Научная статья

Original article

УДК: 004.75

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СВОБОДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ЦЕНТРОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

RESEARCH ON THE USE OF FREE SOFTWARE FOR DISTRIBUTED DATA CENTERS

Журавлев Ю.С., студент 2 курс, факультет «Инфокоммуникационных технологий» Национальный исследовательский университет ИТМО, Санкт-Петербург

Zhuravlev Yu.S., shkeper1@yandex.ru

Аннотация: В процессе развития Интернета и инфокоммуникационной отрасли в целом коммуникационные технологии непрерывно развиваются и эволюционируют. С каждым годом разворачиваются все больше и больше сетей, внедряются новые услуги для пользователей, создаются новые технологии, позволяющие удовлетворить практически все потребности общества в информационном мире. Вместе с этим совершенствуются и вычислительные устройства в сети: пользовательские устройства, маршрутизаторы, шлюзы и так далее. Вычислительная возможность этих устройств позволяет внедрять услуги, уже давно вышедшие за рамки голосовых услуг. Неудивительно, что такой бурный рост мощности вычислительных машин и внедрение Интернета практически во все уровни человеческой жизни привело к огромному росту трафика в сетях по всему миру, а это в свою очередь привело к проблемам, связанным с обеспечением

требуемого уровня QoS. С данными темпами роста сетей существующие системы, в том числе системы обработки данных, начинают себя изживать, создавая необходимость в разработке новых подходов и технологий, способных позволить эксплуатировать их. Одним из методов решения проблемы ограниченности сетевых ресурсов и дороговизны их развертывания стало следствием пересмотра подхода к созданию новых методов управления и развития технологий виртуализации(NFV).

Abstract: In the process of development of the Internet and the infocommunication industry as a whole, communication technologies are continuously developing and evolving. Every year more and more networks are being deployed, new services for users are being introduced, new technologies are being created to meet almost all the needs of society in the information world. Along with this, computing devices in the network are also being improved: user devices, routers, gateways, and so on. The computing capability of these devices makes it possible to implement services that have long gone beyond voice services. It is not surprising that such a rapid growth in the power of computing machines and the introduction of the Internet into almost all levels of human life has led to a huge increase in traffic in networks around the world, and this in turn has led to problems related to ensuring the required level of QoS. With these growth rates of networks, existing systems, including data processing systems, are beginning to become obsolete, creating the need to develop new approaches and technologies that can allow them to be exploited. One of the methods of solving the problem of limited network resources and the high cost of their deployment was the result of a revision of the approach to creating new management methods and the development of virtualization technologies (NFV).

Ключевые слова: NFV, SDN, ЦОД, РЦОД

Keywords: NFV, SDN, data center, RCOD

ИНФРАСТРУКТУРА ОБЛАЧНОГО ЦОД

Требования к инфраструктуре

Конкретные требования к вычислительной мощности часто превышают возможности одного центра обработки данных (ЦОД), что приводит к различным типам реализации кластеризации ЦОД. В нынешнее время ради предоставления действенного применения вычислительных средств отдельных ЦОД внедряются подходы, основанные на сочетании ЦОД, такие как грид-вычисления и облачные расчеты. В окончательном результате удовлетворяет условию эластичности перераспределения водящихся мощностей. Одним из образцов представляется основная сеточная конструкция .

Вычислительная сеть WorldLHC, которая применяется для обработки опытной информации в фундаментальных изучениях по особенностям материи.

Важное значение располагает географическое расположение, что дозволяет исключить приостановки сопровождения или потери информации во время форс-мажорных обстоятельств.

Это подчеркивает необходимость отметки, что количество центров обработки данных растет с каждым годом из-за увеличения объема данных, поэтому важно рассмотреть возможность использования подхода с географическим распределением, поскольку он делает вычислительную мощность более гибкой засчет агрегирования и совместного использования ресурсов. Облачные вычисления предлагают огромные потенциальные преимущества в плане гибкости, отказоустойчивости и экономичности. Более того, при использовании облачной модели IaaS можно предоставлять различные типы инфраструктур, включая Grid, поэтому это часто предпочтительнее. Следовательно, ключевыми условиями к ГРЦОД на основе IaaS будут являться таковые:

- рекомбинации ресурсов между местными ЦОД, территориально удаленными;

- надежность передачи информации и длительного содержания;
- ступенчатый регресс в ситуации отказа компонентов, в связи с тем, что частичная остановка не обязана приводить к полной остановке всего ЦОД

Имеются необходимые вопросы о причинах внедрения конкретной облачной системы, например, как клиенты могут избежать блокировки в конкретной облачной системе? Кроме того, всегда возникает несколько вопросов, связанных с гарантией безопасности хранения и передачи данных, т.е. как можно хранить свои данные в хранилище данных в течение многих лет и как обеспечить высокий уровень безопасности при передаче данных между ГРЦОД?

Наиболее перспективными для создания интегрированной системы управления масштабируемыми географически распределенными центрами обработки данных (ГРЦОД) могут быть следующие:

- ОС Linux
- Программно-конфигурируемая сеть (SDN) и Виртуализация сетевых функций (NFV)
- Программно-конфигурируемое хранилище (SDS)
- Инфраструктура на основе кода (IC)
- Агентно-ориентированный подход (микросервисы)
- Квантовое распределение ключей (QKD) для ключей кодирования данных

Необходимые аспекты для системы управления ГРЦОД:

- архитектурное решение должно быть реализовано на основе программно-конфигурируемых инфраструктурных технологий
- программные компоненты системы должны быть реализованы только с использованием программного обеспечения с открытым исходным кодом, настроенного для конкретной функциональности

- системные компоненты должны создаваться как программные агенты, работающие в изолированной от операционной среды среде, такой как виртуальные машины или контейнеры;
- для защиты линий связи между центрами обработки данных необходимо применять технологию квантовой связи на побочных частотах

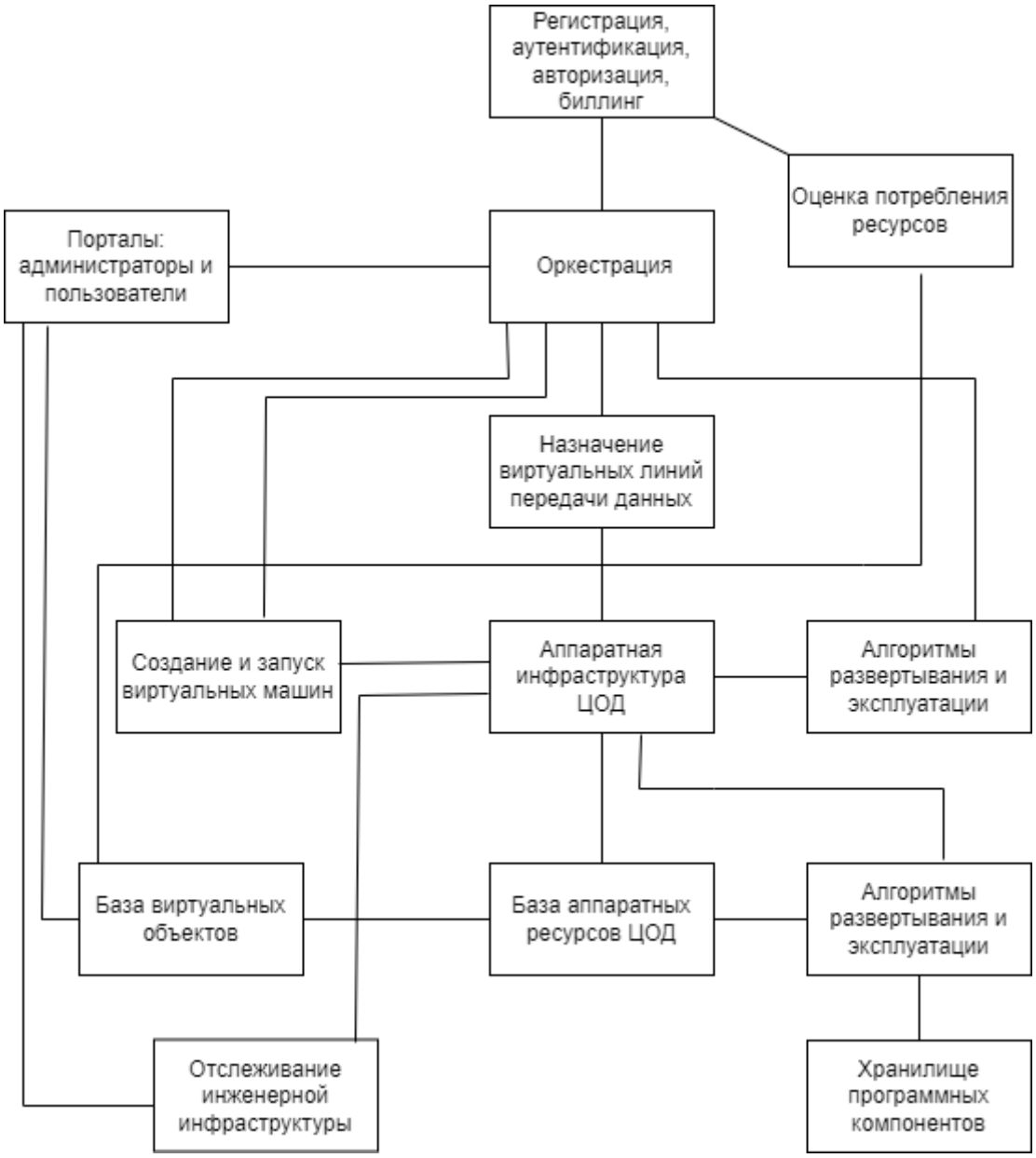


Рисунок 1 - Интегрированная архитектура программного обеспечения для ГРЦОД для единичного ЦОД

Компоненты архитектуры

Значительным компонентом системы, соединяющей все ЦОД в ГРЦОД, представляется каталог реестра (RD), описывается отдельный ЦОД и каналы передачи информации между ЦОД. Удаленный сервер автоматически реплицируется во все ЦОД внутри ГРЦОД. Доступ к данным в RD происходит по протоколу https, информация в каталоге содержится в виде кода, что исключает сценарий получения данных из каталога реестра неавторизованным микросервисом.

Микросервисы ГРЦОД включаются автоматически во время загрузки серверов. Всякий микросервис применяет характеристики конфигурации из своего местного удаленного сервера. Настройки присваиваются основным удаленным серверов посредством данных, в закодированном канале.

Список микросервисов с их функциями представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Список микросервисов системы управления

Микросервис	Функциональность	Эксплуатация
1	2	3
Регистрация, аутентификация, авторизация, биллинг	Выполняет регистрацию клиентов,обработку их учетных данных и все операции по выставлению счетов.	Единственный микросервис, который принимает решение о любом изменении конфигурации. Напрямую связан с микросервисом оркестровки. Все действия выполняются с помощью специальных веб–порталов - аналитического портала, порталов администраторов и клиентов, портала калькулятора конфигурации.

Продолжение таблицы 1

1	2	3
Оркестрация	Обработка запросов на облачную оркестровку от микросервиса по регистрации, авторизации и выставлению счетов.	«Посредник», получает запросы и пересылает их конкретному микросервису Микросервис оркестровки является основным микросервисом.
Создание и запуск виртуальных машин	Создание и обслуживание виртуальных машин с помощью Openstack..	Выполнение всех операций на виртуальных машинах совместно с микросервисом оркестровки и базой данных виртуальных объектов
Алгоритмы развертывания и эксплуатации	Создание и поддержание ЦОД через CEPH.	Выполнение всех операций с микросервисом оркестровки и базой данных виртуальных объектов. Работа с различными типами хранилищ и SLA
Назначение виртуальных линий передачи данных	Создание и поддержание виртуальных ссылок.	Обеспечение виртуальных связей внутри одного ЦОД или между двумя ЦОД. SDN и NFV использовались для обеспечения требуемого SLA: сжатие, кодирование стирания, шифрование с использованием системы распределения квантовых ключей, параллельные каналы связи.

Отслеживание виртуальной инфраструктуры	Мониторинг виртуальных ресурсов, предоставление статистических данных для выставления счетов.	Мониторинг виртуального процессора и хранилища, сбор истории мониторинга для выставления счетов, система оповещения. Все предупреждения должны быть отправлены агенту оркестровки, чтобы начать процедуру оценки ущерба
Отслеживание аппаратной инфраструктуры	Мониторинг электроснабжения, систем климат-контроля и пожаротушения, датчиков проникновения в ЦОД, видеокамер для видеонаблюдения и т.д.	Мониторинг, проблемы безопасности, система оповещения. Все предупреждения должны быть отправлены микросервису оркестровки, чтобы начать процедуру оценки ущерба.

Также необходимо предусмотреть специальные компоненты для правильной работы агента. Есть три основных компонента для такой проблемы:

- База данных (БД). Если БД представляется одной из главных частей системы управления, ради увеличения стойкости функционирования применяется способ отказоустойчивости, опирающийся на конфигурации схемы повышенной доступности (режим master/master, в котором оба находятся на отдельных невиртуальных серверах). ключевыми элементами представлены физическая БД и виртуализированная БД объектов
- Хранилище. Включает в себя программные элементы, применяющиеся в системе управления. Для манипуляций с системой управления, таких как эксплуатация или развертка элементы применяются исключительно из этого репозитория. За

Расположение элементов в репозитории на стартовом шаге должны быть компитенты создатели либо инженеры сопровождения системы управления. Говоря иначе, репозиторий обязан являться неповторимым источником программных элементов. IMS. Существует несколько репозиториев: по одному производственному репозиторию в каждом ЦОД и один-два репозитория для подготовки производства. Когда какой-либо пакет был добавлен или обновлен и протестировано в репозитории подготовки производства все производственные репозитории синхронизируются с репозиторием подготовки производства. Каждое хранилище разделено на вложенные хранилища. Каждое дочернее хранилище может быть разработано независимо от других дочерних хранилищ. Предлагаемая архитектура репозитория позволяет создавать виртуальные машины или/и контейнеры для устранения конфликтов между различными библиотеками, пакетами и т.д. При таком подходе оценка новых функций (предварительный просмотр технологии) становится намного проще

- Полуавтоматическая процедура развертывания состоит из двух этапов. Первый из них - это установка планирование, при котором администратор должен распределить всех агентов IMS по всем аппаратным серверам

Некоторые службы, такие как база данных, должны быть размещены по крайней мере на двух отдельных серверах. Необходимо предоставить информацию о выделении хранилища для агентов для хранения журналов, больших баз данных и всех параметров конфигурации для сети ЦОД. После этого для процесса развертывания используется специальный образ виртуальной машины. Он используется для установки ОС, создания базы данных оборудования, подготовки каталога реестра и обмена сообщениями после этого компоненты устанавливаются один за другим в соответствии со

спецификацией, подготовленной на первом этапе. Развертывание агента регистрации, авторизации и выставления счетов реализовано как совершенно отдельный шаг.

Значительная часть функций передачи данных реализована в виде функций виртуальной сети в соответствии с SLA. Среди качеств по оказанию услуг на виртуальные линии передачи информации имеются условия к защищенности передаваемой информации, начиная с условия употреблять ключи квантового распределение ключей порядка, если самостоятельный аппаратный элемент ГРЦОД выходит из строя, микросервис оркестровки включает процесс расчеты потерь, следствия которого передаются системному администратору через GLPI, система для обработки претензий и инцидентов. Встроенная система инвентаризации с плагином FusionInventory позволяет отслеживать историю каждого изменения программного обеспечения и состояния оборудования. Используя базу знаний и полученную информацию, администратор сможет выбрать некоторые варианты минимизации ущерба.

Рекомендации и методы построения для РЦОД

Основываясь на классификации распределенных центров обработки данных, приведенной в таблице 1 и архитектуры на рисунке 11 можно сделать вывод о разных потребностях ЦОД. В связи с ориентированностью построения архитектуры на opensource решениях представляется возможным использование разных программ и приложений.

Таблица 2 - Технические решения в зависимости от вида ЦОД

Вид ЦОД	Кампус	Метро	Регион	Гео
ОС	Naulinux (клон RHEL)	Naulinux (клон RHEL)	Astra linux	Astra linux
Контроллер SDN	Floodlight	OpenDaylight	Mul	Maestro
Хранилище	OpenZFS	Lustre	GlusterFS	CEPH

Управление виртуальными ресурсами	VMware	CoreCluster	CloudStack	Openstack
Управление конфигурацией	Chief	Ansible	Puppet	SatltStack
Мониторинг	Zabbix	Zabbix	Zabbix	Zabbix

Вариативность архитектуры подразумевает в себе вариативность и взаимозаменяемость технических решений, что позволяет построение ЦОД как на базе компонент, характерных для ЦОД вида «Кампус», подразумевающие в себя наименьший объём инфраструктуры, по сравнению с остальными видами и отсутствием жестких требований к SLA и катастрофоустойчивости, так и на базе компонент для ЦОД вида «Гео», обладающие более высокой производительностью и функционалом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дано представление архитектуры управления ГРЦОД, построенной посредством нынешних строительных раскладов и промышленных средств. Большой интерес уделяется эластичности перестройки архитектуры под отличные задачи от первоначальных, действенному употреблению средств, верному функционированию при сценарии выхода из строя элементов системы и защите информации от несанкционированного доступа.

Программно-аппаратный комплекс демонстрирует широкие возможности для создания облачных инфраструктур и использования их в бизнес-целях. Кроме того, такая модель кластеризации ЦОД может обеспечить решение нескольких проблем, касающихся конкретных требований к вычислительной мощности для одного ЦОД.

Таким образом, такая модель действительно делает вычислительную мощность более гибкой с точки зрения агрегирования ресурсов ЦОД.

Ключевыми достоинствами исследованной архитектуры представляются:

- Вариативности ради стремительной рекомбинации средств ГРЦОД мощностей расчета, потоковой информации и технической инфраструктуры с IMS
- IMS могут использовать не только простые металлические серверы, но и виртуальные ресурсы из существующих облаков. Это дает большую гибкость, потому что кто-то может использовать виртуальные ресурсы из нескольких существующих облаков
- С небольшими исправлениями системы управления начинают использовать другие базовые компоненты, например, vmware вместо Openstack
- Горизонтальная масштабируемость за счет запуска нескольких экземпляров однотипных микросервисов в ЦОД
- Большой разряд изолированности работы сервисов ГРЦОД с помощью архитектуры, базирующейся на программных микросервисах, функционирующих в операционных самостоятельных средах
- Персональный репозиторий ПО, содержащий дистрибутив Linux, а также необходимые утилиты, что гарантирует независимость системы и защита ее функционирования в ситуациях при сетевой обособленности ЦОД
- Надежная среда промежду узлами, предполагающая использование технологию квантовой кодировки кода и отправки, совместно используя программно-конфигурируемые сети

Площадка для долговременного сохранения и трансляции данных, складывающаяся посредством сочетания программных элементов, задействованных в архитектуре

Список используемой литературы

1. ”Experience with NFV architecture, interfaces, and information models”, White Paper, Issue 1, May 2018.
2. Pahl, Claus, et al. ”Cloud container technologies: a state-of-theart review.” IEEE Transactions on Cloud Computing, 2017.
3. 5GPPP, “5G Vision: The 5G Infrastructure Public Private Partnership: the next generation of communication networks and services,” 2015. [Электронный ресурс] URL: https://5g-pp.eu/wp-content/uploads/2015/02/5G-Vision-Brochure-v1.pdf. (дата обращения 12.04.2022).
4. Flynn, K. The MobileBroadband Standard. [Электронный ресурс] URL: https://www.3gpp.org/release-16 (дата обращения 20.03.2021).
5. Рекомендация МСЭ-R M.2083-0(09.2015) Концепция IMT-Основы и общие задачи будущего развития IMT на период до 2020 года и далее, 2017
6. TM Forum “Open Digital Archtecture A blueprint for success in the digital markets of tomorrow”, 2020
7. Panagiotis Trakadas , Panagiotis Karkazis , Helen C. Leligou , Theodore Zahariadis , Felipe Vicens , Arturo Zurita, Pol Alemany , Thomas Soenen , Carlos Parada, Jose Bonnet, Eleni Fotopoulou, Anastasios Zafeiropoulos , Evgenia Kapassa, Marios Touloupou and Dimosthenis Kyriazis «Comparison of Management and Orchestration Solutions for the 5G Era», 2020
8. Lusani Mamushiane, Albert A. Lysko, Tariro Mukute, Joyce Mwangama, Zaaid Du Toit «Overview of 9 Open-Source Resource Orchestrating ETSI MANO Compliant Implementations: A Brief Survey», 2019
9. A 5G Americas white paper «Management orchestration & automation», 2019
10. TM Forum «MAXIMIZING NETWORK AGILITY EFFECTIVE RESOURCE MANAGEMENT», 2016
11. Siqi J., Baochun L. Wide area analytics for geographically distributed datacentres. [Электронный ресурс] URL:

https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7442496 (дата обращения 12.05.2022).

12. Cox J.H., JR., Chung J., Donovan S., Ivey J., Clark R.J., Riley G., Owen H.L. Advancing Software-Defined Networks: A Survey. IEEE Access, 2017, vol. 5, pp. 25487–25526.
13. Morris K. Infrastructure as Code: Managing Servers in the Cloud. O'Reilly Media, 2016, 362 p
14. Barkat, Amine; Diniz dos Santos, Alysson; Ikken, Sonia. Open Source Solutions for Building IaaS Clouds. SCALABLE COMPUTING. PRACTICE AND EXPERIENCE. - ISSN 1895-1767. - 16:2(2015), pp. 187-204
15. Алексей Шалагинов, «Распределенные дата-центры. Главы из книги. Глава 1» [Электронный ресурс] URL:https://shalaginov.com/2014/11/30/распределенные-облачные-дата-центры/ (дата обращения 08.01.2021)
16. Mamushiane, L., Lysko, A. A., Mukute, T., Mwangama, J., & Toit, Z. D. (2019). Overview of 9 Open-Source Resource Orchestrating ETSI MANO Compliant Implementations: A Brief Survey. 2019 IEEE 2nd Wireless Africa Conference (WAC).
17. View on 5G Architecture [Электронный ресурс] URL:http://docplayer.net/41792508-View-on-5g-architecture.html
18. Хоружников С.Э., Шевель А.Е. Система управления масштабируемым географически распределенным центром обработки данных // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2019. Т. 19. № 5. С. 931–938
19. F. Z. Yousaf, M. Bredel, S. Schaller and F. Schneider, "NFV and SDN - Key Technology Enablers for 5G Networks," in IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 35, no. 11, pp. 2468 - 2478, Nov. 2017
20. Rashid Mijumbi, Joan Serrat, Juan-Luis Gorricho, Niels Bouten, Filip De Turck, Raouf Boutaba Network Function Virtualization: State-of-the-art and

Research Challenges IEEE Communications Surveys & Tutorials (Volume: 18, Issue: 1, Firstquarter 2016), pp. 236 – 262

21. Роенков Д.Н., Плеханов П.А. Мобильные сети поколения 5G: Перспективы применния //Автоматика, связь, Информатика. 2020 №10. С. 2-7

List of used literature

1. ”Experience with NFV architecture, interfaces, and information models”, White Paper, Issue 1, May 2018.
2. Pahl, Claus, et al. ”Cloud container technologies: a state-of-theart review.” IEEE Transactions on Cloud Computing, 2017.
3. 5GPPP, “5G Vision: The 5G Infrastructure Public Private Partnership: the next generation of communication networks and services,” 2015. [Electronic resource] URL: https://5g-pp.eu/wp-content/uploads/2015/02/5G-Vision-Brochure-v1.pdf . (accessed 12.04.2022).
4. Flynn, K. The MobileBroadband Standard. [Electronic resource] URL: https://www.3gpp.org/release-16 (accessed 20.03.2021).
5. Recommendation ITU-R M.2083-0(09.2015) IMT Concept-Fundamentals and general objectives of the future development of IMT for the period up to 2020 and beyond, 2017
6. TM Forum “Open Digital Archtecture A blueprint for success in the digital markets of tomorrow”, 2020
7. Panagiotis Trakadas , Panagiotis Karkazis , Helen C. Leligou , Theodore Zahariadis , Felipe Vicens , Arturo Zurita, Pol Alemany , Thomas Soenen , Carlos Parada, Jose Bonnet, Eleni Fotopoulou, Anastasios Zafeiropoulos , Evgenia Kapassa, Marios Touloupou and Dimosthenis Kyriazis «Comparison of Management and Orchestration Solutions for the 5G Era», 2020
8. Lusani Mamushiane, Albert A. Lysko, Tariro Mukute, Joyce Mwangama, Zaaid Du Toit «Overview of 9 Open-Source Resource Orchestrating ETSI MANO Compliant Implementations: A Brief Survey», 2019
9. A 5G Americas white paper «Management orchestration & automation», 2019

10. TM Forum «MAXIMIZING NETWORK AGILITY EFFECTIVE RESOURCE MANAGEMENT», 2016
11. Siqi J., Baochun L. Wide area analytics for geographically distributed datacentres. [Electronic resource] URL: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7442496 (accessed 12.05.2022).
12. Cox J.H., JR., Chung J., Donovan S., Ivey J., Clark R.J., Riley G., Owen H.L. Advancing Software-Defined Networks: A Survey. IEEE Access, 2017, vol. 5, pp. 25487–25526.
13. Morris K. Infrastructure as Code: Managing Servers in the Cloud. O'Reilly Media, 2016, 362 p
14. Barkat, Amine; Diniz dos Santos, Alysson; Ikken, Sonia. Open Source Solutions for Building IaaS Clouds. SCALABLE COMPUTING. PRACTICE AND EXPERIENCE. - ISSN 1895-1767. - 16:2(2015), pp. 187-204
15. Alexey Shalaginov, "Distributed data centers. Chapters from the book. Chapter 1" [Electronic resource] URL:https://shalaginov.com/2014/11/30/распределенные-облачные-дата-центры / (accessed 08.01.2021)
16. Mamushiane, L., Lysko, A. A., Mukute, T., Mwangama, J., & Toit, Z. D. (2019). Overview of 9 Open-Source Resource Orchestrating ETSI MANO Compliant Implementations: A Brief Survey. 2019 IEEE 2nd Wireless Africa Conference (WAC).
17. View on 5G Architecture [Electronic resource] URL:http://docplayer.net/41792508-View-on-5g-architecture.html
18. Khoruzhnikov S.E., Shevel A.E. Control system of a scalable geographically distributed data processing center // Scientific and Technical Bulletin of information technologies, mechanics and optics. 2019. Vol. 19. No. 5. pp. 931-938
19. F. Z. Yousaf, M. Bredel, S. Schaller and F. Schneider, "NFV and SDN - Key Technology Enablers for 5G Networks," in IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 35, no. 11, pp. 2468 - 2478, Nov. 2017

20. Rashid Mijumbi, Joan Serrat, Juan-Luis Gorricho, Niels Bouten, Filip De Turck, Raouf Boutaba Network Function Virtualization: State-of-the-art and Research Challenges IEEE Communications Surveys & Tutorials (Volume: 18, Issue: 1, Firstquarter 2016), pp. 236 – 262
21. Roenkov D.N., Plekhanov P.A. Mobile networks of the 5G generation: Prospects of application //Automation, communications, Computer science. 2020 No. 10. pp. 2-7

© Журавлев Ю.С., Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №6/2022.

Для цитирования: Журавлев Ю.С., ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СВОБОДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ЦЕНТРОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ//Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №6/2022