

**ГИПЕРКОНВЕРГЕНТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ С ОТКРЫТЫМ КОДОМ**

\*ДП «ЭС ЭНД ТИ УКРАИНА», г. Киев, Украина

**Анотація.** Поява гіперконвергентних інфраструктур є закономірним етапом розвитку ІТ-інфраструктур і наступним логічним кроком від конвергентних. Компанія Red Hat – лідер в області розробки відкритого програмного забезпечення, представила нову технологію рівня підприємства – інтегровану платформу для обчислень і зберігання даних Red Hat Hyperconverged Infrastructure (RHNI) з відкритим кодом. Під терміном «гіперконвергентна інфраструктура» розуміється програмно-визначувана ІТ-інфраструктура, яка включає такі обов'язкові компоненти, як гіпервізор обчислювальної віртуалізації, програмно-визначувані сховище даних і мережа. Технологія RHNI об'єднала в собі Red Hat Virtualization – платформу віртуалізації на основі технології KVM; Red Hat Gluster Storage – масштабовану програмну систему зберігання на основі GlusterFS; Red Hat Enterprise Linux – корпоративну Linux-платформу; Ansible – систему централізованого автоматизованого розгортання і управління конфігураціями без використання програмних агентів. Технологія RHNI орієнтована на віддалені офіси і/або філії, оскільки дозволяє реалізувати практично увесь функціонал ЦОД у місцях з обмеженими ресурсами. На сьогодні гіперконвергентна інфраструктура стала домінуючою апаратною платформою для розміщення приватних хмар, віртуальних робочих місць і середовищ розробки нових додатків. Унікальність технології RHNI полягає в тому, що повністю відкритий код виключає прив'язку до конкретного виробника, а також дозволяє підтримувати високий рівень інновацій, використовуючи переваги та новітні технології від розробників із відкритим кодом. Таким чином, технологія RHNI може бути рекомендована для застосування в усіх організаціях, які бажають побудувати гнучку інфраструктуру хмарного рівня, не використовуючи для цього публічні ресурси, а розміщуючи устаткування у власних ЦОД.

**Ключові слова:** гіперконвергентність, конвергентність, ІТ-інфраструктура, технології, відкритий код, віртуалізація, кластер, сервери, СХД, ЦОД.

**Аннотация.** Появление гиперконвергентных инфраструктур является закономерным этапом развития ИТ-инфраструктур и следующим логическим шагом от конвергентных. Компания Red Hat – лидер в области разработки открытого программного обеспечения, представила новую технологию уровня предприятия – интегрированную платформу для вычислений и хранения данных Red Hat Hyperconverged Infrastructure (RHNI) с открытым кодом. Под термином «гиперконвергентная инфраструктура» понимается программно-определяемая ИТ-инфраструктура, которая включает в себя такие обязательные компоненты, как гипервизор вычислительной виртуализации, программно-определяемые хранилище данных и сеть. Технология RHNI объединила в себе Red Hat Virtualization – платформу виртуализации на основе технологии KVM; Red Hat Gluster Storage – масштабируемую программную систему хранения на основе GlusterFS; Red Hat Enterprise Linux – корпоративную Linux-платформу; Ansible – систему централизованного автоматизированного развертывания и управления конфигурациями без использования программных агентов. Технология RHNI ориентирована на удалённые офисы и/или филиалы, так как позволяет реализовать практически весь функционал ЦОД в местах с ограниченными ресурсами. На сегодняшний день гиперконвергентная инфраструктура стала доминирующей аппаратной платформой для размещения частных облаков, виртуальных рабочих мест и сред разработки новых приложений. Уникальность технологии RHNI заключается в том, что полностью открытый код исключает привязку к конкретному производителю, а также позволяет поддерживать высокий уровень инноваций, используя преимущества и новейшие технологии от разработчиков с открытым кодом. Таким образом, технология RHNI может быть рекомендована для применения во всех организациях, которые хотят построить гибкую инфраструктуру облачного уровня, не используя для этого публичные ресурсы, а размещая оборудование в собственных ЦОД.

**Ключевые слова:** гиперконвергентность, конвергентность, ИТ-инфраструктура, технологии, открытый код, виртуализация, кластер, серверы, СХД, ЦОД.

**Abstract.** Appearance of hyperconvergence infrastructures is the appropriate stage of development of IT-infrastructures and next logical step from convergence. A company Red Hat is a leader in the area of development of open software presented NT of level of enterprise – integrated platform for calculations and storage of data of Red Hat Hyperconverged Infrastructure (RHHI) with an open source. Under a term a «hyperconvergence infrastructure» is understood the programmatic-determined IT-infrastructure that plugs in itself such obligatory components, as hypervisor of calculable virtualization, programmatic-determined depository of data and network. Red Hat Virtualization – platform of virtualization on the basis of technology of KVM; Red Hat Gluster Storage – scale programmatic system of storage on the basis of GlusterFS; Red Hat Enterprise Linux – the corporate Linux – platform; Ansible – system of the centralized automated development and management by configurations without the use of programmatic agents. Technology of RHHI is oriented to the remote offices and/or branches, because allows to realize practically all functional of Data Centers in places with limit resources. To date a hyperconvergence infrastructure became a dominant vehicle platform for placing of private clouds, virtual workplaces and environments of development of new applications. The unicity of technology of RHHI consists in that, a fully open source eliminates attachment to the certain producer, and also allows to support the high level of innovations, taking advantage and the newest technologies from developers with an open source. Thus, technology of RHHI can be recommended for application in all organizations that want to build the flexible infrastructure of cloudy level, not using public resources for this purpose, and placing an equipment in own Data Center.

**Keywords:** hyperconvergence, convergence, IT-infrastructure, technologies, open source, virtualization, cluster, servers, DSS, DPC.

## 1. Введение

Гиперконвергентные инфраструктуры стали закономерным этапом развития ИТ-инфраструктур и следующим логическим шагом от конвергентных [1]. Концепция конвергентных инфраструктур предполагает комбинирование нескольких инфраструктурных компонентов в предварительно интегрированный комплекс с помощью связующего программного обеспечения. Эта концепция, в свою очередь, является развитием традиционных подходов к построению ИТ-инфраструктуры.

Термин конвергентная инфраструктура был предложен компанией Hewlett-Packard [2]. В терминологии Gartner этот тип инфраструктуры называется интегрированной системой, а в Cisco Systems – системой унифицированных вычислений (Cisco Unified Computing System, UCS). Но независимо от названия в них заложена одна и та же идеология: объединение памяти, вычислительных и сетевых ресурсов в общий пул, предварительно сконфигурированный для работы в центре обработки данных (ЦОД). Такой подход позволяет сократить время на развертывание инфраструктуры с нескольких месяцев до нескольких дней [2].

Гиперконвергентные инфраструктуры развивают концепцию конвергентных структур, добавляя в нее понятие модульности. Гиперконвергентная инфраструктура включает в себя архитектуру на базе модулей. Благодаря этому, все необходимые виртуализированные вычислительные ресурсы, сетевые и системы хранения данных (СХД) работают автономно внутри отдельных модулей, которые представляют собой готовые виртуализированные вычислительные ресурсы [2]. Они обычно объединяются в группы, чтобы обеспечить отказоустойчивость, высокую производительность и гибкость в создании ресурсных пулов.

Под термином «гиперконвергентная инфраструктура» (Hyper-Converged Infrastructure, HCI) понимается программно-определяемая ИТ-инфраструктура, которая включает в себя такие обязательные компоненты, как гипервизор вычислительной виртуализации, программно-определяемые хранилище данных и сеть [3]. Целью данной статьи является рассмотрение гиперконвергентной технологии с открытым кодом как эффективного инструментария для построения гибкой ИТ-инфраструктуры облачного уровня в современной организации (предприятии), без использования публичных ресурсов.

## 2. Технология RHHI

В середине 2017 года компания Red Hat, лидер в области разработки открытого программного обеспечения, представила «первую гиперконвергентную инфраструктуру с открытым кодом и готовую к использованию в production» [4]. Именно таким образом, Red Hat анонсировала новую технологию, пополнив свой набор для предприятий интегрированной платформой для вычислений и хранения данных – RHHI, которая объединила в себе [3]:

- Red Hat Virtualization – платформу виртуализации на основе технологии KVM;
- Red Hat Gluster Storage – масштабируемую программную систему хранения на основе GlusterFS, которая может быть установлена непосредственно на хосте RHV, без выделения отдельного сервера, что существенно упрощает ее развертывание;
- Red Hat Enterprise Linux – корпоративную Linux-платформу, выступающую в качестве надежной и проверенной основы, где в качестве гостевых операционных систем (ОС) поддерживаются как ОС RHEL 5, 6 и 7, так и SUSE Linux Enterprise Server 10, 11, 12, а также Microsoft Windows, включая новые версии 8, 10, 2008, 2008 R2, 2012, 2016);
- Ansible – систему централизованного автоматизированного развертывания и управления конфигурациями без использования программных агентов (одноименная компания-разработчик была приобретена Red Hat в 2015 году).

Также в RHHI встроена функция интеграции с Red Hat CloudForms для управления и оркестрации ИТ-инфраструктуры. На сегодняшний день это единственная технология корпоративного уровня, в составе которой присутствует весь инфраструктурный стек ЦОД с полностью открытым кодом. Использование компанией Red Hat только собственных программно-определяемых компонентов для построения гиперконвергентной инфраструктуры значительно упрощает ее сопровождение и поддержку [4].

## 3. Особенности применения технологии RHHI

Технология RHHI ориентирована на удаленные офисы и/или филиалы (Remote Office/Branch Office, ROBO), так как позволяет реализовать практически весь функционал ЦОДа в местах с ограниченными ресурсами.

Если проанализировать потребности корпоративных инфраструктур с развитой филиальной сетью, особенно финансового и телекоммуникационного секторов экономики, то можно сделать вывод, что таким организациям в филиалах необходимы те же инфраструктурные сервисы, что и в центральном офисе, а это требует разворачивания бизнес-критичных приложений на локальных серверах и СХД в филиалах.

При этом основная проблема заключается в том, что технологии, которые используются в корпоративном ЦОД, не подходят для удаленных офисов. Кроме того, в удаленных офисах, как правило, нет возможности разместить технологичный ЦОД и обеспечить наличие квалифицированных ИТ-специалистов. В таких случаях необходимы другие технологии, которые давали бы возможность реализовать инфраструктурные сервисы с помощью небольшого количества серверов, но вместе с тем обеспечивали необходимый уровень отказоустойчивости, управляемость и простоту масштабирования по мере роста потребностей в ресурсах.

RHHI интегрирует СХД и вычислительный узел на одном сервере, что соответствует ограничениям для удаленных площадок. Благодаря централизованному развертыванию и управлению удалось автоматизировать сложные операции развертывания и появилась возможность использовать высокопроизводительные системы в удаленных филиалах, не имея квалифицированных ИТ-специалистов на местах. Основным вариантом для использования такого подхода становится широкая филиальная сеть, где каждый удаленный офис регулярно синхронизирует данные с основным ЦОД, но при этом не требует подключения к нему для своей работы.

Достаточно вероятно, что в ближайшей перспективе областью применения технологий на базе RHHI станут и такие активно развивающиеся направления, как Граничные вычисления (Mobile edge computing) и Интернет вещей (Internet of Things, IoT).

Граничные вычисления – набирающая популярность тенденция, связанная со стремлением телекоммуникационных операторов к переносу вычислительных ресурсов, обычно размещённых в больших ЦОД, в локальные офисы или на удалённые площадки, что позволяет более равномерно распределять нагрузку, повышая тем самым производительность сети в целом. Вторая область применения связана с особенностями некоторых архитектурных решений IoT, когда вблизи конечных точек требуется развёртывание небольших вычислительных ресурсов в формате микро-ЦОД.

#### 4. Архитектура и технические характеристики технологии RHHI

Для тестирования новой технологии был развёрнут стенд на базе RHHI, который позволил исследовать функциональные возможности технологии в тестовой лаборатории. На рис. 1 представлена архитектура стенда с одиночным кластером (POD), развёрнутым на трёх физических серверах, с использованием компонент Red Hat Gluster Storage 3.2 и Red Hat Virtualization 4.1.

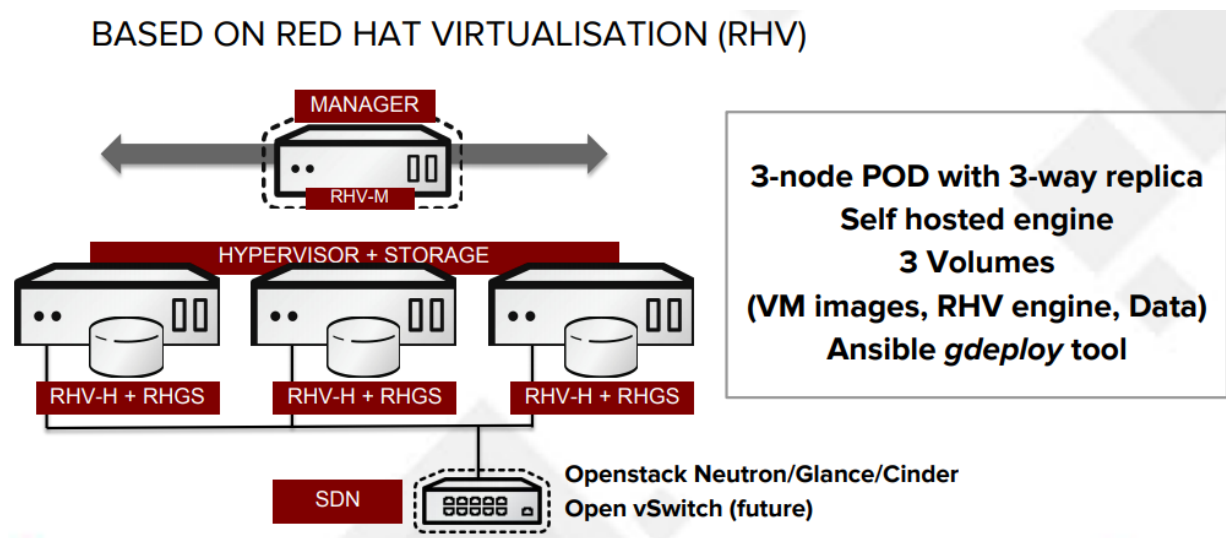


Рисунок 1 – Архитектура стенда с одиночным кластером

Весь процесс развёртывания хостов автоматизирован с использованием Red Hat Virtualization Host (RHVH), специально разработанной ОС на базе Red Hat Enterprise Linux для обеспечения простой настройки физической машины в качестве гипервизора. Она содержит только необходимые пакеты для работы сервера в качестве гипервизора в среде виртуализации Red Hat Virtualization и имеет пользовательский интерфейс Crockpit для мониторинга хоста и выполнения задач администрирования. При развёртывании и конфигурировании используется встроенный портал администратора, а для пользователей предусмотрен встроенный user-портал самообслуживания. Установка предполагает следующие шаги:

1. Развертывание необходимого количества RHEV Node.
2. Настройку сети.
3. Настройку GlusterFS и подключение хранилища из готового образа OVA.
4. Запуск RHEV – Virtualization Manager; подключение RHEV Node к RHEV Virtualization Manager.
5. Настройку ЦОД и последующее развертывание виртуальных машин.

Все операции, начиная от создания ЦОД, кластера, добавления хоста или домена хранения и заканчивая операциями по подготовке шаблонов, построены в виде последовательных закладок в графическом интерфейсе и максимально автоматизированы с помощью встроенных визардов, а также пользовательско-ориентированы.

Минимальные требования для построения кластера RHHI – три физических сервера с двумя сетевыми интерфейсами на каждом. Также рекомендуется обеспечить 10GbE для нужд сети хранения Gluster и переноса трафика между узлами (Back-end network) и отдельный интерфейс (в этом случае возможно использование 1GbE) для создания виртуального моста подсистемы управления ovirt (Front-end network). Каждый из этих интерфейсов необходимо дублировать при построении отказоустойчивых конфигураций. Кроме используемой конфигурации лабораторного стенда, поддерживаются ещё две: 6- и 9-узловые кластеры, рассчитанные на применение в более ресурсоёмких инфраструктурах. Диапазоны основных технических параметров отдельного хоста для различных конфигураций представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Диапазоны основных технических характеристик отдельных хостов

Тип конфигурации	Количество процессорных ядер	Размер ОЗУ	Емкость хранилища
Минимальная	Не менее 12 cores	Не менее 64GB	Не более 48TB
Средняя	Не менее 12 cores	Не менее 128GB	Не более 64TB
Крупная	Не менее 16 cores	Не менее 256GB	Не более 80TB

Параметры самих виртуальных машин варьируются в следующих пределах: не более 4 virtual CPUs и не более 2TB виртуального дискового пространства. Для обеспечения отказоустойчивости ресурсов хранения применяется трехкратная репликация блоков данных в Red Hat Gluster Storage, а для доступности ресурсов управления – Red Hat Virtualization Manager (RHVM) необходимо сконфигурировать в режиме High Availability (HA).

Важной функциональной особенностью, позволяющей технологии RHHI обеспечивать необходимый уровень катастрофоустойчивости для большинства корпоративных инфраструктур, является возможность кластерной файловой системы Red Hat Gluster Storage поддерживать георепликацию на уровне тома. Настраивая георепликацию при построении disaster recovery решения, необходимо учитывать следующие ограничения для RHHI версии 1.0:

- RHHI поддерживает только один геореплицированный том;
- источники и конечные тома для георепликации должны управляться разными RHVM.

Такие технологии, как Secure virtualization (sVirt) и Security-Enhanced Linux® (SELinux), защищают гипервизор от атак, направленных на хост или на виртуальные машины. RHVM также поддерживает сетевое шифрование с использованием Transport Layer Security (TLS) и Secure Sockets Layer (SSL) для аутентификации и авторизации на уровне виртуализации и хранения.

Референсная модель архитектуры гиперконвергентной инфраструктуры Red Hat с применением нескольких уровней хранения, направленных как на поддержку интенсивного ввода-вывода, так и на обеспечение большой ёмкости СХД, представлена на рис. 2.

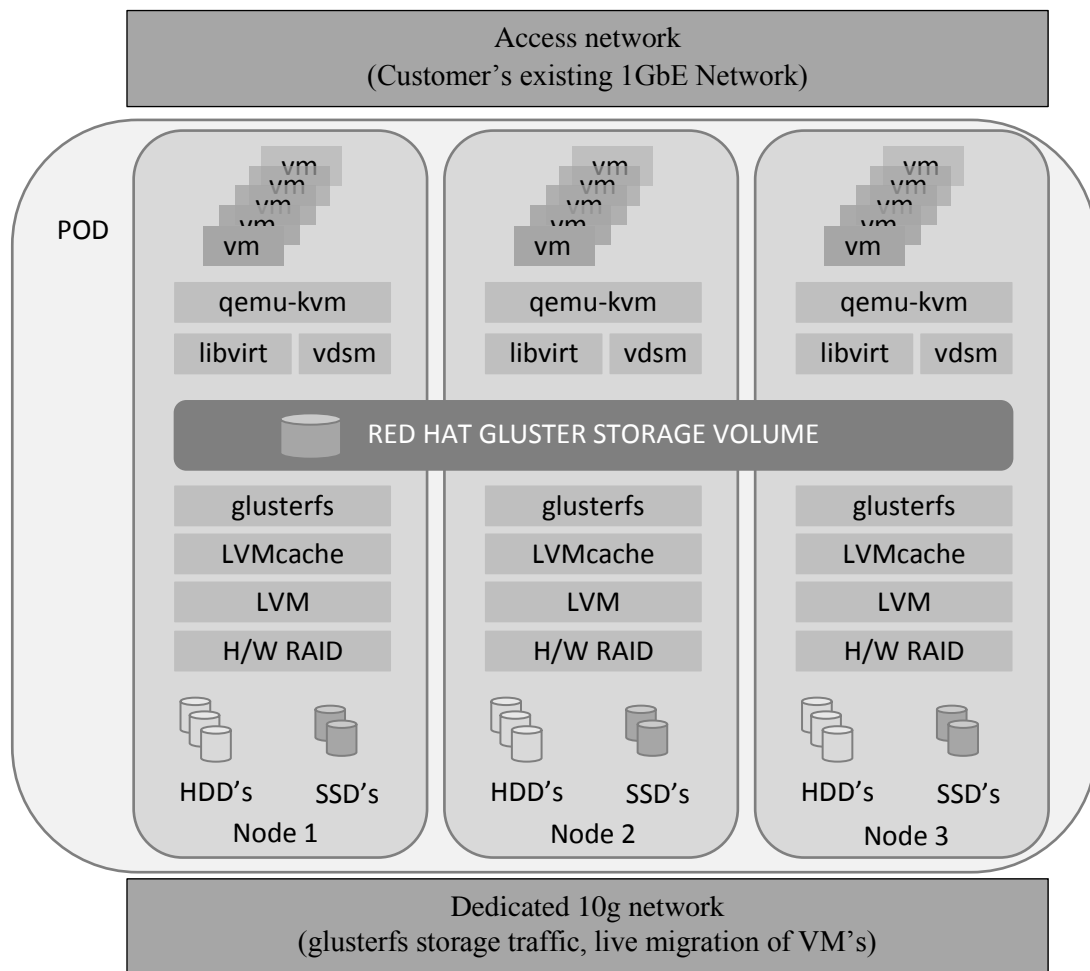


Рисунок 2 – Референсная модель архитектуры гиперконвергентной инфраструктуры

## 5. Выводы

Гиперконвергентные технологии переводят концепцию конвергентности на качественно новый уровень. Существенным отличием между двумя технологиями является то, что в конвергентной инфраструктуре каждый компонент в строительном блоке является дискретным и может использоваться отдельно. Что касается гиперконвергентной инфраструктуры, то это программно-определяемая технология, в которой все компоненты интегрированы. Также гиперконвергентные технологии отличаются улучшением на уровне программного контроллера, что дает возможность их легкого масштабирования. Для увеличения емкости и производительности необходимо лишь добавление нового блока. Вместо наращивания мощности за счет увеличения числа дисков, количества памяти или процессоров производительность увеличивается за счет добавления большего числа модулей. Соответственно, гиперконвергентная инфраструктура – это инфраструктура, в которой вычислительные мощности, СХД, серверы, сети объединяются в одно целое с помощью программных средств, а управление ими происходит через общую консоль администрирования, что дает возможность, вместо группы ИТ-специалистов для управления СХД и серверным оборудованием, задействовать только одного системного администратора.

На сегодняшний день гиперконвергентная инфраструктура стала доминирующей аппаратной платформой для размещения частных облаков, виртуальных рабочих мест и сред разработки новых приложений. К представленным ранее на нашем рынке ИСІ-технологиям от традиционных производителей инфраструктурных компонент таким, как

HC380 HCI от компании HPE, VxPail HCI от компании Dell-EMC, HyperFlex HX от компании Cisco, которые работают на базе гипервизора vSphere ESXi от VMware, добавилась технология RNNI. Уникальность этой технологии заключается в том, что полностью открытый код не только исключает привязку к конкретному производителю, но и позволяет поддерживать высокий уровень инноваций, используя преимущества и новейшие технологии от сообщества разработчиков с открытым кодом.

Проведённые исследования показали, что технологию RNNI возможно использовать не только для удалённых офисов и филиалов, но и для решения задач с определённым типом нагрузок в основных ЦОД предприятий и организаций.

Анализ существующих на сегодняшний день ИТ-инфраструктур ЦОД позволяет сделать вывод, что, используя современные многоядерные серверные узлы в сочетании с высокопроизводительной дисковой подсистемой с большой ёмкостью, возможно построить инфраструктуру на базе технологии RNNI, которая не способна удовлетворить потребности в ресурсах не только удалённых офисов, но и основных ЦОД предприятий корпоративного уровня.

Горизонтальная масштабируемость такой инфраструктуры осуществляется путём простого добавления набора однотипных серверов, что существенно облегчает процессы планирования мощностей. А поддержка всего инфраструктурного стека ЦОД, начиная от виртуальных вычислительных ресурсов и до ресурсов виртуального хранилища от его производителя, существенно упрощает взаимодействие ИТ-персонала предприятия со службой техподдержки. Также в сравнении с традиционным подходом к построению инфраструктуры, для всех возможных вариантов применения, RNNI позволяет существенно снизить капитальные затраты, операционные издержки и время на развёртывание инфраструктуры. Это достигается благодаря использованию одной и той же единицы серверного оборудования и для гипервизора виртуализации, и для контроллера подсистемы хранения.

Таким образом, технология RNNI может быть рекомендована для применения во всех организациях и предприятиях, которые хотят построить гибкую инфраструктуру облачного уровня, не используя для этого публичные ресурсы, а размещая оборудование в собственных ЦОД.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гиперконвергентные инфраструктуры и TCO. URL: <https://www.itweek.ru/infrastructure/article/detail.php?ID=195584>.
2. Немного о конвергентной (и гиперконвергентной) ИТ-инфраструктуре. URL: <https://habr.com/company/it-grad/blog/281813/>.
3. Представлена первая гиперконвергентная инфраструктура с открытым кодом. URL: <http://www.iksmedia.ru/news/5417854-Predstavlena-pervaya-giperkonvergen.html>.
4. Red Hat представила гиперконвергентную инфраструктуру с открытым кодом. URL: <https://www.itweek.ru/infrastructure/news-company/detail.php?ID=196212>.

*Статья надійшла до редакції 11.01.2019*