DOI 10.52209/1609-1825_2022_4_320 УДК 004.032.26

Формирование компетенций в области баз данных обучающихся информационного профиля

[1]**СЕРИК Меруерт,** *д.п.н., профессор, Serik_m@enu.kz,*
[1]***ЖУМАГУЛОВА Сауле Комекқызы,** *магистр, докторант, saulesha_81@mail.ru,*
[2]**КОПЫЛЬЦОВ Александр Васильевич,** *д.т.н., профессор, kopyl2001@mail.ru,*
[1]*НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», Казахстан, Астана, ул. Сатпаева, 2,*
[2]*Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 67,*
**автор-корреспондент.*

Аннотация. *В современном мире параллельные вычисления стали обязательной частью сферы программирования и вычислительной математики. В статье описаны существующие типы параллельных вычислений. Уделено внимание созданию программы параллельного решения задач обработки информации в базах данных как обязательных условий формирования предметной компетенции обучающихся информационного профиля. Авторами рассмотрены некоторые методические приемы обучения обучающихся параллельному программированию, способствующие формированию у них параллельного стиля мышления и приобретению практических навыков организации параллельных вычислений в базе данных в процессе предметной подготовки в вузе. Характерной особенностью применения данных методов обучения служит логика между разделами, где реализуется пользовательская подготовка к работе с базами данных, и разделами, ориентированными на освоение основ параллельных вычислений.*

Ключевые слова: *базы данных, параллельные вычисления, методы обучения, процесс, кластер, виртуальная машина, облачные ресурсы, параллелизм, образовательная программа, обучающийся, система управления базами данных.*

Введение. Актуальность темы исследования обусловлена тем, что параллельные вычисления в базах данных играют ключевую роль в научно-методических исследованиях. Поэтому возникает необходимость внедрения обучения параллельным вычислениям в базах данных в учебный процесс вуза с целью подготовки будущих специалистов информационного профиля. Кроме того, параллельное программирование постепенно становится неотъемлемой частью в содержании дисциплин информатики и программирования.

С широким распространением многоядерных и многопроцессорных систем параллельное программирование становится очень важным элементом образования в области информатики. Однако количество студентов, знакомых с параллельным программированием, по-прежнему ограничено, и трудно увеличить это количество, используя традиционный подход к обучению. Сложности вызваны, среди прочего, параллельными инструментами, библиотеками и моделями. Обучение масштабируемому параллельному программированию требует доступа к большим вычислительным системам, которые нелегко выделить в кластеры, и даже в этом случае операционная система и ее особенности ставят перед обучающимися дополнительные задачи. Для решения данных проблем исключительно важно разрабатывать новые методики и подходы к обучению параллельным вычислениям в базах данных (далее БД).

Активное развитие программного обеспечения привело к практически повсеместному внедрению многопроцессорных вычислительных систем. Сегодня обязательной частью вычислительной математики и программирования стали параллельные вычисления [1].

Параллельные вычисления основаны на архитектуре современных мультизадачных процессоров, ядро которых может выполнять несколько потоков вычислений одновременно. В результате стоит сложная задача распределения и координации этих потоков для оптимизации выполнения задач, возложенных на базу данных. Для базы данных важнейшими задачами являются: обеспечение одновременного доступа большого количества пользователей; обеспечение ранжирования доступа к информации по правилам и обеспечение безопасности для самой базы данных и для пользователей, которые ею пользуются; обеспече-

ние масштабируемости (возможности просто доставить новые серверы или карты памяти в стойки процессорного пула без необходимости при этом переписывать архитектуру или изменять функции доступа к базе); распределение протоколов обмена данными и разделения задач между отдельными процессорами и потоками вычислений [2].

Как правило, существует четыре типа параллельных вычислений, доступные как от частных поставщиков параллельных вычислений, так и от поставщиков параллельных вычислений с открытым исходным кодом – параллелизм на уровне битов, параллелизм на уровне команд, задач или сверхслова.

Битовый параллелизм: увеличивает размер процессора, что сокращает объем инструкций, подлежащих выполнению процессором, чтобы реализовать операцию с переменными, длина которых превышает длину слова.

Параллелизм на уровне инструкций: аппаратный подход основан на динамическом параллелизме, при котором процессор решает во время выполнения, какие инструкции необходимо выполнять параллельно; программный же подход основан на статическом параллелизме.

Параллелизм задач: форма распараллеливания компьютерного кода на нескольких процессорах, которая выполняет несколько разных задач одновременно с одними и теми же данными.

Параллелизм на уровне сверхслова: метод векторизации, который может использовать параллелизм встроенного кода [3].

Архитектура параллельного компьютера существует в большом количестве параллельных компьютеров, классифицируемых согласно уровню, где оборудование поддерживает параллелизм. Параллельную компьютерную архитектуру и методы программирования используют вместе в целях эффективного использования этих машин.

Классы параллельных компьютерных архитектур включают:

- многоядерные вычисления: многоядерный процессор – это интегральная схема компьютерного процессора с двумя или более отдельными ядрами обработки, каждое из которых выполняет программные инструкции параллельно. Ядра интегрированы в несколько кристаллов в одном корпусе микросхемы или на одном кристалле интегральной схемы и могут реализовывать такие архитектуры, как многопоточность, суперскалярная, векторная. Многоядерные архитектуры подразделяются на однородные, включающие только идентичные ядра, и гетерогенные, включающие неидентичные ядра.

- симметричная многопроцессорная обработка: многопроцессорная аппаратная и программная архитектура, где два или более независимых однородных процессора управляются одним экземпляром операционной системы, обрабатывающей все процессоры одинаково, и подключена к одной общей основной памяти с полным доступом ко всем общим ресурсам и устройств. Каждый процессор имеет частную кэш-память, может быть подключен с помощью ячеистых сетей на кристалле и может работать с любой задачей независимо от расположения данных этой задачи в памяти.

- распределенные вычисления: компоненты распределенной системы расположены на разных сетевых компьютерах, которые координируют свои действия, взаимодействуя через RPC-подобные соединители и очереди сообщений. Важные характеристики распределенных систем включают независимый отказ компонентов и параллелизм компонентов. Распределенное программирование обычно подразделяется на клиент-серверную, трехуровневую, многоуровневую или одноранговую архитектуру. Распределенные и параллельные вычисления во многом пересекаются, и эти термины иногда используются как синонимы.

- массивно-параллельные вычисления: относятся к использованию множества компьютеров или компьютерных процессоров для одновременного выполнения ряда параллельных вычислений. Один из подходов предполагает объединение нескольких процессоров в строго структурированный централизованный компьютерный кластер. Другой подход – это грид-вычисления, при которых множество широко распространенных компьютеров работают вместе и обмениваются данными через Интернет для решения конкретной проблемы [4].

Другие параллельные компьютерные архитектуры включают специализированные параллельные компьютеры, кластерные вычисления, сеточные вычисления, векторные процессоры, специализированные интегральные схемы, универсальные вычисления на графических процессор и реконфигурируемые вычисления с программируемыми на месте массивами вентилей. Основная память в любой параллельной компьютерной структуре – это либо распределенная память, либо разделяемая память.

Языки параллельного программирования, API, библиотеки и модели параллельного программирования были разработаны для облегчения параллельных вычислений на параллельном оборудовании. Некоторые программные решения и методы параллельных вычислений включают использование систем управления базами данных [5].

Системы управления базами данных (далее СУБД) представляют большую ценность для организаций при управлении различными БД и получении необходимых данных. Эти системы управления используются в разного рода организациях в качестве интерфейса, посредством которого пользователь устанавливает соединение с базами данных. К тому же, это дает возможность

осуществлять организацию данных таким образом, чтобы к ним можно было без труда получить доступ.

Полученная и сохраненная организациями информация весьма важна для достижения их целей и помогают в формировании их бизнес-стратегии. СУБД может использовать для хранения, систематизации и контроля данных всего одно программное приложение. Применение и внедрение системы данных способствует достижению организациями хороших результатов и снижения общих издержек.

Система управления базами данных служит не только для хранения данных, но также помогает в совместном применении данных внутри организации. В данную среду вовлечены программисты, системные администраторы и конечные пользователи. Среда базы данных состоит из пяти компонентов: данные, оборудование, программное обеспечение, люди и процедуры. Ряд пользователей может обладать оперативным доступом к данным и делиться ими с иными пользователями без дополнительных усилий. Благодаря системе пользователь может найти требуемые данные в большой базе данных всего за несколько секунд. Таким образом, для организаций весьма эффективно управлять различными типами данных, например, данными о персонале, инвентаре, платежной ведомости и пр. [6].

Пока не было систем управления базами данных, сбор и хранение данных осуществлялись вручную, что занимало немало времени и труда. Но с появлением систем управления пользователи получили возможность доступа к данным и работы с ними одним щелчком мыши. К примеру, в торговой организации менеджеры способны идентифицировать высокоэффективных сотрудников путем отслеживания их персональных файлов и файла показателей продаж. Благодаря системе управления базой данных они могут связать оба файла данных одновременно для получения доступа к производительности сотрудника.

Помимо компаний, связанных с продажами, любая другая компания может внедрить систему, если им потребуется выполнить поиск по данным. Наиболее важной особенностью систем управления базами данных является то, что они помогают эффективно собирать и систематизировать данные для компаний, которые хотят отслеживать информацию о клиентах, запасах и покупках. Это хорошо работает для компаний, владеющих несколькими торговыми точками, поскольку они могут легко сортировать финансовые данные и анализировать их, чтобы представить в виде диаграмм, которые могут продемонстрировать рост различных торговых точек.

По сути, любое предприятие, которому требуется сбор и хранение большого количества данных, которые можно легко получить и проанализировать для отслеживания тенденций производительности, может использовать системы управления базами данных для повышения эффективности своей работы [7].

Поэтому действительно имеет смысл выделять программирование баз данных как отдельную специальность или специализацию подготовки. Они крайне востребованы, круг их задач специфичен, уникален и требует определенного набора компетенций и знаний, отличающихся от других сфер прикладного программирования. Эта сфера быстро развивается и в ней необходимо специализироваться, чтобы успевать за темпом технологических изменений и новыми решениями.

К обучающимся образовательных программ ИТ-направления в числе других предъявляются следующие требования:

- знание основ построения высокопроизводительных вычислительных систем;
- навыки создания параллельных вычислений в БД;
- знание способов и методов реализации параллельных вычислений в БД [8].

Итак, неотъемлемыми условиями формирования предметной компетенции обучающихся ИТ профиля и их квалификационными характеристиками являются умение писать программы параллельного решения задач обработки данных в базах данных.

Но, как можно видеть из практики, к моменту изучения обучающимися данных вопросов, для обучающихся еще сложно для понимания параллельное программирование, так как данный вид программирования имеет существенные отличия от обычных методов логического и структурного программирования.

Методология исследования. В авторских трудах В.В. Воеводина, В.П. Гергель, М.А. Сокольской и др., где рассматриваются задачи методики преподавания параллельных вычислений в высших учебных заведениях, отмечается, что изучение обучающимися параллельного программирования является сложной педагогической проблемой ввиду того, что оно имеет значение для процесса формирования их мыслительной деятельности. Для того чтобы справиться с задачей параллельной обработки данных, у человека должен быть сформирован параллельный стиль мышления, позволяющий создать параллельный алгоритм [9].

Активный рост информации обусловил сегодня необходимость в универсальных инструментах и решениях, которые затрагивают практически все отрасли. Весьма актуальны играющие важную роль в научно-методических исследованиях параллельные вычисления в БД. По этой причине требуется разработка и внедрение в учебный процесс вуза методических подходов к формированию компетенций в области параллельных вычислений в базе данных будущих специалистов информационного профиля.

К наиболее подходящим методам обучения параллельному программированию обучающих-

ся высших учебных заведений можно отнести следующие:

- объяснительно-иллюстративный, имеющий достаточный объем иллюстративного материала. Данный метод используется в самом начале обучения;
- исследовательский, применяемый на таких видах занятия, как лекции;
- проектный и исследовательский, применяемый при выполнении заданий практического характера.

В работе был выполнен обзор и анализ методик обучения параллельному программированию, в результате которого обучающиеся приобретают навыки создания параллельных вычислений в БД.

Начальным этапом обучения является ознакомительный этап.

В целях теоретического изучения обучающимися основных параллельных методов обработки данных им предлагается использовать облачную систему Windows Azure. Здесь основным ресурсом служит виртуальная машина, которую создает пользователь согласно его требованиям. Виртуальная машина должна работать под установленной на ней ОС Windows Server. Для работы пользователя с БД при работе с виртуальной машиной требуется предварительная установка на ней СУБД Microsoft SQL Server Azure. Исходя из мощности ЭВМ, определяются настройка и версия данной СУБД.

Следующий основной ресурс представляет собой отдельная БД.

Пользователь может разработать посредством использования облачных ресурсов необходимое ему количество БД, которые будут храниться в различных облачных хранилищах и применять для обработки данных разного рода облачные процессоры. Для разработки БД, а также написания к ней запросов используется СУБД Microsoft SQL Server Azure.

Также к ресурсам, применяемым в целях решения задач параллельной обработки данных, относится хранилище таблиц [10].

На рисунке приведена схема взаимодействия прикладной программы с облачными ресурсами.

Для выполнения практических занятий обучающиеся могут использовать обычные компьютеры под управлением ОС MS Windows. На практических занятиях обучающимся предлагается изучение параллельных методов создания запросов к базе данных для получения требуемых пользователю данных.

Различают несколько способов обработки данных, расположенных в облаке.

Обработка на уровне запросов представляет собой один из таких способов. Здесь происходит разбиение алгебраического выражения запроса на подвыражения, выполняемые в одно и то же время на разных процессорах. Еще одним способом является способом на основе параллельного выполнения операций, составляющих запрос.

Благодаря предложенным методам параллельной реализации обработки данных на уровне операций можно значительно ускорить процесс обработки.

Второй этап обучения – построение кластера.

После того, как обучающиеся освоили в достаточной степени теоретический материал по параллельным методам решения задач, они должны создать несложный вычислительный кластер на машинах на базе Microsoft SQL Server.

Во время выполнения практических работ обучающиеся устанавливают и настраивают головной и вычислительный узлы, тестируют созданный кластер. В завершение обучения обучающиеся организовывают параллельные вычисления задач на построенном кластере.

Работа параллельных программ здесь организована так, что план параллельных запросов может включать произвольный объем последовательных и параллельных областей, связанных с оператором обмена. Происходит расширение параллельных зон на несколько последователь-

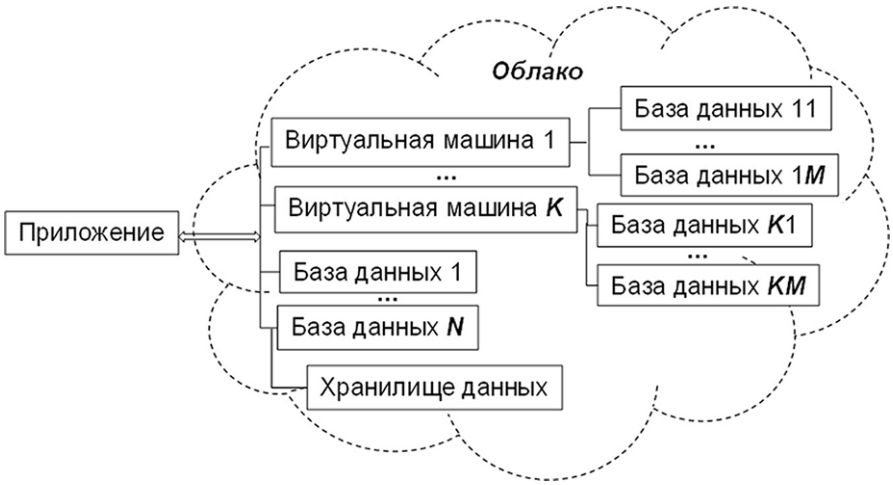

Схема взаимодействия прикладной программы с облачными ресурсами

ных запросов, использующих один рабочий поток для обработки задачи в пределах контекста реализации. SQL Server обеспечивает поставщика параллельных страниц, позволяющего нескольким пользователям осуществлять сканирование индекса либо таблицы, гарантируя правильные результаты.

СУБД Microsoft SQL Server Azure была выбрана, исходя из аппаратных характеристик оборудования аудитории. Кроме того, было принято во внимание, что имеется бесплатная версия данного программного обеспечения.

Результаты. Ключевой целью на данной стадии изучения параллельных вычислений в базе данных станет получение обучающимися знаний о параллелизме путем написания параллельных запросов к базе данных, а также формирование компетенций создания алгоритмов параллельных запросов. В связи с этим организация практической работы предлагает применение репродуктивного метода при создании первого параллельного запроса к базе данных.

В процессе выполнения практической работы обучающиеся смогут реализовать параллельный алгоритм обработки информации в базе данных. Вычислительно трудоемкие параллельные запросы являются классической отраслью использования параллельных вычислений и позволяют демонстрировать методы параллельного программирования.

Обсуждение. Учитывая знания, полученные обучающимися во время лекций, методические указания по выполнению практических работ дают возможность обучающимся изучать параллельное программирование на практике [11].

В ходе работы обучающиеся изучают схему реализации заданий, компиляцию программ, реализацию последовательных и параллельных запросов. Помимо этого, обучающиеся смогут сравнить время реализации последовательного и параллельного алгоритмов выполнения запросов к базе данных, что может дать мотивационный эффект. Подобный метод сравнения позволяет путем демонстрации примеров показать потенциальную эффективность работы параллельных запросов к БД. Кроме того, он позволяет говорить о падении производительности в случае нерационального применения ресурсов кластера.

Результаты могут быть использованы в качестве базы для дальнейшего исследования данного направления в целях получения большего объема научных материалов для сравнения результатов.

Заключение. В статье была предложена методика эффективного обучения параллельным вычислениям в БД для обучающихся направлению ИТ. Согласно предлагаемой методике наблюдается взаимосвязь разделов подготовки обучающихся к работе с БД с разделами изучения параллельных вычислений.

В зависимости от потребностей обучающихся определяют следующие результаты предлагаемой методики обучения:

1. Формирование параллельного стиля мышления.
2. Получение умений создания параллельного алгоритма разработки запросов к базе данных.
3. Приобретение знаний о параллельных системах, принципах написания параллельных запросов, для реализации которых необходимо использовать Microsoft SQL Server Azure.
4. Получение навыков написания программ параллельных вычислений в БД.

Таким образом, предлагаемый комплексный подход к выбору и применению методов на разных стадиях обучения обеспечит успешное освоение обучающимися практических навыков организации параллельных вычислений в БД.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богачев К.Ю. Основы параллельного программирования. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016. – С. 127-131.
2. Воеводин В.В., Воеводин В.В. Параллельные вычисления. – СПб: БХВ-Петербург, 2018. – С. 311-315.
3. Антонов А.С. Введение в параллельные вычисления: Методическое пособие. – М.: Изд-во Физического факультета МГУ, 2016. – С. 70-75.
4. Корнеев В.В. Параллельные вычислительные системы. – М.: Нолидж, 2016. – С. 302-309.
5. Лупин С.А., Посыпкин М.А. Технологии параллельного программирования. Серия: Высшее образование. – М.: Форум, Инфра-М, 2018. С. 208-211.
6. Batlle, J., Martı, J., Ridao, P., & Amat, J. (2016). A new FPGA/DSP-based parallel architecture for real-time image processing. Real-Time Imaging, 8 (5), 345-356.
7. Feo, J.T. (Ed.). (2018). A comparative study of parallel programming languages: the Salishan problems. Elsevier.
8. Flynn, M. (2017). Computer architecture. Wiley Encyclopedia of Computer Science and Engineering.
9. Serik, M., Nursaule, K., Sadvakassova, A., Sarzhanova, G.B. Improvement of students' training in parallel and cloud computing. – Espacios, 2017, 38(60), 3.
10. Serik, M., Karelkhan, N., Kultan, J., & Zulpykhar, Z. (2019). Setting Up and Implementation of the Parallel Computing Cluster in Higher Education. International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET), 14(06), pp. 4-17. https://doi.org/10.3991/ijet.v14i06.9736
11. Жумагулова С.К. Ақпараттық жүйелердегі мәліметтер базасы. Оқу құралы. – Караганда: Изд-во Эверо, 2017. – 104 с.

Ақпараттық профильдегі білім алушылардың дерекқоры саласында құзыреттерді қалыптастыру

[1]***СЕРІК Меруерт,*** *п.ғ.д., профессор, Serik_m@enu.kz,*
[1]****ЖУМАГУЛОВА Сауле Комекқызы,*** *магистр, докторант, saulesha_81@mail.ru,*
[2]***КОПЫЛЬЦОВ Александр Васильевич,*** *т.ғ.д., профессор, kopyl2001@mail.ru,*
[1]*«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Астана, Сәтпаев көшесі, 2,*
[2]*Санкт-Петербург мемлекеттік аэроғарыштық аспаптар университеті, Ресей, Санкт-Петербург, Большая Морская көшесі, 67,*

**автор-корреспондент.*

Аңдатпа. *Қазіргі әлемде параллельді есептеу бағдарламалау және есептеу математикасы саласының міндетті бөлігіне айналды. Мақалада параллельді есептеулердің бар түрлері сипатталған. Ақпараттық профильдегі студенттердің пәндік құзіреттілігін қалыптастырудың міндетті шарттары ретінде мәліметтер базасында ақпаратты өңдеу мәселелерін параллель шешу бағдарламаларын құруда назар аударылады. Авторлар параллельді бағдарламалау бойынша білім алушыларды оқытудың кейбір әдістемелік әдістерін қарастырды, бұл олардың параллельді ойлау стилін қалыптастыруға және университетте пәндік дайындық процесінде мәліметтер базасында параллельді есептеулерді ұйымдастырудың практикалық дағдыларын алуға ықпал етеді. Бұл оқыту әдістерін қолданудың тән ерекшелігі - мәліметтер базасымен жұмыс істеуге пайдаланушының дайындығы жүзеге асырылатын бөлімдер мен параллель есептеу негіздерін игеруге бағытталған бөлімдер арасындағы логика.*

Кілт сөздер: *мәліметтер базасы, параллельді есептеу, оқыту әдістері, үрдіс, кластер, виртуалды машина, бұлтты ресурстар, параллелизм, білім беру бағдарламасы, білім алушы, мәліметтер базасын басқару жүйесі.*

Formation of Competencies in the Field of Databases of Students of the Information Profile

[1]***SERIK Meruert,*** *Dr. of Ped. Sci., Professor, Serik_m@enu.kz,*
[1]****ZHUMAGULOVA Saule,*** *Master, doctoral student, saulesha_81@mail.ru,*
[2]***KOPYLTSOV Alexander,*** *Dr. of Tech. Sci., Professor, kopyl2001@mail.ru,*
[1]*NPJSC «L.N. Gumilyov Eurasian National University», Kazakhstan, Astana, Satpayev Street, 2,*
[2]*Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Russia, Saint Petersburg, Bolshaya Morskaya Street, 67,*

**corresponding author.*

Abstract. *In the modern world, parallel computing has become a mandatory part of the field of programming and computational mathematics. The article describes the existing types of parallel computing. The focuses on the ability to create programs for the parallel solution of information processing problems in databases as mandatory conditions for the formation of the subject competence of students of the information profile. The author considers some methodological methods of teaching students parallel programming, contributing to the formation of their parallel style of thinking and acquiring practical skills in organizing parallel computing in a database in the process of subject training at a university. A characteristic feature of the application of these training methods is the logic between the sections where user preparation for working with databases is implemented and the sections focused on mastering the basics of parallel computing.*

Keywords: *databases, parallel computing, learning methods, process, cluster, virtual machine, cloud resources, concurrency, educational program, student, database management system.*

REFERENCES

1. Bogachev K.Ju. Osnovy parallel'nogo programmirovanija. – Moscow: BINOM. Laboratorija znanij, 2016. – pp. 127-131.
2. Voevodin V.V., Voevodin V.V. Parallel'nye vychislenija. – Saint Petersburg: BHV-Peterburg, 2018. – pp. 311-315.
3. Antonov A.S. Vvedenie v parallel'nye vychislenija: Metodicheskoe posobie. – Moscow: Publ. Fizicheskogo fakul'teta MGU, 2016. – pp. 70-75.
4. Korneev V.V. Parallel'nye vychislitel'nye sistemy. – Moscow: Nolidzh, 2016. – pp. 302-309.
5. Lupin S.A., Posypkin M.A. Tehnologii parallel'nogo programmirovanija. Serija: Vysshee obrazovanie. – Moscow: Forum, Infra-M, 2018. pp. 208-211.
6. Batlle, J., Martı, J., Ridao, P., & Amat, J. (2016). A new FPGA/DSP-based parallel architecture for real-time image processing. Real-Time Imaging, 8(5), 345-356.
7. Feo, J.T. (Ed.). (2018). A comparative study of parallel programming languages: the Salishan problems. Elsevier.
8. Flynn, M. (2017). Computer architecture. Wiley Encyclopedia of Computer Science and Engineering.
9. Serik, M., Nursaule, K., Sadvakassova, A., Sarzhanova, G.B. Improvement of students' training in parallel and cloud computing. – Espacios, 2017, 38(60), 3.
10. Serik, M., Karelkhan, N., Kultan, J., & Zulpykhar, Z. (2019). Setting Up and Implementation of the Parallel Computing Cluster in Higher Education. International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET), 14(06), pp. 4-17. https://doi.org/10.3991/ijet.v14i06.9736
11. Zhumagulova S.K. Akhparattik zhuyelerdegi malmetter bazas. Ohku kuraly. – Karaganda: Publ. Evero, 2017 – 104 p.