarının tətbiqində vətəndaşların şəxsi həyatlarının rəqəmsal mühitdə qorunması məsələsi gündəmə gəlir. Burada əsas problem Big Data analizi texnologiyalarının təbiəti ilə fərdi məlumatlar haqqında qanunvericilikdə uyğunsuzluqların, ziddiyyətlərin meydana çıxmasıdır. Əvvəlcədən müəyyən edilmiş məqsədlər üçün emal və ya təkrar istifadə olunan fərdi məlumatların həcminə olan məhdudiyətlər Big Data-nın fəlsəfəsinə ziddir və bu texnologiyayı malik olduğu imkanlardan məhrum edir [26,27]. Bu problemə sonrakı bölmədə bir qədər geniş baxılacaq.

Avropa İttifaqı səhiyyə sahəsində Big Data texnologiyalarının tətbiqindəki əsas problemləri aşağıdakı kimi təqdim edir: verilənlərin konfidensiallığı, təhlükəsizliyi, həqiqiliyi, uyğunluğu və idarə edilməsi [4, 28].

Pasiyentlər onların tibbi məlumatlarının, xüsusən də genetik verilənlərinin mənimsənilməsindən çox ehtiyatlanırlar. Verilənlərə əlyətərlik və konfidensiallıq riskləri bir-birilə əlaqəlidir. Avropa Komissiyasının Open Data siyasəti ilə bu təhlükənin aradan qaldırılması üçün qanunvericilikdə islahatlara ehtiyac yaranır.

Bütün sahələrdə olduğu kimi, tibbdə də böyük həcmdə verilənlər saxlama, emal və analiz sahəsində ciddi problemlər yaradır [28–30]:

- heterogen mənbələrdən bilik çıxarmaq;
- yazılarda pasiyent/məlumat korrelyasiyaları istifadə etmək;
- strukturlaşdırılmamış klinika qeydlərinin düzgün kontekstdə anlanması;
- böyük həcmli tibbi təsvirlərdən ibarət verilənlərin effektiv emalı və potensial lazımı informasiyanın və biomarkerlərin çıxarılması;
- genetik verilənlərin analizi hesablama məsələsidir və standart kliniki verilənlərlə birləşdirildikdə əlavə mürəkkəblilik yaradır;
- pasiyentlərin sensorlar, sosial qarşılıqlı əlaqələr vasitəsilə davranışları haqqındakı məlumatların toplanması.

Bu istiqamətdə problemlərin həllində daha mükəmməl intellektual analiz üsulları, vizuallaşdırma üsulları və s. lazım gəlir.

## Səhiyyədə Big Data tətbiqləri

ABŞ-da 2009-cu ildə “Health Information Technology for Economic and Clinical Health” (HITECH) qanunu qəbul edildikdən sonra EHR sistemlərinin tətbiqinə başlanmışdır. EHR-in əsas üstünlüyü tibb işçilərini tam və dəqiq tibbi informasiya ilə təmin edə bilməsidir. Hazırda ondan ABŞ-ın əksər (50%) xəstəxanalarında istifadə olunur.

ABŞ dünyada EHR texnologiyalarının tətbiqində tək deyildir. Kanadada tibbi yardım və tibbi xidmətlərin yaxşılaşdırılması, ümumilikdə səhiyyə xidmətinin effektivliyinin yüksəldilməsi məqsədi ilə sağlamlıq üçün EHR kimi rəqəmsal həllərin sürətləndirilməsi üçün “Canada Health Infoway” layihəsi qəbul edilmişdir. Kanada hökuməti tərəfindən bu layihənin reallaşdırılması üçün 2,15 milyard Kanada dolları həcmində maliyyə vəsaiti ayrılmışdır [31]. Avropada isə EHR texnologiyalarının inkişafı üçün 3 milyard dollar vəsait ayrılmışdır [28].

Səhiyyə sahəsində Big Data tətbiqinin digər sinifinə isə MedicalBody Area Networks (MBAN) daxildir. Naqilsiz MBAN sensorları ürək döyüntülərini, elektrokardiogramı, bədən temperaturunu, tənəffüs tezliyini, döş qəfəsinin səslərini, qan təzyiqini və s. ötürməklə xəstənin vəziyyətini fasiləsiz monitorinq etməyə imkan verir. MBAN, həm də xəstənin sağlamlığının real vaxt rejimində monitorinqini, infeksiya nəzarəti, pasiyentin izlənməsini həyata keçirməyə imkan verir. Buna baxmayaraq, yüz minlərlə xəstədən alınan bu cür böyük MBAN massivlərini real vaxtda analiz etmək üçün səhiyyə provayderləri intellektual və yüksək səviyyəli təhlükəsiz İKT infrastrukturuna malik olmalıdırlar.

## Fərdi tibbi məlumatlar

Ümumiyyətlə, fərdi verilənlərin avtomatlaşdırılmış emalı problemlərinə həsr olunmuş xüsusi müddəalar ilk olaraq Avropada meydana çıxmış və sonralar bütün dünyaya yayılmışdır. 2012-ci ilin əvvəlinə olan məlumata görə, fərdi məlumatlar haqqında qanun dünyanın 89 ölkəsində qəbul edilmişdir. Bu sahədəki əsas hüquqi akt 1981-ci il 28 yanvar tarixində Avropa Şurası tərəfindən qəbul edilmiş “Fərdi məlumatların avtomatlaşdırılmış qaydada işləməsi ilə əlaqədar şəxslərin qorunması haqqında” Konvensiyadır. Bu Konvensiyanın müddəaları əsasında Avropa ölkələri milli səviyyədə fərdi verilənlərin tənzimlənməsinə həsr olunmuş qanunlar qəbul etmişlər [28].

Səhiyyə sferasının elektronlaşdırılması nəticəsində böyük həcmdə fərdi məlumatlar informasiya sistemlərinə daxil olur. Tədqiqatlar göstərir ki, əksər tibbi verilənlər kifayət qədər qorunmur və bu verilənlərin bir qismi – 7%-i açıq olmaqla mühafizə olunmağa ehtiyac duymur. Böyük qismi (93%-i) isə gizli verilənləri təşkil edir və onlar mühafizəyə ehtiyac duymur. Məsələn, tibbi yazılar, tarixçələr. Pasientlərin tibbi məlumatlarının 57%-i qismən qorunur, 43%-i isə adekvat olaraq qorunmur [7].

Tibb və səhiyyə verilənləri ən intensiv mübadilə edən sahələrdir. Big Data erasında İKT, kompüter elmləri və tədqiqatlar arasında qarşılıqlı əlaqə səhiyyə sahəsində daha geniş yayılmışdır. Bu gün tibb müəssisələrinin həll edəcəyi ən aktual problem konfidensial fərdi tibbi verilənlərin mühafizəsidir.

Qanunvericilikdə fərdi məlumat, subyektin kimliyini birbaşa və ya dolayısı ilə müəyyənləşdirməyə imkan verən istənilən məlumatdır [32]. Bu sənədləşdirilmiş informasiyanın onun sahibinin razılığı olmadan üçüncü şəxsə ötürülməsi qanunla qadağandır. Tibbi sirr daşıyan informasiyanın sahibi məhz pasiyentdir və ya pasiyentin razılığını almış qanuni nümayəndəsidir. Fərdi məlumatların emalı dedikdə, onlar üzərindəki istənilən əməliyyat (toplanması, sistemləşdirilməsi, saxlanması, yeniləndirilməsi, dəyişdirilməsi, istifadəsi, paylaşılması, məhv edilməsi) nəzərdə tutulur. Tibbi müəssisələrdə fərdi məlumatların emalı informasiyanın konfidensiallığını təmin edən qaydalara riayət etməklə və icazəsiz müdaxilələrdən mühafizə olunmaqla həyata keçirilməlidir.

Verilənlərin əksəriyyəti fərdi məlumat olduğundan Big Data texnologiyaları şəxsi həyatın toxunulmazlığı baxımından ciddi problemlər yaradır. Ona görə də bu verilənlər xüsusi mühafizə olunmalıdır.

[12]-də qeyd olunduğu kimi, müasir izləmə texnologiyaları və Big Data analitikası əsasında insanın “doğulduğu gündən ölənə qədər” izlənməsi imkanının yaranması onun şəxsi həyatının toxunulmazlığını sual altında qoyur. İnsanların xəbəri olmadan onların haqqındakı verilənlərin analiz olunması etik və hüquqi cəhətdən yolverilməzdir.

### Səhiyyənin gələcək modeli

Səhiyyənin gələcəkdə inkişaf modeli üçün aşağıdakılar tövsiyə olunur:

- səhiyyənin bütün sahələrində effektivliyin artırılması;
- daha çox əməkdaşlıq/özünə qayğı (*ing. collaborative/self-care*);
- əsas diqqətin əhalinin sağlamlığının idarə olunmasına yönəldilməsi.

Verilənlər biliyə əsaslanan qərarlara imkan verəcək və bu işdə İT aparıcı faktor olacaqdır.

Bunun üçün ilk növbədə aşağıdakılar tövsiyə olunur:

- işçi proseslər və tətbiqlər çərçivəsində İT imkanları və hüquqları yaxşılaşdırmaq və genişləndirmək;

- uyğun analitik texnologiyalar və mühit seçmək;

- təhlükəsizliyin daha effektiv idarə edilməsini təmin etmək;

- daha güclü mobil strategiyalar qəbul etmək;

- koordinasiya və komanda əsasında sağlamlıq üçün bulud tətbiqləri;

- tibbi ixtisaslar üzrə tədqiqatların aparılmasında verilənlər alimlərinin (*ing. data scientist*)

hazırlanması və s.

### Nəticə

Biz çox böyük həcmli verilənlərlə dolu dünyada yaşayırıq. Mütəxəssislər, haqlı olaraq, 21-ci əsr insan həyatının bütün aspektlərini, o cümlədən tibbi əhatə edən Big Data dövrü adlandırır. Tibbi verilənlərin həcmnin və müxtəlifliyinin artması bir daha göstərir ki, Big Data dövrü məhz səhiyyə üçün yaranmışdır. Bunun ancaq informasiya sistemlərinin həyata keçirilməsi və qiymətləndirilməsi nöqtəyi-nəzərindən deyil, həm də informatika sahəsində tədqiqatçıların və peşəkarların hazırlanmasında böyük təsiri vardır, yəni tibb mütəxəssisləri informatika sahəsində nə etməlidirlər. Big Data və analitika sahəsində işləyənlər nəyi bilməlidirlər.

Ənənəvi tibbi kağız yazılardan elektron tibbi kartlar sisteminə keçilməsi, biotibb, teletibb qurğuları tibbi verilənlərin eksponensial artmasına səbəb olmuşdur. Böyük həcmli verilənlər üzərində qurulan analitik təhlillər nəticə etibarlı ilə həkimlər və səhiyyə sahəsində ekspertlərə verilənlər əsasında idarəetmə qərarlarının qəbulu üçün çox yaxşı imkanlar və tibbi tədqiqatlar üçün geniş poliqon yaradır. Səhiyyədəki aparıcı tendensiyalar verilənlərin həcmi artıracaq və verilənlərdən asılılıq yaradacaqdır. Belə bir mühitdə fərdi tibbi verilənlər xüsusi mühafizə olunmalıdırlar. Verilənlərdən daha səmərəli faydalanmaq üçün tibbi biologiya və tibbi informatika və digər sahələr üzrə hazırlıq keçmiş mütəxəssislərə ehtiyac yaranır.

### Ədəbiyyat

1. Zhang Sh. Big Data for Healthcare in China: a Review of the State-of-art // Cambridge Journal of China Studies, 2015, vol.10, no.1, pp.32–40.
2. Sebastian S.V., Haimann A., Mossialos E. Big Data and Health Care: Challenges and Opportunities for Coordinated Policy Development in the EU // Health Systems & Reform, 2015, vol.1, no.4, pp.285–300.
3. Susan E.W. A review of Big Data in health care: challenges and opportunities // Open Access Bioinformatics, 2014, no.6, pp.13–18.
4. Whitepaper: Healthcare Disaster Recovery. [www.bridgeheadsoftware.com](http://www.bridgeheadsoftware.com)
5. R. Wyber, et al. Big Data in global health: improving health in low- and middle-income countries. [www.who.int/bulletin/volumes/93/3/14-139022.pdf](http://www.who.int/bulletin/volumes/93/3/14-139022.pdf)

6. Əliquliyev R.M., Hacırahimova M.Ş. "Big Data" fenomeni: problemlər və imkanlar // İnformasiya texnologiyaları problemləri, 2014, №2, səh.3–16.
7. The Digital Universe in driving data growth in healthcare. 2014. [www.emc.com/collateral/analyst-reports/idc-the-digital-universe-in-healthcare.pdf](http://www.emc.com/collateral/analyst-reports/idc-the-digital-universe-in-healthcare.pdf)
8. Laney D. "3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity and Variety." Technical report, META Group, Inc (now Gartner, Inc.), February 2001. <http://blogs.gartner.com/>
9. Big Data: The next frontier for innovation, competition, and productivity. Analyst report, McKinsey Global Institute, May 2011. [www.mckinsey.com/](http://www.mckinsey.com/)
10. Jee K., Kim G.H. Potentiality of Big Data in the Medical Sector: Focus on How to Reshape the Healthcare System // Healthcare Informatics Research, 2013, vol.19, no.2, pp.79–85.
11. Hacırahimova M.Ş. Big Data texnologiyaları və informasiya təhlükəsizliyi problemləri // İnformasiya texnologiyaları problemləri, 2016, №1, səh.49–56.
12. İmamverdiyev Y.N. Big Data texnologiyalarının böyük perspektivləri və problemləri // İnformasiya cəmiyyəti problemləri, 2016, №1, səh.23–34.
13. Zhang Z. Big Data and clinical research: focusing on the area of critical care medicine in mainland China // Quantitative Imaging in Medicine and Surgery, 2014, vol.4, no.5, pp.426–429.
14. Margolis R., Derr L., Dunn M. et al. The National Institutes of Health's Big Data to Knowledge (BD2K) initiative: capitalizing on biomedical Big Data // Journal of the American Medical Informatics Association, 2014, vol.21, no.6, pp. 957–958.
15. Baro E., Degoul S., Beuscart R., and Chazard E. Toward a Literature-Driven Definition of Big Data in Healthcare // BioMedResearch International, vol.2015, Article ID 639021, 9 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/6390212014>
16. Майер-Шенбергер В., Кукьер К. Большие данные. Революция, которая изменит то, как мы живем, работаем и мыслим, М.:МИФ, 2014, 17 с.
17. Buchan I., Bishop Ch. A Unified Modelling Approach to Data-Intensive Healthcare. The fourth paradigm, 2009, pp.91–97.
18. <http://medcitynews.com/2013/03/the-body-in-bytes-medical-images-as-a-source-of-healthcare-big-data-infographic>
19. Toga A.W., Dinov I.D. Sharing big biomedical data // Journal of Big Data, 2015, vol.2, no.7, pp.1–12.
20. Трифонова О.П., Ильин В.А., Колкер Е.В., Лисица А.В. Большие данные в биологии и медицине // Acta Naturae, 2013, том 5, № 3 (18), с.14–17.
21. Otero P., Hers W.H, Ganesh J. Big Data: Are Biomedical and Health Informatics Training Programs Ready? // Yearbook of Medical Informatics, 2014, pp.177–181. <http://dx.doi.org/10.15265/IY-2014-0007>
22. Coakley M., Crocetti G., Dressner P., Kellum W. Transforming Telemedicine Through Big Data Analytics. Cornell University Library, 2015.
23. What is Telemedicine? American Telemedicine Association. [www.americantelemed.org/](http://www.americantelemed.org/)
24. Wullianallur R., Viju R. Big Data Analytics in Healthcare: Promise and Potential // Health Information Science and Systems, 2014, no.2, vol.3, pp.1–10.
25. Big Data at the speed of business. 2015. [www-01.ibm.com/software/data/bigdata/](http://www-01.ibm.com/software/data/bigdata/)
26. Tene O., Polonetsky J. Privacy in the age of Big Data: A time for big decisions // Stanford Law Review Online, 2012. [www.stanfordlawreview.org/online/privacy-paradox/big-data](http://www.stanfordlawreview.org/online/privacy-paradox/big-data)
27. Greenleaf G. Global Data Privacy Laws: 89 Countries, and Accelerating, Privacy Laws & Business International Report, February 2012.
28. The Use of Big Data in Public Health Policy and Research, 2014. [http://ec.europa.eu/research/health/pdf/public-health-research\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/health/pdf/public-health-research_en.pdf)
29. Herland M., Khoshgoftaar T M., Wald R. A review of data mining using Big Data in health informatics // Journal of Big Data, 2014, vol.1, no.2, pp.1–35.

30. Alyass A., Turcotte M., Meyre D. From Big Data analysis to personalized medicine for all: challenges and opportunities // BMC Medical Genomics, 2015, vol.8, no.33, pp.1–12.
31. Finance, Government of Canada, Department of "Budget 2016: Chapter 5 - An Inclusive and Fair Canada". www.budget.gc.ca. Retrieved 2016-05-02.
32. Fərdi məlumatlar haqqında Azərbaycan Respublikasının Qanunu, 11 may 2010-cu il, www.president.az

#### **УДК 004.62**

#### **Гаджирагимова Макруфа Ш.**

Институт Информационных Технологий НАНА, Баку, Азербайджан

[makrufa@science.az](mailto:makrufa@science.az)

#### **Эра Big Data в здравоохранении: обещания и проблемы**

На сегодняшний день основной движущей силой информационного общества являются Big Data. Они обладают потенциалом, способным изменить здравоохранение. В статье раскрывается суть Big Data. Прокомментированы источники, возможности Big Data в здравоохранении. В том числе проанализированы некоторые проблемы, которые порождают Big Data в здравоохранении. Рассматриваются задачи безопасности личных медицинских данных, а также даны рекомендации для развития сферы здравоохранения.

**Ключевые слова:** *Big Data, здравоохранение, э-медицина, геном, биомедицина, телемедицина, электронная карта здоровья, персональные медицинские данные.*

#### **Makrufa Sh. Hajirahimova**

Institute of Information Technology of ANAS, Baku, Azerbaijan

[makrufa@science.az](mailto:makrufa@science.az)

#### **The Big Data Era in Healthcare: Promises and Challenges**

Currently, Big-data has become one of the driving force of the development of information society. Big-data have the potential to transform health care. In this article, the essence of Big Data is described, the sources, possibilities of Big Data are interpreted in healthcare. Some emerging problems of Big Data in healthcare are also analyzed. The security issues of personal medical information is reviewed, recommendations related to the development of the healthcare sector are provided.

**Keywords:** *Big Data, healthcare, e-medicine, genom, biomedicine, telemedicine, electronic health records, personal medical data.*