

Гиперконвергентные инфраструктуры – панацея или нишевое решение?



Термин «гиперконвергенция» муссируется на рынке уже более десяти лет. Кто-то видит в нем прогрессивный подход к решению важнейших задач ИТ, другие говорят о достаточно узкой сфере применения. Реальность, похоже, равноудалена от этих полярных мнений. Направление развивается, и сегодня на рынке доступен целый ряд HCI-решений, хотя рыночные показатели не очень высоки.

В основе такого малопонятного на первый взгляд явления, как «гиперконвергентная инфраструктура» (Hyper-converged Infrastructure или коротко HCI), на самом деле лежит довольно элегантная идея, которая заключается в объединении всех вычислительных ресурсов, хранилищ данных и средств управления ИТ на базе кластера стандартных унифицированных узлов, в роли которых выступают типовые и относительно недорогие x86-серверы. В любой момент времени количество таких универсальных узлов в кластере может быть изменено без ощутимого влияния на работоспособность остальной системы. Серверы можно добавлять в случае роста нагрузки или безболезненно изымать, если какой-то из них, например, сломался. При этом внутренняя дисковая подсистема серверов играет роль общей системы хранения данных, что уже само по себе устраняет необходимость в подключении специализированной СХД. При этом управление всеми ИТ-ресурсами осуществляется прозрачно и централизованно.

Это общая идиллическая картина. На практике же, учитывая, что ключевая роль во всех основных процессах отведена ПО, ситуация у различных производителей может несколько отличаться. К тому же сама архитектура гиперконвергентных систем имеет определенные особенности. В итоге хорошая идея, поддержанная достаточно проработанными технологиями, пока не произвела революцию на рынке, хотя интерес к ней растет, равно как и спрос на сами гиперконвергентные решения.

Конвергенция, гиперконвергенция, облако

Казалось бы, к чему такие сложности с названием и почему концепцию нельзя было назвать проще — без приставки «гипер»? Проблема в том, что к моменту появления HCI «конвергентными» инфраструктурами назывались комплексные решения, которые состояли из разнородных аппаратных компонентов — серверов, СХД, сетевого оборудования и ПО, которое поставлялось как единый стек под одним партномером. Этот набор тестировался на совместимость, отлаживался и, по сути, представлял собой преднастроенный кластер, но с технической поддержкой от одного поставщика. Такое решение могло иметь вид блейд-системы, набора стоечного оборудования, а иногда принимало форму простого документа под названием «референсная архитектура».

Гиперконвергентная концепция родилась позже, и стимулом к ее появлению стали успехи в области аппаратной виртуализации. К тому моменту уже широко использовались гипервизоры для x86-серверов и виртуализация систем хранения данных — SDS (Software-defined storage, или программно-определяемые СХД). До определенного момента это тоже были разнородные платформы. «Звезды сошлись» в тот момент, когда удалось разработать универсальный программный слой, способный представлять все аппаратные



Рис. 1. Схематическое сравнение трех подходов к построению ИТ-инфраструктур: традиционного, конвергентного и гиперконвергентного

мощности кластера в форме общего пула однородных ресурсов, которые затем можно было бы разделять между любым количеством виртуальных машин (рис. 1).

В случае гиперконвергентной платформы перераспределение любых ресурсов происходит динамически, а подключение/отключение аппаратных узлов может осуществляться в горячем режиме без остановки всей системы. Ввиду того, что речь идет о серверном кластере, обеспечивается общая локальная отказоустойчивость ИТ-системы, а учитывая, что отдельные узлы могут быть территориально разнесены, то на базе HCI можно развернуть еще и катастрофоустойчивое решение. Еще одним важным моментом является то, что управлять подобной системой можно из единой точки, буквально силами одного специалиста, даже если кластер состоит из сотен узлов (которые еще по кластерной терминологии называются нодами).

Эти ноды-«кирпичики» хотя и являются условно типовыми, все же могут отличаться в зависимости от того, на какой тип нагрузки они рассчитаны. Есть как «универсальные» серверы, так и системы с более емкими дисками, или, скажем, модели, оснащенные графическими ускорителями для повышения производительности.

Благодаря тому, что гиперконвергентная архитектура объединяет в своих нодах возможности серверов и систем хранения, необходимость в самой внешней СХД, равно как и в дорогостоящих сетевых компонентах для нее, отпадает. Вместе с тем если потребность в подключении внешней системы хранения все же имеется (например, надо интегрировать решение, развернутое ранее), то это вполне осуществимо и не является чем-то исключительным. Хотя такая внешняя СХД уже не будет частью однородной гиперконвергентной среды. Также гиперконвергентные инфраструктуры могут интегрироваться с коммерческими облаками и различными ХaaS-сервисами. Более того, сама по себе HCI-система — это и есть облако, только частное.

Преимущества и недостатки HCI

Если говорить о наиболее явных преимуществах гиперконвергентных решений, то стоит упомянуть такие факторы, как упрощение администрирования ИТ-систем с одновременным повышением уровня автоматизации многих рутинных операций, ускорение процесса



NetApp AFF A-Series

СЗД для забезпечення найвищої продуктивності

- Перша в індустрії реалізація end-to-end NVMe/FC storage
- Єдина платформа ONTAP: від entry-level до high-end
- Підтримка NVMe-протоколу для SAS SSD
- Mission critical, VDI або БД: є рішення для будь-якого типу навантаження



MEGATRADE
project distribution

Офіційний дистриб'ютор
NetApp в Україні
www.megatrade.ua
+380 44 538 00 06

выделения ресурсов пользователям, повышенная производительность (за счет более полной интеграции между аппаратными и программными компонентами) в сравнении с традиционными архитектурами. К тому же, в общем случае, HCI-системы занимают меньше места в дата-центре и обеспечивают лучшие возможности для защиты данных.

Но есть, конечно же, и недостатки. Один из главных — относительно высокая гранулярность наращивания, которая осуществляется только за счет добавления новых серверов. Типичная ситуация, которую упоминают в данном случае, это когда в HCI-системе уже на исходе ресурсы хранения (имеющиеся диски уже заполнены, а новые вставить некуда), но еще полно свободной вычислительной мощности. В этом случае, когда вам всего лишь требуется добавить некоторое количество жестких дисков, придется все равно покупать полноценный сервер. Причем подойдет не любое оборудование, а только то, которое поддерживается вашей HCI-платформой. То есть нарастить отдельно ресурсы СХД, как можно было бы сделать при классической схеме, в данном случае не получится. Выбирая гиперконвергентное решение, придется хорошо поразмышлять о том, насколько ваши текущие и будущие задачи вписываются в его архитектуру (а не наоборот).

Также более высокие требования предъявляются и к внешней вычислительной сети. Дело в том, что ввиду вышеупомянутых особенностей архитектуры у HCI по одним и тем же сетевым каналам идет как трафик сервисов, так и трафик данных. Соответственно, для обеспечения нормальной работы сети потребуются коммутаторы, обеспечивающие минимальные задержки, с портами не менее 10 GbE и функцией приоритизации трафика.

Еще один важный момент — это цена. По мнению опрошенных нами специалистов, при прочих равных условиях и с учетом всех факторов HCI-платформы сравнимой производительности выйдут в целом несколько дороже, чем решения на базе традиционной архитектуры. Здесь ничего нового — мы сталкиваемся с обычной для ИТ дилеммой: удобство, комфорт и новые возможности, но дороже, или привычная «классика», но дешевле. Хотя справедливости ради стоит отметить, что полноценное сравнение традиционных и гиперконвергентных решений непосредственно по цене — это весьма нетривиальная задача, решаемая только в очень узком диапазоне применений, поскольку во многих случаях попросту невозможно сопоставить некоторые важные параметры (а в таком случае открывается широкое поле для манипуляций).

Не стоит забывать и о том, что хотя HCI — это удобно и прогрессивно, но все же обращение с подобными решениями требует специального обучения и навыков, которые отличаются от опыта работы с традиционными ИТ-системами. Учитывая, что рынок совсем молодой, специалистов на нем не так уж много и, соответственно, стоят их услуги недешево (либо надо «выращивать» соответствующих сотрудников внутри компании, а это

снова-таки деньги и время). К тому же, несмотря на концептуальную общность, HCI-решения разных производителей отличаются в деталях и, как правило, несовместимы между собой.

Так что подходить к выбору HCI-платформы стоит крайне осмотрительно, учитывая конкретные рабочие нагрузки организации — их тип, интенсивность, динамику, а также то, как они, предположительно, изменятся в будущем.

Пока что, как показал анализ открытых источников (в частности, изучение отзывов на тематических зарубежных сайтах), больше всего заказчиков, довольных внедрением HCI, наблюдается среди компаний, которые применяли подобные системы для разворачивания инфраструктур виртуальных рабочих столов (VDI) либо для оснащения современной ИТ-инфраструктурой небольших удаленных филиалов крупных компаний. В последнем случае ощутимо проявляются такие преимущества HCI, как скорость развертывания, компактность, развитая функциональность («ЦОД из коробки»), удобство удаленного обслуживания и т.д.

Рынок HCI растет неспешно

По данным аналитической компании Allied Market Research, мировой рынок гиперконвергентных инфраструктур еще в 2018 году составлял всего \$3,84 млрд, но уже к 2026-му он должен вырасти до \$33,16 млрд, что в целом говорит о хороших перспективах сегмента. По 2020 году Allied Market открытых данных не дает. Зато нужные сведения можно выделить из квартальных отчетов IDC, судя по которым, общий мировой объем сегмента HCI составил около \$10 млрд, что примерно на 7% больше, чем итоги 2019-го. На позитивную динамику не повлияли даже последствия пандемии. При этом основные объемы продаж пришлось на США, далее, с большим отставанием, идут суммарно страны ЕС и Великобритания, затем Азиатско-Тихоокеанский регион.

Абсолютные цифры, конечно, не особенно впечатляют, но здесь стоит помнить, что, во-первых, это достаточно узкий сегмент, а во-вторых, он начал формироваться совсем недавно: рождение идеи относят к 2009 году, выход первых коммерческих продуктов датируют 2011-м, а моментом рождения фактического рынка (когда достаточно большую массу платежеспособных клиентов удалось убедить в целесообразности покупки HCI) можно считать примерно 2014–2015 годы. Так что с учетом изложенного можно сказать, что сегмент гиперконвергентных решений растет весьма ощутимо. К тому же в мире их предлагают уже минимум полтора десятка производителей.

Здесь, кстати, стоит обратить внимание на один важный момент — гиперконвергентные системы поставляются как в формате готовых программно-аппаратных комплексов, так и в виде отдельного ПО, которое можно развернуть поверх стандартных серверов из перечня поддерживаемых моделей. Соответственно, вендоры, предлагающие решения HCI, подразделяются на четыре категории. Первые поставляют целостные комплексы на

ELSCORE ОФІЦІЙНИЙ ДИСТРИБУТОР DELL EMC В УКРАЇНІ

ЗАПРОПОНУЄМО РІШЕННЯ **DELL** БУДЬ-ЯКОГО РІВНЯ СКЛАДНОСТІ
ЗВЕРТАЙТЕСЯ ДО НАС!

СПЕЦІАЛЬНА ПРОПОЗИЦІЯ

Надаємо демо обладнання DELL EMC IDPA DP4400 для тестування
Це безкоштовно. Спробуйте DP4400 під ваші реальні навантаження
та саме в вашій інфраструктурі. Не зволікайте, відправляйте запит
саме зараз — DELL.ELSCORE.UA



базе собственных серверов и программных компонент (к их числу можно отнести, например, Dell EMC, HPE, Huawei), вторая группа создает только программные решения и лицензирует под них серверы других компаний (VMware, Microsoft, Red Hat). Третья группа наоборот — разрабатывает собственные аппаратные серверы, но на них устанавливает стороннее ПО (Lenovo, Cisco).

Четвертым особым случаем является ситуация, когда производитель комбинирует два из трех перечисленных подходов. Так, пионер гиперконвергенции компания Nutanix в первую очередь разрабатывает и продает ПО для построения HCI-инфраструктур, но параллельно предлагает и целостные программно-аппаратные комплексы под собственным брендом. Интересно также взглянуть на то, как оценивают динамику рынка в разрезе производителей мировые аналитические агентства. Для иллюстрации приведем два оригинальных изображения «магических квадрантов» Gartner, посвященных сегменту HCI (рис. 2).

В конце 2019 года, как видно на соответствующей диаграмме, в сектор лидеров (Leaders) входило пять компаний, а уже к исходу 2020-го там остались только VMware и Nutanix. Сектор визионеров (Visionaries) представляет только Microsoft, зато больше всего компаний оказалось в области нишевых игроков (Niche players). Куда и почему в 2020 году «пропали» Dell EMC, Cisco, HPE, Huawei, нельзя сказать с полной определенностью, возможно,

это связано с изменением методики оценки и акцентом на сферу программных решений (нетрудно заметить, что на диаграмме остались только «софтовые» компании).

В то же время, по версии компании IDC, которая, очевидно, придерживается других критериев оценки, чем Gartner, по итогам четвертого квартала 2020 года в качестве мировых лидеров по объемам продаж HCI-решений были названы Dell EMC, HPE и Nutanix, которые занимали 32,6%; 13,5% и 10,3%, соответственно (то есть суммарно контролировали 56,4% мирового рынка). К числу других заметных игроков сегмента HCI, в дополнение к уже названным, можно отнести Pivot3, DataCore, Scale Computing, StarWind, StorMagic, SmartX, Huayun Data Group, Sangfor Technologies, а также IBM (после покупки Red Hat).

Примечательно, что проекты на базе гиперконвергентных инфраструктур реализуются и в нашей стране — например, поставки, осуществлялись для ряда госструктур. В Украине объемы продаж подобных решений пока что очень малы. По данным опрошенных нами специалистов, речь идет о суммах в пределах нескольких миллионов \$ в год. Но главное, к технологии есть интерес и уже имеется платежеспособный спрос.

Поговорив о тенденциях рынка и его участниках в общем, теперь рассмотрим более подробно основных игроков и предлагаемые ими продукты.



Рис. 2. Основные игроки на мировом рынке гиперконвергентных инфраструктур в 2019 (слева) и 2020 годах, по версии аналитической компании Gartner

Dell EMC VxRail

Развитием гиперконвергентных инфраструктур с переменным успехом занималась еще EMC в бытность самостоятельной компанией. Платформа, получившая название VSPEX Blue, стала результатом совместных разработок с командой VMware. Решение, появившееся еще в 2013 году, объединило в себе СХД EMC, ПО VMware vSphere и Virtual SAN, а также серверы, сетевые компоненты. Система, судя по ее возможностям и позиционированию, предназначалась главным образом для крупных заказчиков и имела ряд особенностей, которые не позволили ей завоевать рынок (который, собственно, только начал зарождаться). Результатом второй итерации создания собственной HCI стало появление в 2016 году платформы Dell EMC VxRail (рис. 3), которая представляет собой уже более гибкое и функциональное решение по сравнению с VSPEX Blue, доработанное с учетом выявленных недостатков.



Рис. 3. Узлы гиперконвергентной платформы Dell EMC VxRail

Основой VxRail является целое семейство вычислительных узлов на базе серверов Dell EMC PowerEdge,

оптимизированных для различных типов нагрузок, программное обеспечение виртуализации VMware vSAN, гипервизор VMware ESXi и другие компоненты. Минимальная конфигурация кластера составляет три ноды.

Узлы делятся на четыре основные группы. Модели VxRail серии E — это низкопрофильные системы в форм-факторе 1U на базе стоечного сервера PowerEdge R640, предназначенные для использования в удаленных офисах или в условиях ограниченного пространства. VxRail серии P — это высокопроизводительные 2-процессорные узлы высотой 2U на основе сервера PowerEdge R740, оптимизированные для высоких нагрузок, например работы с базами данных. Та же модель серверов используется и для серии V, которая, по данным производителя, ориентирована в т.ч. на поддержку инфраструктур VDI, а также подходит для специализированных сценариев, связанных с обработкой изображений (помимо прочего, узлы могут оснащаться графическими ускорителями). В свою очередь ноды серии S обладают расширенной подсистемой хранения данных (в основе сервер R740xd с одним или двумя процессорами).

VMware vSAN

Отдельно стоит упомянуть компанию VMware, которая юридически принадлежит Dell EMC, но фактически развивается как самостоятельный субъект бизнеса, предлагая собственные программные решения HCI партнерам (которые в то же время могут являться прямыми конкурентами Dell). Среди наиболее востребованных решений — программная СХД vSAN, платформа VMware Cloud Foundation, предоставляющая пользователям полный набор программно-определяемых функций HCI и ряд других разработок. Как видим, стратегия компании вполне оправдана, во всяком случае, об этом свидетельствует ее положение на диаграммах Gartner (см. рис. 2).

Nutanix

Эта компания считается первой, кто вывел на массовый рынок гиперконвергентную платформу. С тех пор Nutanix не теряет лидерских позиций в этом сегменте, предлагая полный набор решений для HCI. Сама компания занимается разработкой ПО, но поставляет также и готовые фирменные программно-аппаратные комплексы Nutanix на основе типовых серверов. Минимальная конфигурация кластера составляет три узла (рис. 4). С другой стороны, программные решения Nutanix используют в своих HCI-платформах некоторые производители серверов.



Рис. 4. Фирменный HCI-кластер Nutanix в минимальной конфигурации

Одним из существенных преимуществ компании является наличие собственного гипервизора Nutanix Acropolis (или AHV) и собственной операционной системы Nutanix Operating System. NOS формирует распределенную среду хранения (Nutanix Distributed File System, NDFS), которая доступна гипервизорам в виде виртуальной СХД. Благодаря такому подходу создается полностью программно-определяемая (software defined) среда хранения и работы с данными, которая позволяет использовать в качестве аппаратной основы широкий спектр серверов различных производителей. Для управления HCI-инфраструктурой предлагается фирменная система Prism. В целом же список разработок Nutanix очень широк и включает десятки программных продуктов.

Cisco HyperFlex

Собственное направление серверов Cisco развивается с 2009 года. Со временем в спектр предлагаемых решений добавились конвергентные системы на базе собственных вычислительных узлов UCS, коммутаторов Nexus и СХД, которые в рамках партнерского соглашения поставляла NetApp. Закономерным шагом в этом контексте стал вывод на рынок и собственной гиперконвергентной платформы HyperFlex, разработка которой велась в сотрудничестве с компанией SpringPath (разработчиком объектно-ориентированной программно-определяемой СХД). В 2016 году HyperFlex была представлена рынку, а в 2017-м Cisco поглотила SpringPath, заплатив за нее \$320 млн.

Гиперконвергентная платформа HyperFlex состоит из типовых серверов HX 220c (высотой 1U) или HX 240c (в формате 2 U), которые выполнены в нескольких вариантах и оптимизированных для различных типов нагрузок (рис. 5).



Рис. 5. Серверы Cisco HyperFlex HX 220c M5 и HX 240c M5 для построения гиперконвергентных инфраструктур

В качестве программной основы используются гипервизор VMware ESX или Microsoft Hyper-V, ПО Cisco HX Data Platform Software, а также интегрированные средства автоматизации внедрения, мониторинга, управления, обновления и масштабирования. Управление комплексом может осуществляться с помощью популярных программных инструментов, например VMware vCenter. Есть возможность централизованного управления через облачный сервис Cisco Intersight, включая интеграцию со службой технической поддержки.

Важной отличительной чертой HyperFlex является поддержка и использование в составе системы специальных управляющих коммутаторов Cisco UCS Fabric Interconnect, которые не только объединяют узлы HCI в единую систему, но и обеспечивают возможность интеграции HyperFlex в существующую ИТ-инфраструктуру предприятия. В частности, допускается подключение узлов HyperFlex к существующим устройствам Fabric Interconnect, которые уже есть на площадке заказчика и управляют другими серверами Cisco. Размер одного HCI-кластера в рамках Cisco HyperFlex может составлять от 2 до 64 узлов, но в зависимости от используемых типов модулей или версии гипервизора существуют определенные ограничения. Несколько кластеров можно объединить в общую систему.

HPE SimpliVity

В огромном спектре разнообразных корпоративных решений, предлагаемых Hewlett Packard Enterprise, гиперконвергентные платформы появились в 2017 году, после приобретения за \$650 млн стартапа SimpliVity. На данный момент аппаратной основой HCI-инфраструктуры могут выступать серверы серий ProLiant DL 325 Gen10, DL 380 Gen10 и Apollo 2000 Gen10 (рис. 6).

Минимальная конфигурация составляет два узла. Вместе с тем платформа SimpliVity имеет ряд архитектурных особенностей и фирменных технологий, реализуемых на программном уровне. Система использует объектную



Рис. 6. Гиперконвергентный кластер HPE SimpliVity на базе серверов ProLiant DL 380 Gen10

модель хранения данных, где в качестве объекта выступает виртуальная машина. При этом все данные сжимаются «на лету» и дедуплицируются еще до записи на диск (операция выполняется аппаратным ускорителем OmniStack). Это одна из важных особенностей гиперконвергентной платформы HPE. Также здесь реализованы механизмы защиты данных путем создания и поддержки резервных копий (в т.ч. синхронных). Еще одним важным компонентом является программное обеспечение SimpliVity RapidDR, предназначенное для ускорения процесса аварийного восстановления данных. Обеспечивается глубокая интеграция с VMware vCenter

и Microsoft System Center и другим популярным ПО. В более широком смысле SimpliVity является составляющей т.н. компонентной инфраструктуры HPE Synergy и платформы управления гибридным облаком HPE OneSphere.

Lenovo ThinkAgile VX/HX

Заметным игроком на рынке HCI-решений является компания Lenovo. Для своих решений она использует собственные серверы серии ThinkAgile, а программное обеспечение для гиперконвергенции берет у двух лидеров отрасли — Nutanix (это семейство называется ThinkAgile HX) или VMware (ThinkAgile VX). Минимальная конфигурация кластера включает три узла, при этом поставка, взаимодействие с заказчиком и техническая поддержка осуществляется от лица Lenovo или ее региональных партнеров.

Представленные разработки хотя и не охватывают предложений всех производителей, но фактически составляют более 2/3 мирового рынка гиперконвергентных систем. В то же время этот сегмент все еще продолжает активно формироваться, а значит, здесь вполне вероятно появление новых заметных игроков и существенное перераспределение долей имеющихся участников. С другой стороны, технологии не стоят на месте, а идея гиперконвергенции не лишена недостатков. Возможно, ей на смену придет совершенно новая концепция, которая вытеснит HCI в область узкоспециализированных решений, хотя, похоже, это дело отнюдь не ближайших нескольких лет.

Игорь КИРИЛЛОВ, **СИБ**

▶ ПРОЕКТЫ



«Укртелеком» внедряет SDN в своих дата-центрах

Оператор связи «Укртелеком» сообщил 12 апреля 2021 года о завершении этапа миграции на новую современную сетевую архитектуру Software-defined Networking (SDN) на базе решений Cisco ACI. Работы велись в двух дата-центрах компании — в Киеве и Днепре. Партнером реализации проекта выступила компания «ИТ-Интегратор». Процесс внедрения стартовал три года назад, когда в «Укртелекоме» назрела необходимость модернизации сетевой инфраструктуры дата-центров. Основной предпосылкой стало отсутствие поддержки производителями части имеющегося парка ИТ-оборудования и связанные с этим возможные риски для бизнеса компании. При анализе предложений заказчик искал перспективное, но при этом опробованное решение, доступное в Украине. В результате для проекта была выбрана платформа Cisco ACI. Среди преимуществ решения были отмечены: широкие возможности сегментации

сервисов и создание сервисных цепочек, единая точка управления конвергентной сетью, а также автоматизация настроек. Эти и другие технологические преимущества обеспечили возможности для дальнейшего развития цифровых сервисов и бизнеса «Укртелекома».

После проведения полного цикла проектирования следующим этапом стало внедрение решения SDN и миграция на него всех сетевых сервисов, развернутых в дата-центрах. Также в ходе внедрения заказчик выбрал межсетевые экраны Cisco Firepower, на которые во время реализации проекта были перенесены все корпоративные сетевые политики безопасности. Задача оказалась непростой, поскольку за время существования сетевая инфраструктура накопила большое количество специфических настроек, которые нужно было грамотно перенести в новую инфраструктуру. Фактически процесс заключался в осуществлении

миграции огромной распределенной, неоднородной и многовендорной сети, развернутой в ЦОД, на современную программно-управляемую инфраструктуру SDN с другой внутренней логикой работы.

Александр Руденко, руководитель отдела внедрения «ИТ-Интегратор»: «Внедрение Cisco ACI — это история не просто о решении, это долгосрочный выбор и внедрение стратегии развития «Укртелекома» в направлении сетевой инфраструктуры ЦОД — стратегии, которая призвана кардинально изменить подходы к функционированию цифровых сервисов компании».

На данный момент проект продолжает развиваться и в дальнейшем планируется осуществить непосредственное преобразование сетевой инфраструктуры дата-центров и различных политик, реализуемых в ее рамках, для повышения защищенности сервисов «Укртелекома» и его цифровой инфраструктуры.