

Методика виртуализации вычислительных ресурсов масштаба предприятия

П. И. Питкевич, бакалавр технических наук

E-mail: pavel.pitkevich@gmail.com

ORCID ID: 0000-0002-1760-9395

Белорусский государственный университет информатики и радио-электроники, ул. Платонова 39, 220013, г. Минск, Республика Беларусь

Д. Н. Одинец, доцент, кандидат технических наук

E-mail: anketa149@rambler.ru

ORCID ID: 0000-0001-9111-1299

Белорусский государственный университет информатики и радио-электроники, ул. Платонова 39, 220013, г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье рассмотрена методика виртуализации вычислительных ресурсов масштаба предприятия. Предлагается концепт серверной инфраструктуры предприятия, которая будет функционировать на объекте с численностью до 1000 пользователей. Рассмотрено использование платформы виртуализации VMware vSphere с подробным описанием функций, которые были использованы на предприятии. Произведён сравнительный анализ данной платформы с другими системами виртуализации.

Ключевые слова: виртуализация, вычислительные ресурсы, инфраструктура, отказоустойчивая система.

Для цитирования: Питкевич, П. И. Методика виртуализации вычислительных ресурсов масштаба предприятия / П. И. Питкевич, Д. Н. Одинец // Цифровая трансформация. – 2021. – № 3 (16). – С. 40–46.



© Цифровая трансформация, 2021

Enterprise-scale Computing Resource Virtualization Methodology

P.I. Pitkevich, Bachelor of Science in Engineering

E-mail: pavel.pitkevich@gmail.com

ORCID ID: 0000-0002-1760-9395

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, 39 Platonova Str., 220013 Minsk, Republic of Belarus

D.N. Adzinets, Candidate of Sciences, TechSciPhD

E-mail: anketa149@rambler.ru

ORCID ID: 0000-0001-9111-1299

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, 39 Platonova Str., 220013 Minsk, Republic of Belarus

Abstract. The paper discusses the method of virtualization of enterprise-scale computing resources. The concept of the enterprise server infrastructure is being created, which will operate in an enterprise with up to 1,000 users. The use of the VMware vSphere virtualization platform is considered with a detailed description of the functions that were used in the enterprise. A comparative analysis of this platform with other virtualization systems is made.

Key words: virtualization, computing resources, infrastructure, clusters, fail tolerance system.

For citation: Pitkevich, P. I., Adzinets D.N. Enterprise-scale computing resource virtualization methodology. *Cifrovaja transformacija* [Digital transformation], 2021, 3 (16), pp. 40–46 (in Russian).

© Digital Transformation, 2021

Введение. Виртуализация — это процесс создания структуры виртуальных серверов, инфраструктур, устройств и вычислительных ресурсов. Виртуализация изменяет аппаратно-программные отношения и является одним из основополагающих принципов технологии облачных вычислений, позволяет в полной мере использовать их возможности. Технологии виртуализации позволяют компаниям создавать программное (или виртуальное) предоставление виртуальных хранилищ, серверов, данных, настольных компьютеров и приложений. [1]

Отличным примером того, как виртуализация работает в повседневной жизни, является разделение жесткого диска на разные части. Физически может быть только один жесткий диск, однако система воспринимает его как два, три и более различных и отдельных сегментов. Такой же подход используется и с физическим сервером (хостом), когда на одном устройстве работают несколько виртуальных систем (виртуальных машин), несколько операционных систем и приложений [2]

Виртуальная машина (ВМ) — это полностью изолированный контейнер программного обеспечения, содержащий в себе операционную систему (ОС) и приложения. Каждая создаваемая ВМ является полностью независимой, которая в момент создания виртуализирует необходимое количество аппаратных ресурсов физического сервера.

Уровень программного обеспечения, позволяющий одновременную и параллельную работу нескольких ВМ, операционных систем на одном хосте, называется «гипервизор». Исследование, проведенное в Международном журнале научных и технологических исследований, определяет его как «программный уровень, который может контролировать и виртуализировать ресурсы хост-машины, предоставляя их в соответствии с требованиями пользователя». Наиболее распространенный гипервизор называется Гибридным (Тип 1+). Общаясь непосредственно с аппаратным обеспечением через служебную ОС, он виртуализирует аппаратную платформу, которая делает его доступным для использования гостевыми ОС. Существует также гипервизор на основе базовой ОС (Тип 2, V), который требует наличия операционной системы. Чаще всего его используют при тестировании программного обеспечения и лабораторных исследованиях. [4]

Сегодня виртуализация рассматривается в первую очередь как эффективный способ оп-

тимизации затрат предприятий любого размера на развитие и поддержку инфраструктуры, а также повышения эффективности использования серверов. В настоящей статье рассмотрен опыт построения виртуальной инфраструктуры предприятия, численностью пользователей до 1000 человек.

Преимущества виртуализации. Предоставляя огромный функционал и открывающиеся возможности при проведении виртуализации ИТ-инфраструктуры предприятия, главным аспектом остаётся экономическая оценка функций виртуализации.

Производимые расчеты TCO/ROI при создании виртуальной инфраструктуры предприятия с количеством пользователей до 1000 человек позволяют говорить о возврате инвестиций в течение трех-пяти лет. [4]

При этом удастся:

- сократить издержки на ввод в эксплуатацию новых систем и серверов на 50-70%, обслуживание задействованного оборудования и устранение зависимости операционной системы и предоставляемых сервисов от аппаратного обеспечения. За счёт того, что виртуальные машины никак не связаны с конкретным аппаратным обеспечением, при вводе нового оборудования в эксплуатацию исчезает потребность повторной установки и настройки программного обеспечения. Виртуальная машина копируется как файл на новый сервер и продолжает свою работу;

- уменьшить количество физических серверов и серверных стоек, упростить кабельную инфраструктуру компании в 6-10 раз. По статистике, сервера на предприятии загружены на 10-15% при выполнении возложенных на них задач без использования технологии виртуализации. Использование нескольких виртуальных серверов на одном физическом сервере позволяет увеличить его производительность в рабочие часы до 80%, сократив затраты на покупку нового аппаратного обеспечения;

- десятикратная экономия на энергопотреблении и теплоотводе серверов. Ежегодные расходы на электроэнергию и системы охлаждения серверной комнаты при использовании схемы 1 физический сервер = 1 операционная система становятся существенными за счёт большого парка аппаратного обеспечения. Объединение нескольких виртуальных серверов на одном физическом многократно уменьшит расходы на содержание и эксплуатацию;

– упростить процедуры резервного копирования, управления и мониторинга. Задача создания резервных копий виртуальных машин и последующего восстановления из резервной копии занимает намного меньше времени и является более простой процедурой. В случае выхода из строя физического оборудования виртуальный сервер может быть сразу запущен на другом физическом сервере;

– повысить надежность серверной инфраструктуры за счет использования кластеризации виртуальных машин (VMware HA, Microsoft Cluster Service, Citrix XenServer HA), что позволяет достигнуть в ряде случаев уровня доступности сервисов 99,5%. Два и более физических сервера, объединённых в одну группу образуют единый ресурс, называемый кластером серверов. При выходе из строя одного из физических серверов будет произведена «живая» миграция виртуальной машины и работа будет продолжена на другом физическом сервере;

– обеспечить динамическое распределение нагрузки по физическим серверам (VMware DRS, Microsoft SCVMM) [3].

Однако существует ряд систем, которые не стоит виртуализировать. Не стоит переносить на виртуальную платформу системы, использующие специфическое оборудование, которое не может функционировать в виртуальных системах [5].

Существуют также соображения лицензирования программного обеспечения, которые необходимо учитывать при создании виртуализированной среды. Компании должны обеспечить четкое понимание того, как их поставщики рассматривают использование программного обеспечения в виртуальной среде. Это становится менее ограничивающим фактором по мере того, как все больше поставщиков программного обеспечения приспособляются к более широкому использованию виртуализации [6].

Методика виртуализации инфраструктуры на предприятии предусматривает решение следующих задач.

Изначально определяются системы и сервисы, которые будут использоваться для работы большей частью пользователей предприятия, а именно:

1. Инфраструктурные сервисы. Представляют собой комплекс базовых приложений и информационных систем, обеспечивающих самые необходимые потребности предприятия. К ним относятся службы единого каталога (Microsoft

Active Directory), базовые сетевые службы (DNS, DHCP, FTP, WINS), системы управления печатью.

2. Службы хранения файловых ресурсов, позволяющие структурировать информацию организации с предоставлением необходимых доступов пользователям.

3. Система электронной почты. Одна из самых важных систем, которая должна быть постоянно доступна и работоспособна.

4. Система управления базами данных. Позволяет управлять и анализировать большие объёмы данных, а также обеспечивать работу важных для предприятия приложений [7].

Далее выделяются главные особенности любого предприятия, которые необходимо учитывать при создании виртуальной инфраструктуры.

1. Определение требований к информационным и вычислительным ресурсам. При этом требования могут очень сильно отличаться друг от друга – кому-то потребуются серьёзные вычислительные мощности (например, для работы с 3D-графикой и большими объёмами данных), а кому-то будет достаточно вычислительных мощностей для работы с почтовыми и офисными программами.

2. Определение наличия выделенной тестовой среды для запуска и тестирования специфического программного обеспечения, которое используется пользователями предприятия.

3. Определение правил использования виртуальных локальных сетей для повышения производительности в каждой из виртуальных сетей, а также изоляции сетей друг от друга для управления правами доступа пользователей [7].

Путем подбора вариантов виртуализации и их тестирования выбирается тот, который максимально удовлетворяет поставленным критериям.

ИТ-инфраструктура для предприятия. Рассмотрим конкретный пример предприятия, для которого будет использоваться применение методологии виртуализации. На этапе планирования инфраструктуры производятся:

- Анализ бизнес-процессов организации;
- Анализ доступных решений, технологий, продуктов и сделана оценка внедрения и эксплуатации;
- Расчёт и согласование бюджетов.

Результатом этапа планирования инфраструктуры является целевая архитектура, которая удовлетворяет потребностям предприятия по эффективности и экономическим показате-

лям. На рис. 1 представлен основной контур серверной инфраструктуры предприятия, на котором реализован метод виртуализации. Целевым продуктом для виртуализации инфраструктуры

выбран продукт VMware vSphere 7, однако данная методика применима для других средств виртуализации и в этом её преимущество.

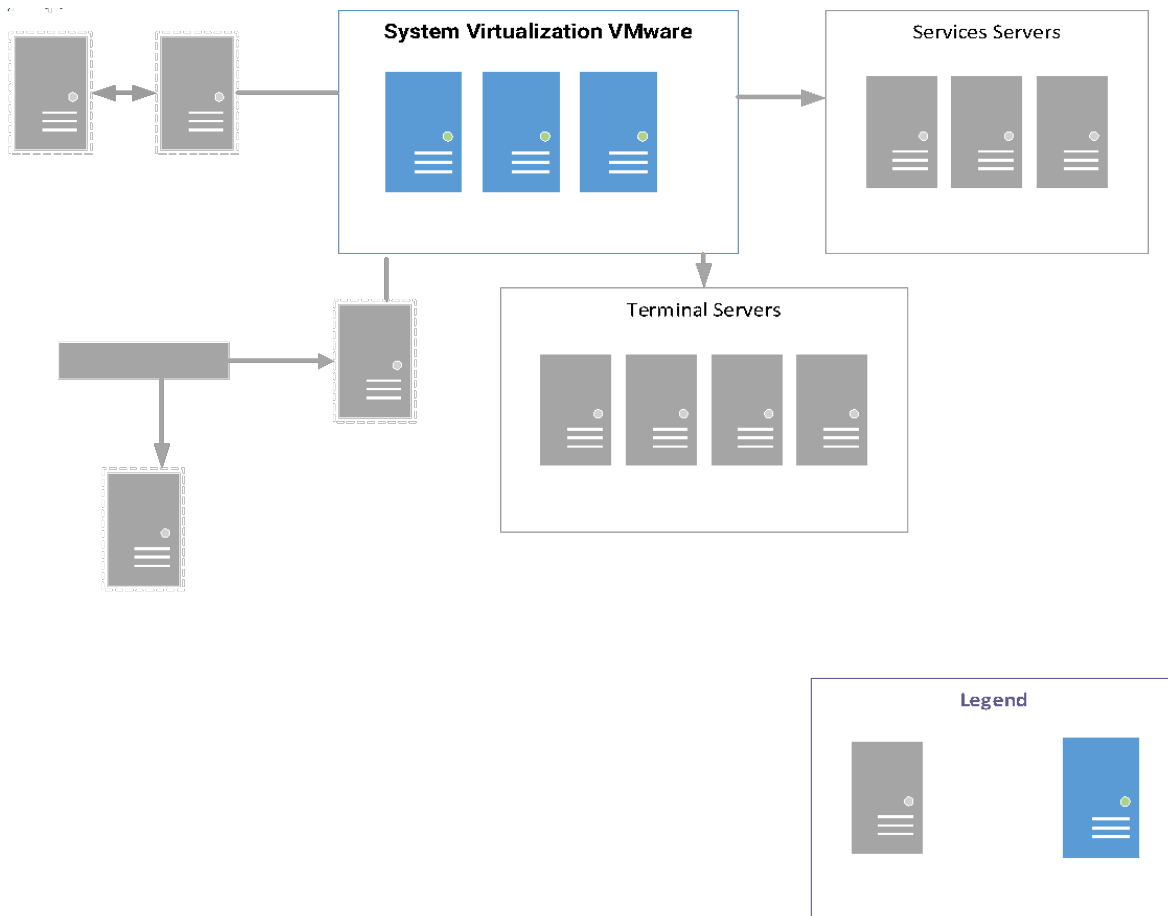


Рис. 1 – Концепция серверной инфраструктуры предприятия
Fig. 1 - Enterprise server infrastructure concept

Использование платформы виртуализации VMware vSphere 7. VMware vSphere – одна из самых популярных платформ виртуализации во всём мире от компании VMware. vSphere управляет хаотичной инфраструктурой как единым целым, благодаря инструментам для администрирования. Основными компонентами vSphere являются ESXi и vCenter Server. Рассмотрим эти 2 компонента ниже, а также остальные инструменты, которые будут использованы для создания инфраструктуры.

– Гипервизор VMware ESXi – представляет собой гипервизор типа 1, который устанавливается напрямую на хост и не требует наличия ОС. Сам гипервизор отвечает за разделение ресурсов физического устройства на логические разделы.

– vCenter Server – это служба, с помощью

которой происходит управление парком хостов. Данная служба занимается распределением виртуальных машин по хостам, выделяет для них ресурсы, следит за производительностью и производит автоматизацию процессов. В свою очередь vCenter Server состоит из трёх основных компонентов:

1. vSphere Web Client – интерфейс в веб-браузере для удобного администрирования инфраструктурой;
 2. База данных vCenter Server – хранит в себе данные для работы службы;
 3. vCenter (Single Sign-On) – позволяет объединить доступ ко всей инфраструктуре с помощью единого входа [9].
- Общая структура, описанная выше, показана на рисунке 2.

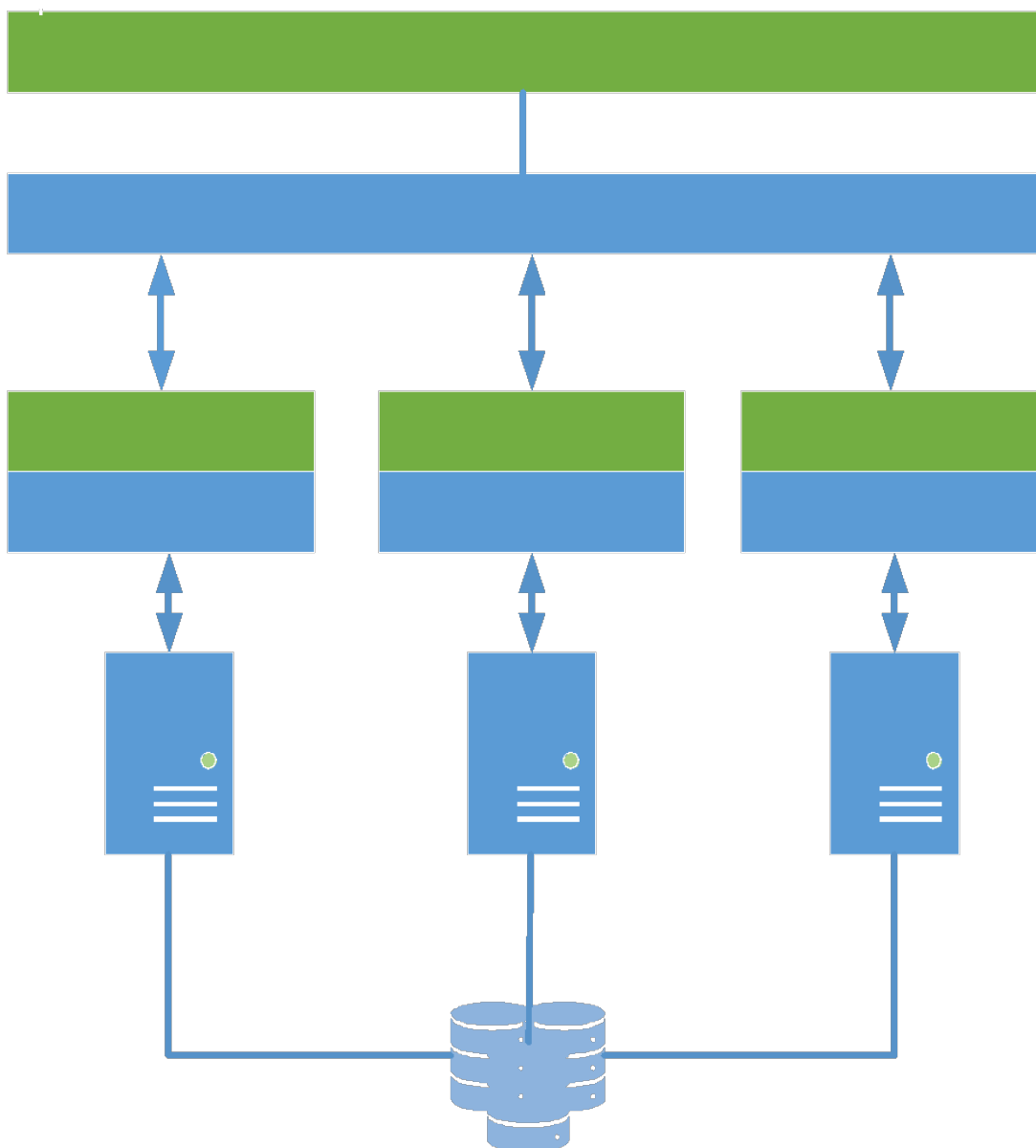


Рис. 2 – Архитектура VMware vSphere для предприятия
 Fig. 2 – VMware vSphere architecture for the enterprise

– vSAN – решение для виртуализации хранилищ данных. Данное решение позволяет объединить физические устройства хранения в одну единую структуру, которая будет доступна для хостов в одном кластере, а также осуществлять перенос и балансировку рабочих нагрузок.

– vSphere Distributed Switch (vDS) – распределённый виртуальный свитч. Данная функция позволяет централизованно управлять сетевой инфраструктурой через vCenter внутри кластера.

– vSphere vMotion – функция, позволяющая производить перенос VM внутри кластера без прерывания работы.

– VMware vSphere High Availability (HA) –

функция, позволяющая переносить виртуальные машины между физическими хостами в случае сбоя.

– VMware vSphere Fault Tolerance (FT) – функция, позволяющая повысить уровень доступности в случае сбоя хоста. Функция HA позволяет также производить перенос VM в случае сбоя, однако на это потребуется какое-то время. При использовании Fault Tolerance, в случае сбоя хоста, работа будет восстановлена на втором хосте, где имеется «зеркальная» VM [8].

Основной причиной выбора продукта VMware vSphere для предприятий численностью до 1000 человек является наличие функции

vSphere Fault Tolerance. Принцип работы данной функции заключается в следующем. Создаётся защищённая виртуальная машина, которая называется основной виртуальной машиной. Дубликат виртуальной машины – вторичная виртуальная машина, создается и запускается на другом хосте. Первичная виртуальная машина непрерывно реплицируется на вторичную виртуальную машину, так что вторичная виртуальная машина может взять на себя управление в любой момент, обеспечивая тем самым отказоустойчивую защиту.

Первичная и вторичная виртуальные машины непрерывно контролируют состояние друг друга, чтобы обеспечить поддержание отказоустойчивости. В случае если хост, на котором запущена первичная виртуальная машина, выходит из строя, вторичная виртуальная машина немедленно активируется для замены первичной виртуальной машины. Автоматически начинается создание новой вторичной виртуальной машины, и резервирование отказоустойчивости восстанавливается автоматически. Если хост, на котором работает вторичная виртуальная машина, выходит из строя, он также немедленно заменяется. В любом случае пользователи не испытывают никаких перебоев в обслуживании и потери данных.

Следуя рекомендациям VMware по созданию отказоустойчивой инфраструктуры, создаваемая инфраструктура сконфигурирована по следующим стандартам.

Отказоустойчивая виртуальная машина и ее вторичная копия не могут работать на одном хосте. Это ограничение гарантирует, что отказ хоста не может привести к потере обеих виртуальных машин. Хосты, управляющие первичными и вторичными виртуальными машинами, должны работать примерно на одинаковых частотах процессора, в противном случае вторичная виртуальная машина может перезапускаться чаще. Функции управления питанием платформы, которые не корректируются в зависимости от рабочей нагрузки (например, ограничение мощности и принудительные низкочастотные режимы для экономии энергии), могут привести к значительному изменению частоты процессора.

Использование хранилища vSAN обеспечивает высокую скорость обмена данными и их максимальную сохранность. FT-машины будут храниться на общем хранилище. Поддерживаются хранилища FC / iSCSI / NFS [8].

При настройке vDS соблюдаются следующие требования:

– Все настройки виртуальных коммутато-

ров, куда подключены VM должны быть унифицированы;

– Для передачи данных между хостами стоит использовать канал с пропускной способностью минимум 1Гбит. Лучшая практика - использовать от 10Гбит NICs;

– Настройки VMware vSwitch на хостах должны быть единообразными, например, использовать один и тот же VLAN для ведения журнала VMware FT, чтобы сделать эти хосты доступными для размещения вторичных виртуальных машин [9].

Таким образом, при фатальном отказе одного из хостов, виртуальная инфраструктура обеспечит непрерывность рабочего процесса и предприятие не понесёт убытков.

Сравнение продукта VMware с другими гипервизорами. Гипервизор ESXi от VMware конкурирует с рядом других гипервизоров, сравнительный анализ которых будет произведён ниже.

VMware ESXi и Hyper-V. Hyper-V – гипервизор компании Microsoft, позволяющий создавать виртуальную среду с помощью технологии виртуализации, входящую в состав Windows Server. ESXi и Hyper-V являются двумя наиболее часто используемыми решениями в проектах виртуализации. Оба решения являются гипервизорами типа 1 и работают непосредственно на аппаратном обеспечении.

С момента запуска Windows Server 2016 гипервизор Hyper-V очень похож на гипервизор ESXi, однако у этих продуктов есть различия. Основные различия лежат в плоскости поддержки и работы с операционными системами, методе хранения данных на виртуальных жёстких дисках, предоставлении возможностей в конфигурации виртуальных машин и лицензировании [14].

VMware ESXi и KVM. KVM – Open Source гипервизор использующий ядро Linux с предоставлением ядру возможности виртуализации и управления гипервизором. Основные различия в данных продуктах лежат в стоимости, производительности и функционале. Поскольку KVM – это бесплатный продукт, последнее из приведённых различий играет не в пользу KVM из-за отсутствия более развитых средств управления и менее стабильной работы для задач с активным вводом-выводом (I/O) [8].

Заключение. В статье была рассмотрена методика виртуализации вычислительных ресурсов для применения в системах виртуализации на предприятии численностью до 1000 пользователей. В основе методики лежит технология

VMware vSphere, которая позволяет обеспечить максимальную отказоустойчивость критически-важных виртуальных серверов, отвечающих за бесперебойную работу всего предприятия.

Предложенная в статье методика полно-

стью решает все поставленные перед ней задачи, позволяя создать максимально гибкую и динамичную виртуальную инфраструктуру, которая удовлетворяет всем параметрам производительности и отказоустойчивости.

Список литературы

1. Гаврилов, Л. П. Инновационные технологии в коммерции и бизнесе: учебник для бакалавров / Л. П. Гаврилов. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 372 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-2452-7. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/425884> (дата обращения: 28.03.2021).
2. Гусева, А.И. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации: Учебник / А.И. Гусева. - М.: Академия, 2020. - 336 с.
3. Емельянов, С.В. Информационные технологии и вычислительные системы / С.В. Емельянов. - М.: Ленанд, 2020. - 96 с.
4. Замятина, О.М. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. моделирование сетей.: Учебное пособие для магистратуры / О.М. Замятина. - Люберцы: Юрайт, 2020. - 159 с.
5. Информационные технологии и вычислительные системы: Обработка информации и анализ данных. Программная инженерия. Математическое моделирование. Прикладные аспекты информатики / Под ред. С.В. Емельянова. - М.: Ленанд, 2020. - 104 с.
6. Мелехин, В.Ф. Вычислительные машины, системы и сети / В.Ф. Мелехин. - М.: Academia, 2020. - 304 с.
7. Митропольский, Ю.И. Мультиархитектурные вычислительные суперсистемы. Перспективы развития / Ю.И. Митропольский. - М.: Техносфера, 2020. - 146 с.
8. Mike Brown, Hersey Cartwright. 10. VMware vSphere 6.7 Data Center Design Cookbook / Mike Brown, Hersey Cartwright // 10. VMware vSphere 6.7 Data Center Design Cookbook [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://www.packtpub.com/product/vmware-vsphere-6-7-data-center-design-cookbook-third-edition/9781789801514> – Дата доступа: 09.04.2021.
9. Mike Brown, Hersey Cartwright, Martin Gavanda, Andrea Mauro, Karel Novak, Paolo Valsecchi. The Complete VMware vSphere Guide/ Mike Brown, Hersey Cartwright, Martin Gavanda, Andrea Mauro, Karel Novak, Paolo Valsecchi// The Complete VMware vSphere Guide [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: https://books.google.by/books/about/The_Complete_VMware_vSphere_Guide.html?id=pVjBDwAAQBAJ&redir_esc=y – Дата доступа: 09.04.2021.

References

1. Gavrilov L. P. Innovative technologies in commerce and business: textbook for bachelors / L. P. Gavrilov. - Moscow: Publishing house Yurait, 2019. - 372 P. - (Bachelor's and Master's degrees. Academic course). - ISBN 978-5-9916-2452-7. - Text: electronic // EBS Yurite [website]. - URL: <https://urait.ru/bcode/425884> (date of reference: 28.03.2021). (In Russian)
2. Guseva, A.I. Computer systems, networks and telecommunications: Textbook / A.I. Guseva. - Moscow: Academy, 2020. - 336 P. (In Russian)
3. Emelyanov, S.V. Information technologies and computer systems / S.V. Emelyanov. - Moscow: Lenand, 2020. - 96 P. (In Russian)
4. Zamyatina, O.M. Computing systems, networks and telecommunications: Textbook for Master's degree / O.M. Zamyatina. - Lyubertsy: Yurait, 2020. - 159 P. (In Russian)
5. Information Technology and Computer Systems: Information Processing and Data Analysis. Software Engineering. Mathematical modelling. Applied aspects of computer science / Edited by S.V. Emelyanov. - Moscow: Lenand, 2020. - 104 P. (In Russian)
6. Melekhin, V.F. Computers, systems and networks / V.F. Melekhin. - M.: Academia, 2020. - 304 P. (In Russian)
7. Mitropolsky, Y.I. Multi-architecture computing super-systems. Prospects of development / Yu.I. Mitropolsky. - Moscow: Technosphere, 2020. - 146 P. (In Russian)
8. Mike Brown, Hersey Cartwright. 10. VMware vSphere 6.7 Data Center Design Cookbook / Mike Brown, Hersey Cartwright // 10. VMware vSphere 6.7 Data Center Design Cookbook [Electronic resource]. – 2019. – Resources Management: <https://www.packtpub.com/product/vmware-vsphere-6-7-data-center-design-cookbook-third-edition/9781789801514> – Accessed: 09.04.2021. (In English)
9. Mike Brown, Hersey Cartwright, Martin Gavanda, Andrea Mauro, Karel Novak, Paolo Valsecchi. The Complete VMware vSphere Guide/ Mike Brown, Hersey Cartwright, Martin Gavanda, Andrea Mauro, Karel Novak, Paolo Valsecchi// The Complete VMware vSphere Guide [Electronic resource]. – 2019. – Resources Management: https://books.google.by/books/about/The_Complete_VMware_vSphere_Guide.html?id=pVjBDwAAQBAJ&redir_esc=y – Accessed: 09.04.2021. (In English)

Received: 14.04.2021

Поступила: 14.04.2021