

Böyük Verilənlərin Saxlanılma Problemləri və Mövcud Həllər

Məkrufə Hacırahimova¹, Mərziyə İsmayılova²

^{1,2}AMEA İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

¹makrufa@science.az, ²imarziya@gmail.com

Xülasə — Verilənlərin saxlanması və emalı problemi hər zaman mövcud olmuşdur. İnformasiya-kommunikasiya texnologiyaları vasitəsilə yaradılan böyük həcmli verilənlər bu gün saxlama problemini bir daha gündəmə gətirmişdir. Məqalədə verilənlərin saxlanma sistemləri müqayisəli şəkildə araşdırılmış, həmçinin böyük verilənlərin saxlanılma problemləri və mövcud yanaşmalar analiz edilmişdir.

Açar sözlər — böyük verilənlər, böyük verilənlərin saxlanması, verilənlər mərkəzi, bulud hesablama, bulud saxlama.

I. GİRİŞ

Son onillikdə informasiyaya əlyətərliyin asanlaşması və kommunikasiya vasitələrinin çoxalması nəticəsində hər il rəqəmsal informasiyanın həcmi həndəsi silsilə ilə artır. Statistik rəqəmlərə nəzər salaq. IDC (International Data Corporation) analitik şirkətinin məlumatına görə dünyada yaradılmış və replikasiya olunmuş informasiyanın həcmi təxminən 7,5 zetabayta bərabər olması və informasiyanın 90%-dən çox hissəsini strukturlaşdırılmamış verilənlərin (foto, video, mp3 faylları, sosial media faylları və s.) təşkil etdiyi bildirilir, 2020-ci ildə dünyada rəqəmsal informasiyanın həcmi 44 zetabayta çatması haqqında proqnoz verilmişdir [1, 2]. Bu rəqəmlər həqiqətən də verilənlərin həcmi çox böyük olduğunu bir daha sübut edir.

Böyük verilənlər (BV) həcm, sürət və müxtəliflik ilə xarakterizə olunur. Həcm böyük verilənlərin ən əsas xarakteristikasıdır. Həcm isə ilk növbədə saxlama problemi yaradır ki, bu da genişmiqyaslı saxlama və paylanmış emal tələb edir. İnformasiyanın həcmi həndəsi silsilə ilə artdığı üçün informasiyanın etibarlı saxlanması, təhlükəsizliyinin təmini, idarə olunması və onlara operativ müraciətin təşkili hər bir təşkilatın qarşılaşdığı problemdir [1].

Yeni elmi modellər, optimallaşma üsulları, təhlükəsizlik modelləri BV saxlanması və əlyətərliyinin təmin edilməsindən doğan böyük problemlərlə başlayır. Belə ki, həm saxlama sistemləri arxitekturu səviyyəsində (bulud saxlamaları və ehtiyat surətlərin alınması, paylanmış saxlanclar), həm də fiziki səviyyədə yeni həllər tələb olunur.

II. BÖYÜK VERİLƏNLƏRİN SAXLANILMASI QURĞULARI

BV əsri üçün analitik alətlərlə yanaşı böyük həcmli və sürətli saxlama sistemləri tələb olunur. Ümumiyyətlə

verilənlərin saxlanma qurğuları 4 tipə bölünür: sərt disklər (Hard Disk Drive, HDD), optik disklər (Optical Disk Drive, ODD), sərtgövdəli qurğular (Solid State Drive, SSD) və maqnit lentlər [3].

A. Sərt disklər

HGST (Hitachi Global Storage Technologies) disklərin satışı şirkətinin tədqiqatlar üzrə vitse-prezidenti K. Muncenin (Currie Muncie) proqnozuna görə sərt disklər (“onlar hər yerdə var, praktikdir və ucuzdur”) 2020-ci ilə qədər əsas saxlama sistemi olaraq qalacaqdır. Sərt disklərin tutumunun artırılması istiqamətində daima işlər davam etdirilir. Hal-hazırda istifadə olunan iri sərt diskin tutumu 4 terabaytdır. Sərt disklər üçün nanolitoqrafiya, helium disklər və HAMR (*Heat-assisted magnetic recording*) kimi üç yeni yanaşma daha çox imkanlar vəd edir [3].

Nanolithography – iki innovativ “*nanoimprinting*” və “*molecularself-assembly*” kimi texnologiya vasitəsilə yaradılan sərt disk yazı sıxlığını artırmaqla disk tutumunu ikiqat böyüdür [3].

Helium drives. 2013-cü ilin sonunda HGST şirkəti helium elementi ilə hazırlanmış ilk sərt disk platformasını təqdim etmişdir. İstehsalçının qeyd etdiyinə görə bu texnologiya verilənlərin emal edilmə mərkəzi və bulud infrastrukturunu üçün sərt diskin tutumunu və onun ümumi dəyərini əhəmiyyətli dərəcədə artırmağa imkan verir. Bu innovasiya sayəsində 2017-ci ilə HDD-də 1 kvadrat düymə yazı sıxlığının 5 terabayta çatacağı proqnozlaşdırılır. Hava ilə hazırlanmış disklərdən fərqli olaraq helium elementli disklər daha tutumludur. K. Munceyə görə bu disk yeddi lövhə dəstəkləməyə imkan verir, həm də enerjidən istifadəni 23 %-ə qədər azaldır. Ancaq hava ilə hazırlanmış disk ən çoxu beş lövhəyə malikdir [3,4].

HAMR. texnologiyası sərt diskin tutumunu artırmağa imkan verir. Bu texnologiya ilə hazırlanmış disklər hazırda istifadə olunan disklərdən fərqli olaraq böyük sıxlıqla saxlamaya imkan verir [3].

Verilənlərin saxlanması üçün sərt disklərin ən böyük istehsalçılarından olan Seagate Technology şirkəti laboratoriya sınaqlarında disk sahəsinin hər kvadrat düymə 1 terabayt olmaqla saxlama sıxlığını artırmaq üçün HAMR-dan istifadə edir. Bu günki disklər hər kvadrat düymə maksimum 620 qiqa

bayt sıxlıq təklif edir. Şirkət həm də HAMR texnologiyalı 6 terabayt informasiya saxlayan və sonda ola bilsin ki, maksimum 60 terabayt həcmli sərt disklərin ilk məhsulunun satışa çıxarılma planının 2016-cı ilə gözlənildiyini bəyan etmişdir [3, 4].

B. Solid state memory

Təşkilat üçün ciddi problemlərdən biri böyük həcmli verilənlərin dinamik olması və onların sürətli əldə edilməsidir. Bu problem SSD disklərindən istifadə edilməklə həll edilir, belə ki, onlar sərt disklərdən fərqli olaraq hərəkət edən hissələrə malik olmadığından verilənlərə sürətli müraciət əldə edilir və analiz üçün işçi yaddaş qismində istifadə olunur. Hazırda tədqiqatçılar SSD üçün yeni yanaşmalar üzərində işləyirlər. Məsələn, 3D NAND qurğusu əhəmiyyətli dərəcədə saxlama sıxlığını artırır və ilk qurğunun istehsalının 2015-ci ilə gözləniliyi bildirilir [3-5].

C. Maqnit lentlər

Qeyd etmək lazımdır ki, saxlama texnologiyalarının inkişafına baxmayaraq, maqnit daşıyıcıları əvvəlki kimi qiymət/həcm cəhətdən ən yaxşı həll kimi təklif edilir, bundan başqa, onlar yüksək etibarlılığa malikdirlər və xidmətdə çox yararlı hesab edirlər. Göstərilən səbəblərdən, onlardan hələ də, xüsusilə nadir hallarda istifadə edilən verilənlərin arxivləşdirilərək saxlanması üçün geniş istifadə edirlər [5].

D. Optik disklər

Optik disklər BV-nin saxlanması üçün çox da effektiv deyildir. Yaddaşın həcmi artırmağa imkan verən daha yüksək sıxlığa nail olmaq üçün holografik, yaxud çoxlaylı həllərdən istifadə edilməlidir. Bu da mürəkkəb texniki problemdir [5].

III. BULUD SAXLAMALARI

Bu gün saxlama məsələsinin həllində informasiyanın qurğular arasında miqrasiyasını həyata keçirən bir sıra texnologiyalar: DAS (Direct-Attach-Storage), NAS (Network Attached Storage), SAN (Storage Area Networks), HSM (Hierarchical Storage Management), ILM (Information Lifecycle Management) mövcuddur [1, 6, 7]. Lakin bu texnologiyalar BV əsri üçün o qədər də yararlı deyildir. Son zamanlar isə saxlama qurğularının yaddaş tutumunun artması, çoxsaylı kompüterlərin (server, kompüter və s.) hesablama və yaddaş resurslarının klasterləşməsi və virtuallaşdırılmasını həyata keçirməklə, verilənlərin emalı və yadda saxlanılmasına xidmət edən “grid” və “cloud computing” texnologiyalarının tətbiqi saxlama sahəsindəki problemləri demək olar ki, nisbətən aradan qaldıra bilmişdir [1, 8].

Müasir İT faktorları: böyük verilənlər, analitika və bulud texnologiyalarını bu gün bir-birindən ayırmaq mümkün deyildir. Buludlarda saxlama, buludlarda hesablama olmadan böyük verilənlərlə işləmək mümkün deyildir. Qeyd etmək lazımdır ki, bulud texnologiyaları böyük hesablama aparılmasında son dərəcə müvəffəqiyyətli yanaşmalardandır. Burada böyük həcmli rəqəmsal informasiya IaaS (Infrastructure as a service), PaaS (Platform as a service),

SaaS (Software as a service) bulud xidmətləri vasitəsi ilə mərkəzləşdirilmiş qaydada idarə olunur və saxlanılır [1, 9].

Bulud saxlama əksər təşkilatlara böyük həcmli informasiyaların saxlanmasına kömək edir. Belə ki, təşkilatların çoxu öz informasiyalarını müstəqil saxlamaqdan yayınaraq buludda, böyük verilənlərin emalı mərkəzində saxlayırlar. Bulud saxlama xidməti tələb üzrə resursların ödəniş əsasında əldə edilməsinə xidmət edən ehtiyat və saxlama modelidir. Bu əsasən böyük sayda verilənlər toplayan və onların saxlanması üçün resursları çatışmayan təşkilatlar üçün sərfəlidir [10, 11].

A. Bulud saxlama növləri

İstifadəçilərə göstərilən bulud saxlamanın müxtəlif formaları mövcuddur. Onlardan aşağıdakıları fərqləndirmək olar:

Şəxsi bulud saxlama (Personal Cloud Storage) – və ya mobil bulud saxlama kimi tanınmış saxlama növü buludda informasiyanın fərdi qaydada saxlanması və onlara istifadəçilərin dünyanın istənilən nöqtəsindən daxil olmasını nəzərdə tutur. Bu da verilənlərin çoxsaylı qurğular vasitəsilə sinxronlaşdırılması və mübadilə imkanlarını təmin edir. iCloud şəxsi bulud saxlamanın bariz nümunəsidir.

Ümumi bulud saxlama (Public Cloud Storage) – müəssisənin və saxlamanın servis provayderləri ayırır və müəssisənin verilənlərin emalı mərkəzində saxlanan heç bir bulud resursu yoxdur. Bulud saxlama provayderi tamamilə müəssisənin şəxsi bulud saxlamalarını idarə edir.

Özəl bulud saxlama (Private Cloud Storage) – vahid təşkilat daxilində fəaliyyət göstərən bulud infrastrukturudur. Burada bütün resurslar toplusu yalnız bir təşkilata məxsus olur.

Hibrid bulud saxlama (Hybrid Cloud Storage) — dövlət və özəl bulud saxlamaların birləşməsidir. Bir sıra qiymətli məlumatlar müəssisənin özəl buludunda saxlanılır. Eyni zamanda digər məlumatlar saxlama provayderlə ictimai buludda saxlanılır [11-13].

B. Bulud saxlamanın üstünlükləri və çatışmazlıqları

Verilənlərin bulud saxlamalarının başlıca üstünlükləri, ondan ibarətdir ki, aparat və proqram təminatına çəkilən xərclər azalır. Elektrik enerjisi üçün xərclər, serverlər üçün sahə, sistem administratorlarının işi və s. bulud saxlama provayderi tərəfindən aparılır. Verilənlərin bulud saxlama üstünlüklərinə aşağıdakılar aiddir:

- Fərdi kompüterlərin hesablama gücünə olan tələbat aşağı düşür (vacib şərt yalnız İnternetə girişin olmasıdır);
- İmtinalara davamlılıq;
- Təhlükəsizlik;
- Verilənlərin qorunması və əlyətərlik saxlama arxitekturasına məxsusdur;
- Verilənlərin emalında yüksək sürət;

- Disk fəzasına qənaət (verilənlər və proqramlar İnternetdə saxlanılır).

Bulud saxlama çatışmazlıqlarına isə aşağıdakıları aid etmək olar:

- Saxlanan verilənlərin bulud hesablamaları xidməti təqdim edən şirkətlərdən asılılığı;
- Yeni bulud inhisarçılarının meydana gəlməsi;
- Müxtəlif bulud saxlama provayderləri arasında qarşılıqlı əlaqəni təmin edən ümumi qəbul edilmiş standartların olmaması [11].

IV. MÖVCUD YANAŞMALAR

Hal-hazırda BV saxlanması sahəsindəki problemlər (Big Data storage) nüfuzlu beynəlxalq təşkilatlar (IEEE, Storage Networking Industry Association, SNIA v.s.) tərəfindən keçirilən konfransların, simpoziumların, seminarların və forumların əsas məzahirə mövzusu sırasındadır [14, 15].

BV-nin saxlanması problemlərinin həllinə həsr olunmuş çox sayda yanaşmalar irəli sürülmüşdür [16-26].

[16]-da paylanmış saxlama sistemlərində replikasiyanın alternativini kimi təmizləmə kodlarından (*erasure coded*) verilənlərin itki və izafiliyinin qorunması üçün yanaşma təklif edilmişdir. Belə ki, bu kodlar cüzi xərclərlə yüksək elastikliyi təmin edir. Lakin bu təmizləmə kodunda verilənlərin effektiv bərpası və yenilənməsi imkanlarının olmaması onun ən əsas çatışmayan cəhətidir. Reed-Solomon kodlaşmasından istifadə etməklə verilənlərin bərpasının dəyərini kifayət qədər azaltmaq olar.

Bulud saxlamalara tələbat get-gedə sürətlə artır. Belə ki, böyük sayda müəssisələrin və müştərilərin verilənləri buludda saxlanılır və emal edilir. Bu səbəbdən paylanmış obyektlərin verilənlərinin saxlanması həlli (məsələn, (Quantcast File System, QFS), OpenStack Swift, (Hadoop Distributed File System, HDFS)) istənilən bulud infrastrukturunun çox mühüm tərkib hissəsini təşkil edir. Bu sistemlər çoxlu sayda serverlər arasında informasiyaları paylaşmaqla yaxşı etibarlılıq təklif edir. Ancaq bu sistemlərin çatışmayan cəhəti onların vahid verilənlərin emalı mərkəzi daxilində yerləşdirilmək üçün nəzərdə tutulmasıdır. Açıq kodlu əksər saxlama sistemləri üçün geo-replikasiya (verilənlərin emalı mərkəzində lazımsız informasiyaların paylaşılması) qeyri-əsinxron olaraq şəffaf həyata keçirilir. Geo-replikasiyanın çox yüksək dərəcədə etibarlılığı təmin etməsini nəzərə alaraq [17]-də bilavasitə global şəbəkə şəraitində yerləşdirilmiş bu saxlama sistemlərinin həyata keçirilməsinə baxılmışdır. Bu məqsədlə Quantcast-QFS, Swift və Tahoe-LAFS kimi üç populyar paylanmış saxlama obyektini götürülmüş və üç böyük verilənlərin emalı mərkəzində testdən keçirilmiş və qiymətləndirilmişdir.

Sənaye və elmi dairələr üçün [18]-də çoxlu passiv verilənlər saxlayan BV sistemində kodlaşdırma texnologiyası əsasında həll təklif edilmişdir. Kodlaşdırma texnologiyalarının tədqiqi sistemin etibarlılığını qoruyur, həm də təhlükəsizliyi və verilənlərin saxlama sistemlərindən istifadəni yaxşılaşdırır, boş yerlərə qənaət edir. Tədqiqatçılar yükləmə tarazlığını saxlamaq

üçün saxlama qovşağını bir neçə virtual qovşağa bölmüşdür. Müxtəlif “server codec” üçün müxtəlif virtual qovşaqların saxlama qruplarını yaratmaqla sistemin əlyətərliyi təmin edilmişdir. Qovşağın və verilənlər blokunun şifrinin açılmasında paralel hesablamadan istifadə etməklə sistemin bərpası üçün vaxt azaldılmışdır. Bundan başqa, çoxlu istifadəçilər müxtəlif kodlaşdırma parametrlərindən istifadə etməklə BV-nin saxlama sisteminin etibarlılığını yüksəldir. Müəlliflər müxtəlif m verilənlər bloku və k kalibrəmə bloku yaratmaqla külli miqdarda eksperimentlərdə istifadə əmsalını yaxşılaşdırmışdır. İstifadə edilən ICRS (International Standard Recording Code) şifrilmə ilə kodlaşdırmanın effektivliyi CRS-dən (Cyclic redundancy check) 34,2% və RS (Reed-Solomon) şifrilmədən isə 56,5% yüksəkdir. ICRS-lə deşifrilmənin sürəti CRS-dən 18,1%, RS-dən 31,1 % yüksəkdir.

[19]-də təqdim edilmiş klaster saxlama sistemi adlanan intellektual şəbəkə saxlama diskləri BV-nin saxlanması, əlyətərliyi, mühafizəsi və idarə edilməsi kimi problemləri həll edir. Yaddaş tıxacının (*bottleneck*) aradan qaldırılması üçün ucuz (*cheap*) və dəqiq (*accurate*) kanal işlənmişdir.

Hal-hazırda verilənlərin buludda təhlükəsiz və effektiv saxlanması bulud hesablamaları sahəsində ən böyük çağırışlardan biridir. Buludda saxlanan verilənlərin etibarlı şəkildə qorunmasına zamanət yoxdur. [20]-də bulud hesablama sistemində təhlükəsizliyi təmin edən etibarlı hesablama mühiti yaratmaq üçün metod təklif edilmişdir. Bu metod istifadəçilərə verilənlərini buludda təhlükəsiz və effektiv saxlamağa imkan verir. BV-nin idarə edilməsi və təhlükəsizlik problemləri verilənlərin bulud saxlamaya yüklənməsi zamanı şifrilmə və sıxma (*compression*) metodu ilə həll edilir.

BV-nin həcmi və müxtəlifliyi kimi özəllikləri saxlanma və analitikada problemlər yaradır. [21]-də bulud mühitində BV-nin saxlanması üçün universal arxitektura təqdim edilmişdir. Burada klaster analizindən istifadə edilməklə müxtəlif qovşaqlar arasındakı kommunikasiya xətlərinin qiymətinə görə bulud qovşaqları bir neçə klasterə bölünmüşdür. Bu məqsədlə istifadəçilər üçün universal saxlama və sorğu interfeysi təmin edən, ən böyük hesablama gücünə malik klaster seçilmişdir. Digər klasterlərin hər biri relyason verilənləri, açar-qiymət (*key-value*) verilənləri (DynamoDB, Redis, Riak), sənəd (*document*) verilənləri (MongoDB, CouchDB) və s. kimi konkret modellə verilənlərin saxlanmasına cavab verir.

Bulud hesablamaları və mobil İnternetin inkişafı BV ilə əlaqəli problemlər elmi sahələr kimi sənayenin də diqqət mərkəzinə çevrilmişdir. Mövcud işlərin analizi əsasında BV-nin saxlanmasının qarşılaşdığı problemlərin həllində paylanmış fayl sistemləri, o cümlədən dörd əsas: kiçik faylların saxlanması, yüklənmənin balanslaşdırılması, sürət çıxarmanın daimiliyi (*consistency*) və təkrarlanmaların aradan qaldırılması (*deduplication*) üsulları ilə tədqiqat inkişaf etdirilmişdir [22].

Yeni hesablama paradigması kimi formalaşan bulud hesablamaları, xüsusilə BV nin emalı üçün resurslara çevik və geniş miqyasda əlyətərliyi təmin edir. Burada həll edilməmiş əsas problem verilənlərin buludda səmərəli emalı üçün uzun

müddət ərzində müxtəlif coğrafi məkanlarda yerləşmiş verilənlərin effektiv miqراسiyasıdır. Sərt disklə daşınma yanaşması qıvrıq və etibarlı deyildir. Parakəndə verilənlərin emal etmə mərkəzini əhatə edən buluda yönəldilmiş bu iş verilənlərin miqراسiyasına çəkilən xərclərin minimallaşdırılması problemini modelləşdirir və iki onlayn alqoritm təklif edir: verilənlərin emal etmə mərkəzində istənilən vaxt verilənlərin emal və aqreqasiya üçün seçilməsinin minimallaşdırılması; verilənlərin ötürülməsində marşrutun seçilməsi [23].

Verilənlərin tamlığı məzmunla əlaqəli istənilən verilən və hesablamanı praktik olaraq təmin etmək üçün mühüm amildir. O yalnız xidmətin keyfiyyətindən biri kimi xidmət etmir, həm də verilənlərin təhlükəsizliyinin və məxfiliyinin mühüm hissəsidir. Bulud hesablamaların yayılması və BV-nin analizinə artan tələbat verilənlərin, xüsusilə kənar (outsourced) verilənlərin tamlığının yoxlanması daha da zəruridir. Buna görə də verilənlərin tamlığının yoxlanması ilə əlaqədar tədqiqat mövzuları tədqiqatçıların böyük marağına səbəb olmuşdur. Bütün göstəricilər arasında iki ən maraqlı meyar effektivlik və təhlükəsizlikdir. [24]-də autentikliyin təhlili əsasında verilənlərin tamlığının effektiv yoxlanması analiz edilir və bu problemin əsas aspektləri üzrə icmal verilir, tədqiqat metodologiyaları, həmçinin bir neçə xarakterik yanaşmaların əsas nailiyyətləri ümumiləşdirilir.

Yer kürəsi müşahidələri repozitorisinin həcmi hər gün bir neçə terabayt artır. Qiymətli informasiyaları və bilikləri təqdim etmək üçün bu böyük həcmli verilənlərin emalı və saxlanması üçün effektiv metodun yaradılmasına ehtiyac vardır. [25] bulud virtuallaşması əsasında arxitektura həll təqdim edilir və Yer kürəsinin bu təsvirlərinin böyük həcmli verilənlərindən biliklərin əldə edilməsi üçün elastiki (*flexible*) və adaptiv (*adaptive*) metod təklif edilir.

[26]-da BV-nin saxlanması və idarəedilməsi problemləri analiz edilir və həllər təklif edilir.

NƏTİCƏ

Son illərdə verilənlərin həcmi çox böyük sürətlə artaraq yeni imkanlar və problemlər yaradır. Onların saxlanması sahəsində problemlər daha da aktuallaşmışdır. Aparılmış tədqiqatlardan da görünür ki, ümumiyyətlə verilənlərin ənənəvi saxlama sistemləri (HDD, SSD və s.) hələ geniş istifadə olunmaqdadır. Bu sahənin istehsalçıları və mütəxəssisləri mövcud saxlama sistemlərinin həcm və sürət kimi xarakteristikalarının yaxşılaşdırılması istiqamətində işlər aparırlar. BV-nin mövcud olması ilə “bulud saxlama” sistemlərinə maraq artmışdır. Bu sistemlərin isə təhlükəsizlik, əlyətərlik, effektivlik və s. kimi problemləri mövcuddur. Problemlərin həllində yeni yanaşmalar, metodlar təklif olunmuşdur. Nəticə olaraq qeyd etmək olar ki, BV saxlanma problemi həmişə olduğu kimi, indi də alimlərin maraq göstərdiyi mövzulardandır.

ƏDƏBİYYAT

- [1] R.M.Əliquliyev, M. Ş. Hacırahimova, “Big Data” fenomeni: problemlər VƏ İMKANLAR // İnformasiya Texnologiyaları Problemləri, 2014, №2, s. 3–16.
- [2] T The digital universe in 2020: Big Data, Bigger Digital Shadows, and Biggest Growth in the Far East. Study report, IDC, December 2012. www.emc.com/leadership/digital-universe.
- [3] Л. Черняк. Большие Данные — новая теория и практика, М.: Открытые системы, 2011, №10.
- [4] N. Leavitt, Storage Challenge Where Will All That Big Data Go, Computer? 2013, vol 48, no 9, pp. 22-25.
- [5] Е. О. Тютляева, М. М. Тютляев, Системы хранения данных лидирующих суперкомпьютеров ПРОГРАММНЫЕ СИСТЕМЫ: ТЕОРИЯ И ПРИЛОЖЕНИЯ.
- [6] X Fətəliyev, M.İ. İsmayilova, SAN texnologiyasının korporativ şəbəkədə tətbiqi haqqında / PCI 2006 “Kibernetika və informatika problemləri” Beynəlxalq konfransı. Cild II.- B., 2006. - S. 87-89.
- [7] T.X Fətəliyev, M.İ. İsmayilova, Korporativ verilənlərin saxlanılmasının bəzi məsələləri / 3-rd International Conference on Information Technologies and Telecommunication ITTC-2007 - Ganja., 2007. - S. 258-260.
- [8] D. Agrawal, S. Das, A. Amr El, R. Big Data and Cloud Computing: Current State and Future Opportunities // EDBT, march 22–24, 2011, Uppsala, Sweden.
- [9] Y. Foster, C.Kesselman, S. Tuecke, The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations // Intern. J. of High Performance Computing Applications, 2001, 15(3), 200–222, www.globus.org.
- [10] Big Data Processing using Apache Hadoop in Cloud System, www.researchgate.net.
- [11] О.С. Коваленко Обзор состояний, проблем и перспектив хранения и анализа данных в облаке. Информатика, вычислительная техника и инженерное образование. – 2011. №5(7).
- [12] A. Elmustafa Sayed Ali, R. Ali.. Saeed, A Survey of Big Data Cloud Computing Security // International Journal of Computer Science and Software Engineering (IJCSSE), vol. 3, no 1, 2014, pp: 78-85.
- [13] Implementing, Serving, and Using Cloud Storage. www.snia.org.
- [14] www.ieeebigdata.org
- [15] www.snia.org
- [16] K. S. Esmaili, A. Chiniah, A. Datta, Efficient updates in cross-object erasure-coded storage systems, Big Data, 2013 IEEE International Conference on 2013, pp. 28 – 35.
- [17] C. Yih-Farn; S. Daniels, M. Hadjieleftheriou, P. Liu; C. Tian, V. Vaishampayan, Distributed storage evaluation on a three-wide inter-data center deployment, Big Data, 2013 IEEE International Conference on, 2013, pp. 17 – 22.
- [18] C. Yin, J. Wang, C. Xie, J. Wan, C. Long, W. Bi, Robot: An efficient model for big data storage systems based on erasure coding. Big Data, 2013 IEEE International Conference on, 2013, pp. 163 – 168.
- [19] L Haixia, L. Chuiwei, S. Sheng, Multisensor Fusion and Information Integration for Intelligent Systems (MFI), 2014 International Conference on, 2014, pp. 1 – 6.
- [20] A. Kumar, L.Hoonjae; R. P. Singh, Information Science and Service Science and Data Mining (ISSDM), 2012 6th International Conference on New Trends in, 2012, pp. 162 – 166.
- [21] Q. Zhang, Z. Chen, A. Lv, L. Zhao, F. Liu, J. Zou, Green Computing and Communications (GreenCom), 2013 IEEE and Internet of Things (iThings/CPSCoM), IEEE International Conference on and IEEE Cyber, Physical and Social Computing, 2013, pp.476 – 480.
- [22] X. Zhang, F. Xu, Distributed Computing and Applications to Business, Engineering & Science (DCABES), 2013 12th International Symposium, 2013, pp. 76 – 80.
- [23] J. Li, Z. Xu, Y. Jiang, R. Zhang, The overview of big data storage and management, Cognitive Informatics & Cognitive Computing (ICCI*CC), 2014 IEEE 13th International Conference on, 2014, pp. 510 – 513.