

МРНТИ 81.93.29
УДК 621.39:004.05

<https://doi.org/10.51889/2021-4.1728-7901.13>

В.А. Лахно¹, Л.М. Кыдыралина^{2*}, М. Береке³

¹Биоресурстар және табиғатты пайдалану ұлттық университеті, Киев қ., Украина

²«Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КеАҚ, Семей қ., Қазақстан

³Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті КеАҚ, Алматы қ., Қазақстан

*e-mail: lazat_75@mail.ru

УНИВЕРСИТЕТТЕРДІҢ БІЛІМ БЕРУ ОРТАСЫНА АРНАЛҒАН БҰЛТТЫ ҚОСЫМШАЛАРДЫ МАСШТАБТАУ МІНДЕТТЕРІ

Аңдатпа

Білім берудегі заманауи бұлтты технологиялар студенттер мен мұғалімдерге онлайн қызметтер ретінде ресурстар беруді қамтамасыз ететіні көрсетілген. Бұлтты органы пайдалану кезінде ақпарат бұлтта сақталады. Сонымен қатар, жеке компьютерге қосымша бағдарламалық жасақтаманы арнайы орнатудың қажеті жоқ. Бұл жағдайда бұлтты технологиялар оқу сапасын арттыратын және оқушылардың ұтқырлығын арттыратын жоғары тиімді құрал болып табылады. Жоғары оқу орындарының оқу үдерісінде бұлтты қосымшалардың дамуының техникалық аспектілері мен болашағы туралы айта отырып, ақпарат алмасудың жылдамдығы мен қауіпсіздігі тұрғысынан бұлтты шешімдердің маңызды сипаттамаларына назар аудару қажет екені дәлелденген.

Университеттің цифрлық білім беру ортасы үшін бұлтты қосымшаларды масштабтау алгоритмі, сонымен қатар желілік сұраныстың орындалу уақытын анықтау алгоритмі сипатталған. Университеттің цифрлық білім беру ортасының күйі туралы ақпарат негізінде реактивті масштабтау және университеттің цифрлық білім беру ортасының тиімділігін бағалау ережелерінің жиынтығы құрылады.

Түйін сөздер: университеттің цифрлық білім беру ортасы, бұлтты технологиялар, алгоритмдер, тиімділікті бағалау, шешімдерді қабылдау.

Аннотация

В.А. Лахно², Л.М. Кыдыралина², М. Береке³

¹Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев, Украина

²НАО «Университет имени Шакарима города Семей», г.Семей, Казахстан

³Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан.

ЗАДАЧИ МАСШТАБИРОВАНИЯ ОБЛАЧНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ УНИВЕРСИТЕТОВ

Показано, что современные облачные технологии в образовании обеспечивают предоставление ресурсов учащимся и педагогам как online-сервисов. При использовании облачной среды информация будет храниться в облаке. Кроме того, не нужно специально устанавливать дополнительное программное обеспечение на свой персональный компьютер. В таком случае облачные технологии выступают высокоэффективным инструментом, повышающим качество обучения и способствующим большей мобильности учащихся. Доказано что, говоря о технических аспектах и перспективах развития облачных приложений в учебном процессе университетов, следует обратить внимание и на критически важные характеристики облачных решений по показателям скорости и защищенности информационного обмена.

Описан алгоритм масштабирования облачных приложений для цифровой образовательной среды университета, а также для определения времени выполнения сетевого запроса. На основе информации о состоянии цифровой образовательной среды формируются наборы правил реактивного масштабирования и оценки эффективности цифровой образовательной среды университета.

Ключевые слова: цифровая образовательная среда университета, облачные технологии, алгоритмы, оценка эффективности, принятие решений.

Abstract

THE TASKS OF SCALING CLOUD APPLICATIONS FOR THE EDUCATIONAL ENVIRONMENT OF UNIVERSITIES

Lakhno V.A.², Kydyralina L.M.², Bereke M.³

¹National University of Bioresources and Nature Management, Kiev, Ukraine

²NAO "Shakarim University in Semey", Semey, Kazakhstan

³NAO Kazakh National Pedagogical University named after Abai, Almaty, Kazakhstan

It is shown that modern cloud technologies in education provide resources to students and teachers as online services. When using a cloud environment, the information will be stored in the cloud. In addition, you do not need to specifically install additional software on your personal computer. In this case, cloud technologies act as a highly effective tool that improves the quality of education and promotes greater mobility of students. It is proved that, speaking about the technical aspects and prospects for the development of cloud applications in the educational process of universities, it is necessary to pay attention to the critical characteristics of cloud solutions in terms of speed and security of information exchange. An algorithm for scaling cloud applications for the digital educational environment of the university, as well as for determining the execution time of a network request, is described. Based on information about the state of the digital educational environment, sets of rules for reactive scaling and evaluating the effectiveness of the university's digital educational environment are formed.

Keywords: digital educational environment of the university, cloud technologies, algorithms, efficiency assessment, decision-making.

Кіріспе

Шетелдік басылымдардың [1-4] талдауы көрсеткендей, covid 19 пандемиясының тоқтаусыз жағдайында білім беру мекемелерінде қолданылатын сұранысқа ие технологиялардың бірі әр түрлі бұлтты қызметтер мен технологияларды қолдану болды.

Covid 19 пандемиясы Қазақстан Республикасының (ҚР) Білім беру саласында елеулі өзгерістер алып келді. Бүгінгі таңда бұлтты технологияларды Қазақстан Республикасының жоғары оқу орындарында қолдану қашықтан оқыту үдерісінің тиімді құралы болып табылады. Бұлтты технологиялар студенттерге білім берудің ұйымдастырушылық процесін ғана емес, сонымен қатар оқытушылардың ғылыми - әдістемелік жұмысын да өзгертті [4,5].

Заманауи интернет-технологияларды пайдалана отырып, онлайн білім беруге көшу жоғары білім беру жүйесінде тек ҚР-да ғана емес, басқа мемлекеттерде де белгілі бір проблемаларға алып келді.

Бұл мәселелерді шартты түрде екі топқа бөлуге болады.

Бірінші топқа оқытушылардың жеткіліксіз тәжірибесінен туындаған мәселелер жатады, атап айтқанда бұрын білім беру процесінде ақпараттық технологияларды қолданбаған жағдайларға байланысты. Бұл оқытушылардың қашықтан оқыту мен студенттердің өздік жұмысын ұйымдастыру бойынша бұрынғы тәжірибесі мен дағдыларының жоқтығынан болды. Университет оқытушыларының рөлі де өзгерді, іс жүзінде олар студенттерді оқыту үдерісін үйлестіруші тәлімгер-кеңесшіге айналды.

Екінші топқа мектептерден бастап жоғары оқу орындарына дейінгі оқу үдерісінде әртүрлі бұлтты қызметтер мен қосымшаларды қолданудың техникалық аспектілеріне байланысты нақты мәселелер кіреді.

Алдыңғы зерттеулерге шолу және талдау

Бүгінгі таңда cloud computing технологиялары тек ҚР ғана емес, бүкіл әлем бойынша білім беру саласында сұранысқа ие және қарқынды дамып келе жатқан технологиялардың біріне айналды. Сонымен бірге, білім беру мекемелерінің де, провайдерлер мен деректерді өңдеу орталықтарының да серверлеріне жүктеменің артуы қашықтықтан оқытудың білім беру мазмұнын әдістемелік дамыту мәселелерін шешіп қана қоймай, сонымен қатар техникалық аспектілерге назар аудару қажеттілігін тудырады, атап айтқанда университеттердің оқу үдерісінде қолданылатын бұлтты қосымшаларды масштабтау мәселелері.

Сонымен қатар, жоғары оқу орындарының оқу үдерісінде бұлтты қосымшалардың дамуының техникалық аспектілері мен болашағы туралы айта отырып, ақпарат алмасудың жылдамдығы мен қауіпсіздігі тұрғысынан бұлтты шешімдердің маңызды сипаттамаларына назар аудару қажет. Бұл екі көрсеткіш, соңғы екі жылда университеттерде бұлтты қызметтерді қолдану тәжірибесі көрсеткендей, көбінесе «қарама -қарсы бағытталған» болды. Қорғаудың жоғары деңгейі көбінесе бұлттың өзара әрекеттесуі мен деректер алмасу жылдамдығын айтарлықтай төмендетеді. Керісінше, ақпарат

алмасудың жоғары жылдамдығындағы оқу үдерісіндегі ыңғайлы өзара әрекеттесу білім беру мекемелерінің бұлтты ортасында ақпараттық қауіпсіздік (АҚ) жүйелерінің архитектурасы мен функционалдығына өте қатаң талаптарды сақтау қажеттілігін тудырады.

Қашықтан білім беру кезінде қолданылатын жүйені және көптеген веб-қосымшаларды масштабтауға көшкенде, ең алдымен, жүйенің қалған бөліктеріне қарағанда баяу жұмыс істейтін қабаттарын - "тар орын" екенін анықтау керек. Бастапқыда *top (htop)* утилиталарды пайдалануға болады. Бұл процессор мен жадтың қуатын тұтынуды бағалау кезінде, сондай-ақ диск кеңістігінің шығынын бағалау үшін *df, iostat* қажет. Бұл жүктемені эмуляциялауға мүмкіндік береді, мысалы, JMeter бағдарламасының көмегімен [5].

Әдетте "тар орын" веб-қосымшаның архитектурасына байланысты. "Тар орын"-ға үміткерлер мәліметтер базасы мен қосымшалар кодтары болуы мүмкін. Егер қосымшалар көп мөлшерде пайдаланушы деректерімен жұмыс жасаса, онда «тар орындар», сәйкесінше, пайдаланушылардың (студенттердің) статикасы мен мазмұнын сақтауы мүмкін.

Типтік бұлт қосымшасы келесі компоненттерден тұрады [6-9]:

- басқару модулі;
- жүктемені теңгерімдеуші бағдарлама;
- көлденең масштабталатын есептеу модульдері.

Есептеу модульдері жұмыс істейтін түйіндерді нақты уақытта қосуға немесе өшіруге болады. Шын мәнінде, бұл процесс бұлтты қосымшаны масштабтау мәселесін шешудің негізгі құрамдас бөлігі болады.

Оқу үдерісінде қолданылатын бұлтты қосымшалардың ыңғайлы және сенімді жұмысын қамтамасыз ету үшін университеттің сәйкес бұлтты ортасының ресурстарын автоматтандырылған басқару мүмкіндігін қамтамасыз ету қажет. Бұл мүмкіндік автоматты масштабтау модулін қамтамасыз ете алады. Мұндай мүмкіндікті автоматты масштабтау модулі қамтамасыз ете алады. Бұл модуль қосымшаның қызметін ұсынатын бұлтты қосымшаның құрамына кіруі керек. Автоматты масштабтау модулі бұлтты инфрақұрылымды университеттің өз серверлері негізінде де, жалға алынған серверлер негізінде де пайдаланатынын ескеру керек, мысалы, бұлтты қосымшалар нарығындағы ірі компаниялардың деректер орталығындағы көптеген серверлерге қол жеткізу арқылы.

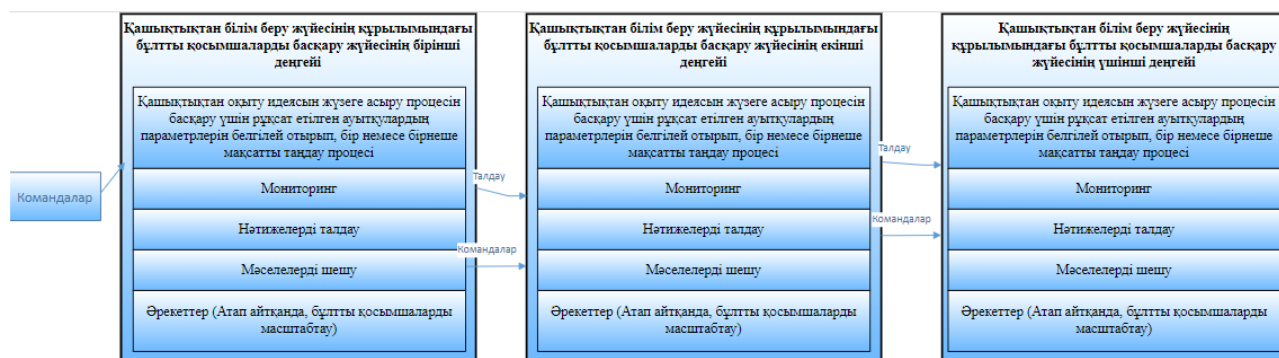
Білім беру процесінде бұлтты технологиялар дамыған сайын, көптеген жүйелер мұғалімдерге де, студенттерге де қол жетімді болады. Бұл, атап айтқанда: Moodle, Blackboard, Canvas, Zoom, Webexmeeting, GoogleMeet, GoogleClassroom және тағы басқа жүйелер. Олар қашықтықтан оқыту курстарын тікелей құруға, сондай-ақ қашықтықтан оқыту курсының құрылымына білім беру мазмұнын кеңінен интеграциялау, онлайн тестілеу және бейне дәрістер мен практикалық сабақтар өткізуге кең мүмкіндіктер береді, онлайн тестілеу және тағы басқа мүмкіндіктері бар.

Бұлтты технологиялардың қарқынды дамуы және оларды білім беру жүйесіне енгізу оқу процесіне қатысушылардың ұтқырлығын қамтамасыз ету және оқыту процесінде жаңа қызметтерді оңтайлы пайдалану үшін теңгерімді педагогикалық модельдерді әзірлеуді, сонымен қатар таза техникалық мәселелерді шешу, атап айтқанда, оқу процесінде қолданылатын бұлтты қосымшаларды масштабтау мәселесін шешуді талап етеді. Бірте – бірте жоғары білім беру жүйесі студенттер тек білім алу кезеңінде ғана емес, болшақта да білімді өз бетінше алу икемділігі мен дағдыларын алатын, сондай-ақ алған біліктіліктерін практикада қолдана алатын инновациялық ортаға айналды.

Орналасқан жеріне, компьютерлік техника түрлеріне, операциялық жүйелерге; бірлескен жұмысты ұйымдастыру мүмкіндіктерін арттыру және коммуникацияның әртүрлі технологияларына; оқу контентін сақтау және резервтік көшіру мәселелерін азайтуға қарамастан электрондық білім беру ресурстарының қолжетімділігін қамтамасыз ету білім беру мекемелерін материалдарды (ақпараттарды) ұсынудың жаңа инновациялық деңгейіне шығарады. Бұл өз кезегінде, Қазақстанның жедел экономикалық өсуі мен мәдени дамуын қамтамасыз етуге қабілетті, әлемдік еңбек нарығында бәсекеге қабілетті бола алатын азаматтардың жаңа буынын дайындауға мүмкіндік береді.

Мақаланың негізгі материалы

Осы мақала аясында қарастырылып отырған мәселенің педагогикалық аспектілерін қозғамай, масштабтау міндеттерін ескере отырып, университеттің бұлтты білім беру ортасын жағдайды басқарудың иерархиялық көп деңгейлі жүйесінде орын алатын ақпараттық өзара әрекеттесуге толығырақ тоқталайық, сурет-1.



Сурет 1. Білім беру үшін бұлтты қосымшаларды басқарудың иерархиялық жүйесінің ішкі жүйелерінің өзара әрекеттесуі

Масштабтау есебінің қойылымы

Айталық университеттің цифрлық білім беру ортасы (ЦББО) үшін бұлтты қосымшалары (БК) инфрақұрылымының ағымдағы жағдайы $\langle S, N, P \rangle$ – болсын, мұндағы S - виртуалды машинаның өлшемі (ВМ), N - таңдалған ВМ-ның саны, P - ВМ-ның бір минут ішіндегі мазымұны. Сонымен қатар X - келесі t минуттардағы желілік сұраныстар санын болжайтын вектор, τ_{sc} – соңғы масштабтағаннан кейінгі уақыт; G -университеттің цифрлық білім беру ортасы (ЦББО) үшін бұлтты қосымшалары (БК) инфрақұрылымының күйлерінің графы; t_r – бұлттық қосымшаны масштабтағаннан кейінгі уақыт аралығы, оның барысында жаңа масштабтау жүзеге асырылмайды; C -университеттің ЦББО бұлтты қосымшаларының әртүрлі күйлері бойынша желілік сұраныстың орташа орындалу уақыты туралы ақпарат.

Университеттің ЦББО-ның бұлтты қосымшаларының күйі туралы деректердің негізінде масштабтау жүргізу туралы шешімді беретін алгоритм құру қажет $e = \langle S', \Delta N \rangle$, мұндағы S' – масштабтаудан кейінгі ВМ-ның өлшемі; ΔN – масштабтаудың басталуына қарай университеттің ЦББО-ның бұлтты қосымшалары инфрақұрылымының күйіне қатысты ВМ-ның санының өсуі.

Реактивті немесе проактивті масштабтау әдістерін қолдануға негізделген университеттің DSP бұлтты қосымшаларын масштабтау бойынша шешім қабылдау алгоритмін енгізейік.

Реактивті немесе проактивті масштабтау әдістерін қолдануға негізделген университеттің ЦББО-ның бұлтты қосымшаларын масштабтау туралы шешім қабылдау алгоритмін енгіземіз. Алгоритмнің нәтижесі - масштабтау қажеттілігі туралы шешім. Бұл жағдайда масштабтау тік (N -нің мәні өзгереді) немесе көлденең (S - тің мәні өзгереді) болуы мүмкін.

$e = \langle S', \Delta N \rangle$ - жұп арқылы университеттің ЦББО-ның бұлтты қосымшасын масштабтау нәтижелерін белгілейік. Оң мәндер жоғары масштабтауға, теріс мәндер төмен масштабтауға сәйкес келеді. Алгоритмнің нәтижесі масштабтау қажет емес екеніне сәйкес келетін $\langle S, 0 \rangle$ жұбы болуы мүмкін. Мұндай нәтиже бос масштабтау операциясына тең деп санайық, яғни $\langle S, 0 \rangle = null$.

Университеттің ЦББО-ның бұлтты қосымшаларын масштабтау туралы шешім қабылдаудың бейімделген алгоритмінің жұмысы реактивті және проактивті масштабтау әдістерін ұсынатын екі алгоритмді қолдануға негізделген. Бұл алгоритмдердің берілген мәліметтері негізгі алгоритмнің берілген мәліметтерінің ішкі жиыны болып табылады, ал олардың жұмысының нәтижесі- $\langle S', \Delta N \rangle$ масштабтауды жүргізу туралы шешім.

Алгоритм келесі қадамдардан тұрады(қадамдар сандармен нөмірленген):

1. Жұмысты бастау.
2. Университеттің ЦББО-ның бұлтты қосымшаларының жағдайы туралы ақпаратты енгізу.
3. Ағымдағы масштабтау шешіміне реактивті масштабтау алгоритмінің нәтижесін меншіктеу.
4. Егер e бос болса – 5-қадамды, әйтпесе-6-қадамды орындаңыз.
5. e - масштабтау туралы ағымдағы шешімге проактивті масштабтау алгоритмінің нәтижесін меншіктеңіз.

6. Ағымдағы e - масштабтау туралы шешімнің мәнін шығару.

7. Соңы.

Университеттің ЦББО-ның бұлтты қосымшаларын масштабтау туралы шешім қабылдаудың классикалық тәсілі реактивті масштабтау әдісін қолдану болып табылады. Бұл әдіс жады мен процессорды пайдаланудың шекті көрсеткіштерін анықтауды қамтиды, оған қол жеткізу кезінде масштабтау орын алады [10]. Бұл масштабтау әдісі статикалық шекті әдіс деп те аталады [11-13]. Реактивті масштабтау әдісінің ядросы $r \in R$ түріндегі ережелер жиынтығы болып табылады:

if $X_r | t > t_b$, *then*

perform scaling $\langle f_r(S), \Delta N \rangle, t_{br} \leftarrow t + \Delta t$,

мұндағы t - ағымдағы уақыт, $t_{br} = \tau_{sc} + \Delta t$ - соңғы масштабтау операциясынан кейін тұрақтандыру кезеңі аяқталатын уақыт, Δt - масштабтаудан кейінгі тыныштық кезеңі, оның барысында университеттің ЦББО-ның қосымшаларын масштабтаудың жаңа операциялары жүзеге асырылмайды. Бұл уақыт кезеңі университеттің бұлтты инфрақұрылымының конфигурациясын өзгерткеннен кейін бұлтты қосымшалардың жүктемесінің көрсеткіштерін анықтауды бастау үшін қажет, f_r - ағымдағы VM-ның (S). өлшемі негізінде анықталатын функция. Бұл функция қажетті VM-ның өлшемін қайтарады (S', X_r) - масштабтау шарты келесідей болуы мүмкін:

Процессордың жүктемесі $>80\%$ от виртуалды жадының $>20\%$.

Көп жағдайда [10, 11] ережелер жоғары және төмен масштабтау үшін жұппен жасалады. Ережелерді жасау кезінде бұлтты қосымшаның хостинг шектеулерін ескеру қажет: VM-ның саны мен мөлшері рұқсат етілген аралықта болуын қадағалау, университеттің ЦББО-ның бұлтты қосымшалары инфрақұрылымының күй бағанында жоқ ауысуларды пайдаланбау және т. б. Мұның бәрі X_r ережелерінің шарттарының күрделенуіне әкеледі.

Реактивті масштабтауды жүргізу кезінде VM-ның санында тербеліс туындау мүмкіндігін ескеру қажет [13, 14]. Бұл жағымсыз әсерді болдырмау үшін масштабтау ережелерінің шекті көрсеткіштерін мұқият таңдау керек. Бұл әдіс X_r ережелері жағдайында бірлі-жарым жүктеме шындарына жауап ретінде масштабтау командаларын бермеуі үшін соңғы бірнеше қадамдардың орташа мәні қолданылады. Осы мақсатта әдістің кейбір түрлері масштабтау командасын бірнеше қадам қалғанда X_r шарттың тізбекті орындалуымен ғана береді.

R - ережелер жиынтығына жүйелік ресурстарды пайдалану деңгейіне сілтеме жасамай, белгілі бір уақытта орындалатын шарттары бар ережелерді қосуға болады. Мұндай ережелер университеттің ЦББО-ның бұлтты қосымшаларының жүктемелерін арттыратын оқиғалар қарсаңында масштабтауға мүмкіндік береді. Бұл, мысалы, аттестация және сессия кезеңдері. Шығындарды азайту үшін хостинг бағасының саясатын ескере отырып, ережелерді модификациялауға болады [15,16]. Мысалы, уақытша тарифтеу кезінде университеттің ЦББО-ның бұлтты қосымшаларын масштабтау операциясынан кейін бір сағат ішінде масштабтау мағынасы жоқ. Университеттің мерзімді жүктеме шындары бар ЦББО-ның бұлтты қосымшаларына қатысты реактивті масштабтау әдісін қолданудың негізгі артықшылықтары әдісті іске асырудың қарапайымдылығы, оның жоғары жылдамдығы және инфрақұрылым туралы қосымша ақпарат жинамай-ақ жұмысты бастау мүмкіндігі болып табылады. Әдістің шектеулеріне оның атауында көрсетілген реактивті сипатты жатқызуға болады. Масштабтау командасы ресурстардың жетіспеушілігі анықталған кезде ғана берілуі мүмкін, ал жаңа ресурстарды бөлу кезінде бұлтты қосымшаның жұмыс істеуі штаттан тыс режимде жүруі мүмкін. Сондай-ақ, күрделі процедура (r) ережелерінде шекті мәндерді белгілеу, сондай-ақ $\langle S', \Delta N \rangle$ масштабтау әрекетін таңдау болып табылады. Көптеген комбинациялардың нәтижесінде оңтайлы шешімді таңдау күрделі міндет екенін ескеру қажет.

Қорытынды

Осылайша, қорытындылай келе, білім берудегі заманауи бұлтты технологиялар online - қызметтер ретінде студенттер мен мұғалімдерге ресурстар беруді қамтамасыз етеді деп айтуға болады. Бұл алынбалы ақпарат құралдарының қажеттілігін жояды. Бұл ретте, ақпаратты тасымалдаушылардың қажеттілігі болмайды. Бұлтты ортаны пайдалану кезінде ақпарат бұлтта сақталады. Сонымен қатар, компьютерге қосымша бағдарламалық жасақтаманы арнайы орнатудың да қажеті жоқ. Бұлтты

технологияның негізгі функциясы-мәліметтерді толық өңдеуді қажет ететін пайдаланушылардың (оқушылардың) қажеттілігін қанағаттандыру. Сонымен бірге электронды оқыту тұжырымдамасы сақталады, оның негізгі мәні қашықтықтан оқу мүмкіндігі болып табылады. Бұл жағдайда бұлтты технологиялар оқу сапасын арттыратын және оқушылардың ұтқырлығын арттыратын жоғары тиімді құрал болып табылады.

Университеттің сандық білім беру ортасына арналған бұлтты қосымшаларды масштабтау, сондай-ақ желілік сұраныстың орындалу уақытын анықтау алгоритмі сипатталған. Университеттің ЦББО-ның күйі туралы ақпарат негізінде реактивті масштабтау және университеттің ЦББО-ның тиімділігін бағалау ережелерінің жиынтығы қалыптастырылады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Рыжов А.А. "Внедрение облачных сервисов-решения проблем дистанционного медицинского образования в условиях COVID-19." (2020).
- 2 Рябоконт, Е.В. et al. "Использование MS Teams пакета Office 365 как образовательную дистанционную технологию в карантинных условиях, обусловленных COVID-19." (2021). С. 36.
- 3 Бунке, А. "Формирование информационного пространства в сфере дистанционного образования на базе облачных технологий." Сборник научных трудов LOGOS (2020).с. 96–97.
- 4 Игнатенко, Н. И. "Совершенствование квалификации в сфере информационных технологий в условиях пандемии". Глобальные вызовы и приоритеты во времена коронавирусного кризиса (2021). С. 101.
- 5 Абрамян, Г.В., Катасонова Г.Р. "Особенности организации дистанционного образования в вузах в условиях самоизоляции граждан при вирусной пандемии." Современная наука и образование 3 (2020): 41–41.
- 6 Halili, Emily H. Apache JMeter. Birmingham: Packt Publishing, 2008.560 с.
- 7 Han, R., Guo, L., Ghanem, M. M., & Guo, Y. (2012, May). Lightweight resource scaling for cloud applications. In 2012 12th IEEE/ACM International Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing (ccgrid 2012 (pp. 644–651). IEEE.
- 8 Leitner, P., Satzger, B., Hummer, W., Inzinger, C., & Dustdar, S. (2012, March). Cloudscale: a novel middleware for building transparently scaling cloud applications. In Proceedings of the 27th Annual ACM Symposium on Applied Computing (pp. 434-440).
- 9 Gandhi, A., Dube, P., Karve, A., Kochut, A., & Zhang, L. (2014). Adaptive, model-driven autoscaling for cloud applications. In 11th International Conference on Autonomic Computing (ICAC) 14 (pp. 57-64).
- 10 Jindal, A., Podolskiy, V., & Gemdt, M. (2017, November). Multilayered cloud applications autoscaling performance estimation. In 2017 IEEE 7th International Symposium on Cloud and Service Computing (SC2) (pp. 24-31). IEEE.
- 11 Lorido-Botran T. Auto-scaling techniques for elastic applications in cloud environments/ T. Lorido-Botran, J. Miguel-Alonso, J. A. Lozano// Department of Computer Architecture and Technology, University of Basque Country, Tech. Rep. – EHU-KAT-IK-09, 2012 – № 12.
- 12 Right Scale Cloud Management [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.rightscale.com/>.
- 13 Akhmetov, B., Lakhno, V., Gusev, B., Lakhno, M., Porokhnia, I., Zhilkishbayeva, G., Akhanova, M. Adaptive Decision Support System for Scaling University Cloud Applications(2021). Studies in Systems, Decision and Control, 337, pp. 49-60.
- 14 Савчук, Т. О., & Козачук, А. В. (2015). Автоматизированное принятие решений о масштабировании облачного приложения. Информационные технологии и компьютерная инженерия, (2), с. 15–22.
- 15 Жмылёв С.А., Мартыничук, И.Г. (2019). Мат. моделирование в сервисах автомасштабирования облачных систем. Волновая электроника и инфокоммуникационные системы (236 -241).
- 16 Kartbayev T., Akhmetov B., Doszhanova A., Lakhno V., Malikova F., Tolybayev Sh. (2019) Development of decision support system based on feature matrix for cyber threat assessment// Intl Journal of Electronics and Telecommunications - V.65, -N. 4-P. 545–550.

References:

- 1 Ryzhov, Aleksej Anatol'evich. (2020) "Vnedrenie oblachnyh servisov-resheniya problem distancionnogo medicinskogo obrazovaniya v usloviyah COVID-19" [Implementation of cloud services-solutions to the problems of distance medical education in the conditions of COVID-19].
- 2 Ryabokon, Elena Vyacheslavovna, et al. (2021) "Ispol'zovanie MS TEAMS paketa OFFICE 365 kak obrazovatel'nyuyu distancionnyuyu tekhnologiyu v karantinnyh usloviyah, obuslovlennyh COVID-19" [The use of MS TEAMS OFFICE 365 package as an educational remote technology in quarantine conditions caused by COVID-19]. S. 36.
- 3 Bunke, Aleksandr (2021) "Formirovanie informacionnogo prostranstva v sfere distancionnogo obrazovaniya na baze oblachnyh tekhnologij" [Formation of the information space in the field of distance education based on cloud technologies]. Sbornik nauchnyh trudov LOGOS.s. 96–97.
- 4 Ignatenko, N.I. (2021) "Sovershenstvovanie kvalifikacii v sfere informacionnyh tekhnologij v usloviyah pandemii" [Improving qualifications in the field of information technology in the context of a pandemic]. Global'nye vyzovy i priority vo vremena koronavirusnogo krizisa. S. 101.

- 5 Abramyan, G.V., and G.R. Katasonova. (2020) "Osobennosti organizacii distancionnogo obrazovaniya v vuzah v usloviyah samoizolyacii grazhdan pri virusnoj pandemii" [Особенности организации дистанционного образования в вузах в условиях самоизоляции граждан при вирусной пандемии]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* 3. 41–41.
- 6 Halili, Emily H. *Apache JMeter*. (2008) Birmingham: Packt Publishing, 2008. 560 s.
- 17 Han, R., Guo, L., Ghanem, M. M., & Guo, Y. (2012). Lightweight resource scaling for cloud applications. In *2012 12th IEEE/ACM International Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing (ccgrid 2012)* (pp. 644–651). IEEE.
- 8 Leitner, P., Satzger, B., Hummer, W., Inzinger, C., & Dustdar, S. (2012). Cloudscale: a novel middleware for building transparently scaling cloud applications. In *Proceedings of the 27th Annual ACM Symposium on Applied Computing* (pp. 434–440).
- 9 Gandhi, A., Dube, P., Karve, A., Kochut, A., & Zhang, L. (2014). Adaptive, model-driven autoscaling for cloud applications. In *11th International Conference on Autonomic Computing (ICAC'14)* (pp. 57–64).
- 10 Jindal, A., Podolskiy, V., & Gerndt, M. (2017). Multilayered cloud applications autoscaling performance estimation. In *2017 IEEE 7th International Symposium on Cloud and Service Computing (SC2)* (pp. 24–31). IEEE.
- 11 Lorida-Botran T. (2012) Auto-scaling techniques for elastic applications in cloud environments/ T. Lorida-Botran, J. Miguel-Alonso, J. A. Lozano // Department of Computer Architecture and Technology, University of Basque Country, Tech. Rep. - EHU-KAT-IK-09, 2012 - № 12.
- 12 Right Scale Cloud Management [Elektronnyj resurs] – rezhim dostupa: <http://www.rightscale.com/>.
- 13 Akhmetov, B., Lakhno, V., Gusev, B., Lakhno, M., Porokhnia, I., Zhilkishbayeva, G., Akhanova, M. Adaptive (2021) Decision Support System for Scaling University Cloud Applications. *Studies in Systems, Decision and Control*, 337, pp. 49–60.
- 14 Savchuk, T. O., & Kozachuk, A. V. (2015). Avtomatizirovannoe prinyatie reshenij o masshtabirovanii oblachnogo prilozheniya [Automated decision-making on scaling a cloud application]. *Informacionnye tekhnologii i komp'yuternaya inzheneriya*, (2), s. 15–22.
- 15 Zhmylyov, S.A., & Martynchuk, I. G. (2019). Matematicheskoe modelirovanie v servisah avtomasshtabirovaniya oblachnyh system [Mathematical modeling in cloud autoscaling services]. In *Volnovaya elektronika i infokommunikacionnye sistemy* (pp. 236–241).
- 16 Kartbayev T., Akhmetov B., Doszhanova A., Lakhno V., Malikova F., Tolybayev Sh. (2019) Development of decision support system based on feature matrix for cyber threat assessment // *Intl Journal of Electronics and Telecommunications* - V.65, -N. 4-P. 545–550.