

DADAMUHAMEDOV Alimjon Irgashevich
O'zbekiston xalqaro islom akademiyasi
Zamonaviy axborot-kommunikatsiya
texnologiyalari kafedrasida katta o'qituvchisi.

DINIY TA'LIM MUASSASALARIDA GRID TIZIMLARINI QO'LLASH MASALALARI

ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГРИД- СИСТЕМ В РЕЛИГИОЗНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

ISSUES OF APPLICATION OF GRID SYSTEMS IN RELIGIOUS EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Аннотасија. Мақоллада Grid тизимларининг истиқболлари, шунингдек, унинг афзалликлари ва камчиликлари тahlil қилинади. Диний та'лим муассасаларида уни ривожлантириш истиқболлари ва камчиликлари аниқ қo'rsatilgan. Grid тизimini ривожлантиришнинг бarcha мумкин bo'lgan usullari tahlil қилинади.

Калит со'злар: Grid тизим, Grid келажиги, ма'lumotlar базаси, Tas-IX, IP, TSP, Internet eXchange Point, ATS, ADSL, Uzneta.

Аннотация. В статье разобраны перспективы Grid систем, а также его преимущества и недостатки. Наглядно показаны перспективы и минусы его развития на духовных учебных заведениях. Разобраны все возможные пути развития Grid системы.

Ключевые слова: Grid система, перспективы Grid, Базы данных, Tas-IX, IP, TSP, Internet eXchange Point, ATC, ADSL, Uzneta.

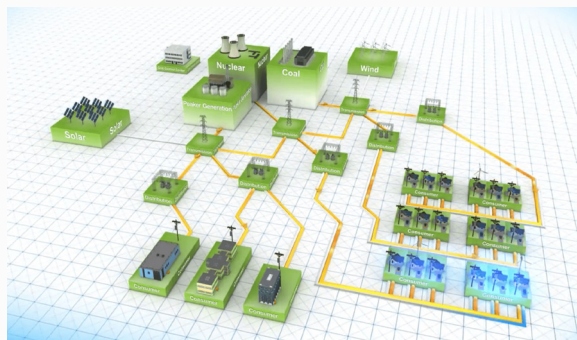
Abstract. The article discusses the prospects of Grid systems, as well as its advantages and disadvantages. The prospects and disadvantages of its development at the spiritual educational institutions are clearly shown. All possible ways of development of grid systems are analyzed.

Key words: Grid system, Grid perspectives, Databases, Tas-IX, IP, TSP, Internet eXchange Point, ATS, ADSL, Uzneta.

KIRISH

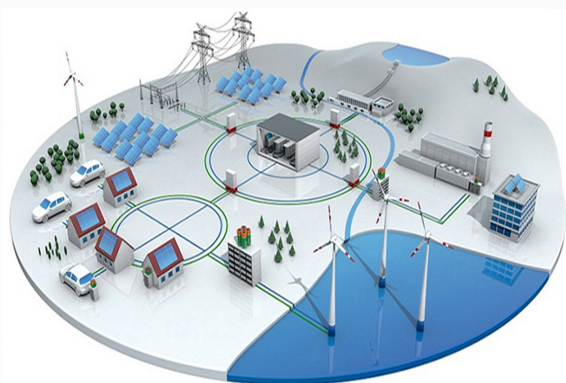
Grid nima? Grid gorizonta va vertikal chiziqlarning kesishgan to'plamidir. Bir to'plam

ustunlarni ikkinchisi qatorlarni belgilaydi. Elementlar qatorlar va ustunlar bo'yicha to'rga joylashtirilishi mumkin (1-rasm).



1-rasm. Grid tuzilishi

Grid – bu yagona boshqaruv markazi ostida bo'lmagan resurslarni taqsimlovchi, umumiy protokollar va interfeyslardan foydalanadigan, kerakli darajadagi xizmat ko'rsatishni ta'minlaydigan tizim. Grid – bu xizmat ko'rsatishning sifatini ta'minlash uchun standart, ochiq, universal protokollar va interfeyslar orqali taqsimlangan resurslarni muvofiqlashtiradigan tizim. Grid yuqori darajada avtomatlashtirilgan taqsimlangan muhitda parallel ilovalarni joylashtirish uchun infratuzilmani ta'minlay oldi (2-rasm).



2-rasm. Grid texnologiyasida ulangan tizimlar

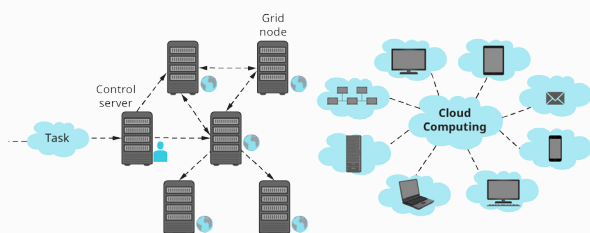
Gridlar dastlab yuqori unumdorlikdagi hisob-kitoblarga oson va arzon kirishni ta'minlash uchun asos sifatida belgilangan edi [2:19]. Keyin u resurslarni almashish va muammolarni birligida hal qilish uchun infratuzilma sifatida takomillashtirildi [12:18]. Grid ta'rif resurslarni birlashtirish va virtualizatsiya qilish va ulardan shaffof tarzda foydalanishga ruxsat berish uchun asosga aylantirilmoqda [9:54]. Tarmoq

infratuzilmasi bir nechta qiziqarli xususiyatlarni namoyish etadi.

Asosiy funktsiyalardan biri shundaki Grid apparat, operatsion tizimlar yoki saqlash tizimlari kabi tarkibiy qismlarining turli xilligini yashiradi. O'zi boshqaradigan komponentlar o'rtasida uzluksiz aloqani ta'minlaydigan vositachi dastur bo'lib xizmat qiladi. Yana bir qiziqarli xususiyati - hisoblash quvvati, saqlash, ma'lumotlar va xizmatlar kabi ko'plab turdagi resurslarni shaffof birlashtirish.

Gridda o'rnatilgan ilovalarga resurslarni shaffof ravishda almashish va taqdim etilgan imkoniyatlardan samaraliroq foydalanish imkonini beradi. Tegishli atribut virtualashtirilgan resurslarni ajratish va zaxiralash qobiliyatidir. Virtualizatsiya resurslarni almashishni osonlashtiradi: u muhim vaqt talab qiladigan ilovalar uchun xizmat sifatini kafolatlaydi. Ommaviy hisoblashni amalga oshirish uchun foydalanilmagan resurslardan foydalangan holda manbalarni ishlatishga taklif qiladi.

Ushbu xususiyatlar Grid kompyuterini korporativ ilovalarni joylashtirish uchun uni o'z infratuzilmasiga aylantirmoqchi bo'lgan diniy ta'lim muassasalari uchun jozibador qiladi. Bu qiziqish Grid Enterprise degan yangi atamaning rivojlanishiga olib keldi. Enterprise Grid Computing ilmiy dastur uchun emas, balki biznes yoki korxona kontekstida Grid Computingdan foydalanishni aks ettiradi (3-rasm).



3-rasm. Grid tizimlarini ishlash jarayoni

IBM [15:18] va Oracle [4:12] tomonidan ishlab chiqilgan Enterprise Grid yechimlarining birinchi avlodi paydo bo'la boshladi. Ushbu loyihalarni qo'rqmasdan diniy tashkilotlarda qo'llash mumkin.

Grid mos yozuvlar modeli va korporativ hisoblash uchun Griddan foydalanishni rag'batlantirish [14:47] asosiy ro'l o'ynaydi. EGA va Global Grid Forumga (OGF) qo'shildi [6:62]. OGFning maqsadlari akademik va korporativ ilovalarning maqsadlarini birlashtirishdir. Diniy tashkilotlarda korporativ tarmoqlar hali

keng tarqalmagan. Muammo shundaki Grid texnologiyalarini korporativ ilovalarga samarali qo'llash uchun ko'plab texnik va ilmiy to'siqlarni bartaraf etish kerak.

Dastlab taqsimlangan resurslardan hisoblash intensiv ilovalar uchun foydalanish zarurati Grid arxitekturasining rivojlanishiga olib keldi. Ushbu ilovalar avtomatik tarqatish va rejalashtirish uchun juda mos keladi. Grid texnologiyalari ushbu ilovalar uchun hisoblash resurslarining virtualashtirilgan mavhumligini ta'minlashga qaratilgan. Korporativ ilovalar ko'plab xususiyatlarga ega bo'lib ularni Grid infratuzilmasida joylashtirishni qiyinlashtiradi.

Dasturlash jarayonida tranzaksiya ma'lumotlarining mavjudligi va turli xil dastur komponentlari o'rtasida tranzaksiya aloqasiga bo'lgan ehtiyojni hisoblaydi. Ushbu maqolada biz hozirda Grid infratuzilmalari taqdim etayotgan va korporativ tarmoqlar nimani taklif qilishi kerakligi o'rtasidagi ba'zi muammolarni aniqlashni maqsad qilganmiz. Grid kontseptsiyasini amalga oshirish uchun ochiq muammolarni aniqlashga yordam beradi.

Maqola quyidagicha tuzilgan. Birinchidan, 2-bo'limda biz korporativ tarmoqlardagi ba'zi asosiy talablarni aniqlaymiz va ularni har qanday nomuvofiqliklarni aniqlash uchun Grid tizimlari tomonidan taqdim etilgan joriy funktsionallik bilan taqqoslaymiz. Keyin 3-bo'limda bo'shliqni to'ldirishda foydali bo'lishi mumkin bo'lgan taqsimlangan tizimlardagi so'nggi ishlanmalarni tasvirlab beramiz. 4-bo'limda Enterprise Grid kontseptsiyasini amalga oshirish uchun mavjud ochiq ilmiy muammolarni aniqlaymiz. Nihoyat biz natijalarni 5-bo'limda taqdim etamiz.

METOD

Tadqiqot mavzusini yoritishda ilmiy tavsiflash, qiyosiy, komponent tahlil kabi usullardan foydalanildi.

ASOSIY QISM

1-bo'lim: Onlayn ilovalarni qo'llab-quvvatlash an'anaviy korporativ kompyuterlar o'rnatilgan va onlayn ilovalardan iborat. Gridlar allaqachon o'rnatilgan ilovalarni yaxshi biladi va ilovalar to'plamini ishlab chiqarish uchun murakkab avtomatlashtirishni ta'minlaydi. Katta taqsimlangan infratuzilmalarda samarali ishlaydi.

Ular dasturlashni avtomatlashtirish va paketlangan korporativ ilovalarni bajarish uchun asos bo'lib xizmat qilishi mumkin. Bunday vazifalarni bajarish uchun tashkilot ichidagi resurslardan yaxshiroq foydalanish va o'tkazish qobiliyatini oshirish imkonini beradi. Biroq aksariyat korporativ ilovalar tabiatan interaktivdir. Biz ularni onlayn ilovalar deb ataymiz, chunki foydalanuvchi tizimga bevosita ulangan.

So'rovlarni bajarishda bitta to'siq qoniqarsiz ishlashga olib kelishi mumkin. Ya'ni onlayn ilovalar uchun foydali ishlash ko'rsatkichlari o'rtacha javob vaqti bo'lib, ko'pincha uning statistik taqsimotida qat'iy foydalanish mavjud. Korporativ tarmoqlar: Axborot tizimlari oldingi muammolar yoki veb-saytlar uchun TPC-W tizimidan foydalanish maqsadga muvofiqdir [11:78]. Biroq bugungi Grid texnologiyasining aksariyati ilovalar uchun o'tkazish qobiliyatini optimallashtirishga qaratilgan.

2-bo'lim: Tranzaksiyaviy ma'lumotlar ilovalari bilan ishlash ko'pincha ma'lumotlarni talab qiladi. Ular katta hajmdagi ma'lumotlarga bog'langan. Qayta ishlanadi va manipulyatsiya ishlarini amalga oshiriladi. Bunday ma'lumotlarga kirish deyarli har doim ma'lumotlarga kiritilgan o'zgarishlarning izchilligi va mustahkamligini ta'minlash uchun tranzaksiyalar kontekstida bo'ladi.

Umumiy hisoblash so'rovlari hisoblash resurslarini o'zboshimchalik bilan belgilash mumkin bo'lsada, bajarish vaqtida ma'lumotlar bazasi so'rovlari ma'lumotlar bazasini o'z ichiga olgan saytlarda bajarilishi kerak. Hozirda bepul server mashinalarda to'liq ma'lumotlar bazalarini jonli ko'chirish yoki replikasiya qilish osonlik bilan amalga oshirilmaydi. Shuningdek barcha replika ma'lumotlarini izchillik uchun kuzatib boradigan sinxronizatsiya protokollariga ega. Masalan Oracle 10g klasterdagi bir nechta tugunlarga ma'lumotlar bazasi bilan ishlash imkonini beradi. Ma'lumotlar bazasi serverlari ancha murakkab va nisbatan statikdir. Ko'pgina Grid muhitlarida joriy ta'minot bo'lmagan ilovalarga ba'zan takrorlash va keshlash juda oson qo'llanilishi mumkin bo'lgan doimiy ma'lumotlarga faqat o'qish uchun ruxsatga ega bo'lgan ilovalarga qaratilgan.

Ma'lumotlar integratsiyasining maqsadi o'xshash ma'lumotlarni o'z ichiga olgan heterogen ma'lumotlar sxemalarini bir xil tasvirlashni ta'minlashdir. Ma'lumotlar integratsiyasi ba'zi korporativ ilovalarda muhim muammo bo'lishi

mumkin, bunda turli domenlardan olingan ma'lumotlar turli sxemalarni ochib beradi. Bir xil tomoshabinlar va ruxsat beruvchilar taqdim etilishi kerak. Ma'lumotlarga kirishda asosan xizmatlarga aylantirish tendentsiyasi mavjud. Shu nuqtai nazardan ma'lumotlarni qo'llab-quvvatlashni ta'minlaydi. Grid orqali integratsiya juda foydali bo'lishi mumkin bo'lgan xizmat interfeyslari orqali turli xil ma'lumotlar manbalarining (masalan: relyatsion va XML ma'lumotlari) ta'sirini qo'llab-quvvatlaydi. Umuman olganda ma'lumotlar integratsiyasi kontekstida juda ko'p ishlar amalga oshirildi va OGSA-DAI ma'lumotlarni Gridga integratsiya qilish uchun birinchi qadamlarni qo'ydi. Ma'lumotlar integratsiyasi qiyin vazifa bo'lishi mumkin emas.

3-bo'lim: Korxona tarmoqlari asosiy infratuzilmaga aylanib bormoqda. Bir qancha sohalaridagi so'nggi ishlanmalar korporativ tarmoqlar kontekstida qo'llanilishi mumkin bo'lgan istiqbolli yechimlarni taklif qildi. Ma'lumotlar bazasini replikasiya qilish [2:32] onlayn ilovalar va ma'lumotlar bazasini saqlash muhimdir. Ma'lumotlar bazasi replikasiyasi ko'p yillar davomida faol tadqiqot mavzusi bo'lib kelgan. Ayniqsa so'nggi yillarda ko'plab yangi yondashuvlar paydo bo'ldi. Muhimi shundaki ushbu yondashuvlarning aksariyati Grid-ga asoslangan onlayn ilovalar uchun muhim bo'lgan muhim ishlash ko'rsatkichi sifatida javob vaqtiga ega.

Ba'zi yechimlar replikasiyani ko'rib chiqish natijasida tranzaksiyalari faqat bittasida amalga oshiriladi. Qabul qilingan yangilanishlar faqat boshqa replikasiyalar amalga oshirilgandan keyin tarqaladi. Masalan, [7:18] da izchillik har bir ob'ektga master belgilash orqali amalga oshiriladi va faqat master yangilanishlarni qabul qilishi mumkin. Bundan tashqari to'g'ri bajarilishini ta'minlash uchun ob'ektlarni master asosida berish va tarqatish topologiyasi cheklangan. Tizim foydalanuvchi uchun aniq ko'rsatishga qaratilgan bo'lib foydalanuvchi uchun turli darajadagi ma'lumotlarga tegishli bazalar bilan ishlaydi [9:29]. Tranzaksiyalar tomonidan o'tkazib yuborilgan yangilanishlar sonini o'lchaydi va shuning uchun tranzaksiya tomonidan o'qilgan ma'lumotlarning eskirish chegarasini aniqlaydi. Replikalar ziddiyatlarni oldini olish uchun hech qanday choralar ko'rmasdan parallel ravishda ishlashi mumkin. Bir vaqtning o'zida kirish bilan

bog'liq nizolar semantik tuzatish harakatlari yordamida tuzatiladi. Yangilanishlar qabul qilishdan oldin yuboriladi, bu esa ancha yaxshi mustahkamlik kafolatlarini ta'minlaydi. Ushbu yondashuvlarning aksariyati ICS ni ta'minlovchi yechimlarga qaraydi. Ular qo'shimcha ravishda assimetrik yangilanishni qayta ishlashdan [13:89] foydalanadilar. Bunda yangilanish tranzaksiyalari faqat bitta replikada to'liq qayta ishlanadi (odatda, turli tranzaksiyalar turli replikalarda to'liq qayta ishlanadi). Boshqa replikalarda esa faqat yangilangan kortejlar qo'llaniladi.

Ushbu assimetrik ishlov berish bazalar uchun muhimdir [13:14]. Zarur xabarlar tartibi va izchillik kafolatlarini ta'minlaydigan rejalashtiruvchiga asoslangan yondashuvlarni holashadi [2:45]. Ushbu yondashuvlarning barchasi to'liq izchillikni saqlab, bir necha o'nlab tugunlarga oqilona o'lovga erishadi. Kuchli replikasiya diniy tashkilot tarmog'ida o'z o'rnini topishi mumkin. Chunki ular ikkalasi ham qo'shimcha resurslardan foydalanishga va ular o'rtasida nagruzkani taqsimlashga imkon beradi. Ko'rib chiqilgan muhim masala - bu ma'lumotlar bazasi replikasiyasini qanday loyihalashdir.

Uch xil yondashuv aniqlandi: oq quti, qora quti va kulrang quti. Oq quti yondashuvi ma'lumotlar bazasida replikasiyani amalga oshirishdir. Afzalligi shundaki buni samarali bajarish mumkin. Lekin ma'lumotlar bazasi kodiga kirishni talab qiladi va replikasiya mantig'i ma'lumotlar bazasi mantig'i bilan o'zaro bog'liqdir. Spektrning boshqa chekkasida ma'lumotlar bazasini o'zgartirmaydigan qora quti yondashuvlari topiladi [1:17]. Tranzaksiyalar ketma-ket bajarilishi kerakligining salbiy tomoni bor. Bu ma'lumotlar bazasi ishlashiga to'sqinlik qiladi. Va nihoyat kulrang quti yondashuvlari [10:23] ma'lumotlar bazasida o'rta dastur qatlamiga samarali va kengaytiriladigan replikasiyani ta'minlaydigan ba'zi minimal funktsiyalarni amalga oshirishni yoqlyadi.

So'nggi paytlarda o'rta dastur darajasida replikasiya ishlashi uchun ma'lumotlar bazasining ba'zi funktsiyalarini ochish uchun bir qator refleksiv yondashuvlar o'rganildi [14:49]. Gridda asosan o'rta dasturga asoslangan replikasiya yondashuvi foydaliroq bo'lishi mumkin. Chunki u replikasiyani boshqarish dasturi va Grid muhiti o'rtasida yaxshiroq o'zaro ta'sir o'tkazish imkonini beradi. Ushbu boshqaruvdagi qadam replikasiya qilingan

turli xil ma'lumotlar bazalarida ma'lumotlarni to'plash kontseptsiyasi bo'lishi mumkin. Barcha so'rovlar uchun so'rovlarga xizmat ko'rsatadigan ma'lumotlar bazasi serverlari kerak bo'ladi [11:71].

4-bo'lim: Oxirgi bo'limda korporativ tarmoqlarga uzatish uchun katta salohiyatga ega bo'lgan individual yutuqlar ko'rsatilgan bo'lsada, yaxlit yechimni ishlab chiqish uchun ko'proq ish qilish kerak. Ushbu bo'limda biz ba'zi masalalarni qisqacha bayon qilamiz. Korporativ tarmoqlar: Grid ma'lumotlarining kengaytirilishini oshirishdan iborat bo'ladi. Mavjud ma'lumotlarni takrorlash strategiyalarining aksariyati to'liq replikasiyani o'z ichiga oladi. Biroq bu yondashuv kelajakda yetarli bo'lmasligi mumkin bo'lgan miqyoslash chegarasiga ega. Juda katta ma'lumotlar markazlari replikasiya oddiygina har bir saytdagi ma'lumotlarning bir qismini takrorlaydi va miqyoslash uchun yechim bo'lishi mumkin [12:87]. To'liq va qisman replikasiyaning kombinatsiyasi yanada yaxshi miqyosni ta'minlaydi. Yuqori samarali taqsimlangan bazalar uchun so'nggi protokollar, masalan commit server [12:47], ma'lumotlar bazasi replikasiyasining masshtabligini oshirish uchun qisman replikasiyadan foydalanish uchun yechim bo'lishi mumkin.

Guruh aloqasidan foydalanish miqyosni qiyinlashtirishi mumkin. Aniqroq qilib etganda - umumiy multicast tartibidan foydalanish. Kam kechikishli WAN tarmog'i Korporativ tarmoqlarning talabi WAN-larda ma'lumotlar markazlarining konvergensiyasidir. Buning uchun WAN-lar bo'ylab ma'lumotlarni ko'paytirishni qo'llab-quvvatlash kerak bo'ladi. WAN-lar mahalliy tarmoqdan asosan aloqa kechikishi bilan farq qiladi. Bu katta kechikish ayniqsa guruhli aloqaga asoslangan replikasiya yondashuvlari uchun qiyin ahvolga tushishi mumkin. Chunki kerakli tartib va ishonchlilik kafolatlari bir necha tur xabarlarni talab qilishi mumkin. Biroq sekin ishlaydigan replikasiya strategiyasi ba'zi yangilanishlarni talab qiladigan tranzaksiya ma'lumotlariga mos kelmasligi mumkin.

Shunday qilib qabul qilinadigan izchillik darajasiga erishgan holda yuqori darajadagi mashtablilik va sekin ishlaydigan bazadagi kechikish bilan yangi replikasiya protokollariga ehtiyoj bor. WAN orqali ma'lumotlarni ko'paytirish bo'yicha ba'zi dastlabki qadamlar qo'yilmoqda [1:39, 22:49, 39:152], bunda

WANlar bo'ylab guruh aloqasi bosqichma-bosqich to'xtatiladi. Gridifikatsiya qilish uchun qo'shimcha xarajatlarni kamaytirish, korporativ ilovalar uchun muvaffaqiyatli gridlashning muhim jihati saytlar o'rtasidagi muvofiqlashtirishning ichki qo'shimcha xarajatlarini kamaytirishdir. Zamonaviy tarmoq tizimi hududlari funktsiyalarni dinamik ravishda asosiy uskunaga topshirish orqali ushbu qo'shimcha xarajatlarni kamaytirish uchun ishlatilishi mumkin bo'lgan funktsionallikni ta'minlaydi. Taqsimlangan umumiy xotira oraliq dasturlari kontekstida zamonaviy tizim domen tarmoqlaridan muvaffaqiyatli foydalanishdi.

Har xil turdagi resurslarni virtualizatsiya qilishdagi yutuqlarga qaramay virtualizatsiyaga yaxlit yondashuvni o'rganish zarur [6:18]. Har xil qatlamlar orqali dastur avtomatik ravishda tahlil qilinadi. U yerdan zarur resurslar yangi ilovani o'rnatish va ishga tushirishga bag'ishlangan va SLA dan o'rganilgan ish yuki va ustuvorliklardagi o'zgarishlarga avtonom kengaytiriladigan va izchil tarmoqli qatlamli arxitektura. Ilg'or darajali Grid bilan bog'liq ba'zi muammolarning yechimlari ma'lumotlarning har qanday shakli va bajarilishiga bog'liqlikni hisobga olgan holda, alohida qatlamlarga nisbatan, qatlamli arxitekturada ham ko'proq ish qilish kerak[15:35].

XULOSA

Ushbu maqolada biz korporativ ilovalar haqida gap ketganda zamonaviy Grid texnologiyasining ayrim kamchiliklarini aniqladik. Muammolar asosan biznes-ilovalarning interfaolliigi, ma'lumotlar bazasi tizimlarida joylashgan va tranzaksiyaviy kirishni talab qiluvchi katta hajmdagi ma'lumotlar bilan ishlaydi. Bugungi korporativ ilovalarning tarkibiy va qatlamli arxitekturasi bilan bog'liq. Taklif etilgan replikatsiya, keshlash, onlayn qayta konfiguratsiya usullari va ma'lumotlarni muvozanatlash mexanizmlari istiqbolli nomzodlar bo'lib ko'rinadi. Diniy ta'lim muassasalarida grid tizimlarini qo'llash orqali foydali ish koeffitsienti 80 % oshadi.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Amir, Y., Danilov, C., Miskin-Amir, M., Stanton, J., Tutu, C.: On the performance of consistent wide-area database replication. Technical Report CNDS-2003-3, John Hopkins University (2015).

2. Amza C., Cox A.L., Zwaenepoel W.: Distributed versioning: consistent replication for scaling backend

databases of dynamic content web sites. In: Int. Middleware Conf. (2016).

3. Balakrishnan M., Birman K.: PLATO: Predictive latency-aware total ordering. In: Proc. of the Int. Symp. on Reliable Distributed Systems (SRDS) (2016).

4. Barga R., Lomet D., Weikum G.: Recovery guarantees for general multi-tier applications. In: Int. Conf. on Data Engineering (ICDE) (2012).

5. Bartoli A., Jiménez-Peris R., Kemme B. and all: Adapt: towards autonomic web services. In: Distributed Systems Online (2015).

6. Bilas A., Iftode L., Singh J.P.: Evaluation of hardware support for shared virtual memory clusters. In: Proc. of the 12th ACM International Conference on Supercomputing (ICS98) (1998).

7. Breitbart Y., Korth H.F.: Replication and consistency: being lazy helps sometimes. In: ACM Int. Conf. on Principles of Database Systems (PODS) (20017).

8. Cardellini V., Casalicchio E., Colajanni M., Yu P.S.: The state of the art in locally distributed Web-server systems. ACM Comput. Surv. 34(2), 263–311 (2018).

9. Chen J., Soundararajan G., Amza C.: Autonomic provisioning of backend databases in dynamic content web servers. In: Int. Conf. on Autonomic Computing (ICAC) (2006).

10. Council T.P.P.: TPC Benchmark C (2016).

11. Council T.P.P.: TPC Benchmark W (2016).

12. de Sousa A.L.P.F., Oliveira, R.C., Moura, F., Pedone, F.: Partial replication in the database state machine. In: IEEE Int. Symposium on Network Computing and Applications (2017).

13. Elnikety S., Zwaenepoel, W., Pedone, F.: Database replication using generalized snapshot isolation. In: IEEE Int. Symp. on Reliable Distributed Systems (SRDS) (2015).

14. Enterprise Grid Alliance: EGA Reference Model (2015).

15. Ferreira L., Easton J., Kra D., et. al.: Patterns: Emerging Patterns for Enterprise Grids. IBM RedBooks (2016).