



Модульные дата-центры — уже в Украине!

Игорь КИРИЛЛОВ

Сегодня МЦОД активно внедряются по всему миру. Есть реализация и в нашей стране. Однако эти решения нельзя рассматривать как однозначно лучшие по сравнению с традиционными дата-центрами. Хотя, чем дальше — тем преимуществ становится больше.

Всякая экономия в конечном счете сводится к экономии времени». Этот знаменитый тезис Карла Маркса как нельзя лучше подходит для описания современных тенденций в сфере построения дата-центров. Еще можно сказать об экономии энергии, расширив тем самым формулу классика с учетом современных реалий. Но этот аспект относится уже к сфере эксплуатации. В любом случае сама идея МЦОД появилась как ответ на потребности некоторых компаний в как можно более быстром разворачивании дата-центра в указанном месте. Поэтому на первом этапе они так и назывались — «мобильные ЦОД». Идея, которая впервые была коммерчески реализована в 2007–2008 годах компанией Sun Microsystems, была настолько впечатляющей, что многие до сих пор считают возможность перемещения главным преимуществом подобного решения. Хотя на деле все оказалось гораздо глубже — в результате появился не только новый класс систем, но и совершенный новый взгляд на построение инженерной инфраструктуры дата-центров, последствия которого мы только начинаем ощущать. В целом же, по данным, которые приводит компания Hewlett-Packard, в 2014 году объем общемирового рынка МЦОД составил \$2,27 млрд., а к 2019 году он может достичь почти \$7,5 млрд.

Главное — не перепутать

Англоязычные источники не особенно избирательны в терминах: все, что собирается на фабрике, прежде чем попасть к заказчику в виде готового дата-центра, обозначается словом prefabricated («сборный», «изготовленный на заводе»). Далее могут следовать некоторые уточнения, но в целом получается емко и лаконично. В русском варианте терминология не устоялась, поэтому здесь на равных используется три предиката: «мобильный», «контейнерный», «модульный». Если внимать в понятийные тонкости, то в первых двух случаях речь идет о комплексном, условно автономном решении, которое в одном контейнере содержит все необходимые элементы инженерной инфраструктуры — стойки, кондиционеры, ИБП, БРП и др. При этом вариант «мобильный» отличается от «контейнерного» специальными конструктивными доработками, позволяющими перевозить его на грузовике без ущерба для внутренних подсистем. Например, может использоваться специальная виброплатформа, уплотнители и т.д. «Модульный» ЦОД подразумевает, что система строится из функциональных блоков, каждый из которых не является самостоятельным. Есть отдельные контейнеры с подсистемами охлаждения, электропитания, серверными стойками.

Но как видим, подобное деление весьма условно, ибо «модульный» ЦОД также приходится перевозить как минимум один раз (от завода до заказчика), пускай и в виде блоков, а в случае экстренной необходимости можно сделать это снова. Группа «контейнерных» ЦОД также может объединяться в более мощную систему, которая будет наращиваться по модульному принципу. Да и перевезти контейнер по большому счету можно и без виброплатформы (об этом будет рассказано дальше). Если уж очень надо. Поэтому здесь и далее все системы, которые за границей относят к классу prefabricated, мы будем называть МЦОД, а уж «мобильный» или «модульный» — сделаем соответствующие пояснения там, где это необходимо.

Новый этап развития

Когда 7-8 лет назад первый МЦОД под названием Blackbox появился на рынке, идея всем понравилась, ее начали копировать многие мировые производители, но решение сразу записали в «нишевые», поэтому особого ажиотажа не возникло. Действительно, система имела массу недостатков, которые явились следствием главных ее достоинств — скорости развертывания и возможности оперативного перемещения. Поскольку система собиралась в стандартном морском контейнере (так ее можно было перевозить без дополнительных разрешений по дорогам США и ЕС) длиной 6 или 12 метров, это накладывало существенные ограничения на состав и мощность используемого оборудования. Оно должно было быть максимально компактным, а стоек для вычислительных систем помещалось относительно немного (в районе десяти).

Увеличить их число можно было, например, за счет применения нестандартных, специально адаптированных решений (серверов, СХД, сетевого оборудования). Так действовала, скажем, компания SGI. Но такой метод подходил далеко не всем заказчикам. Все-таки более-менее шаблонные схемы и проще, и дешевле. Если вычислительной мощности одного контейнера не хватит — можно докупить второй и поставить его рядом, эффективно решая, тем самым, вопрос масштабируемости. Однако на первом этапе становления подобные решения получались, как правило, дороже стационарных дата-центров. Во-первых, по причине своей «экзотичности», а во-вторых, МЦОД все равно нельзя поставить «в чистом поле».

Чтобы полноценно использовать такое решение, требуется подвести к нему электричество с помощью ЛЭП и/или ДГУ (а также предусмотреть резервуар с топливом), подготовить заземление и ровную бетонированную площадку для установки самого контейнера. Кроме того, если система мощная и в ней применяется жидкостная схема охлаждения, может понадобиться наличие источника воды. Нужен и канал доступа в Интернет. Наконец, надо предусмотреть бытовое помещение

для технического персонала и охраны, тем более, если контейнеров несколько. Причем все это желательно (хотя, часто и необязательно) накрыть хотя бы легковозводимой конструкцией, защищающей от неблагоприятных условий внешней среды и доступа посторонних лиц. Иными словами, установка МЦОД — это довольно сложный проект. Конечно, если модуль предполагается поставить, скажем, на территории промышленного предприятия, где есть все необходимые коммуникации, то многие технические вопросы отпадают сами собой. В ином случае требуется основательная подготовка будущей площадки.

Второй этап развития концепции МЦОД был ознаменован появлением составных решений — где различные подсистемы выполнены в отдельных модулях, комбинация которых позволяет создавать практически любые конфигурации дата-центров, снимая ограничения по количеству стоек и мощности комплекса. Преимущества такого подхода особенно ощутимы в тех случаях, когда требуется построить крупную систему мощностью от нескольких сотен киловатт. Это позволило окончательно перевести МЦОД из категории «нишевых» решений в разряд полноценной альтернативы традиционным дата-центрам. Подтверждением тому служат сотни разнообразных проектов по всему миру, построенных только на базе МЦОД. При этом мощность комплексов колеблется от десятков кВт до десятков МВт. Количество производителей МЦОД в мире сегодня исчисляется сотнями. Главным образом — это локальные сборщики, но есть подобные решения и у таких гигантов, как HP, Oracle, IBM, Schneider Electric, Emerson и других.

Раздвигая горизонты

Здесь возникает закономерный вопрос: могут ли МЦОД вытеснить с рынка традиционные дата-центры? Очевидно, что нет. Ведь модульные решения просто расширяют возможности современного «ЦОДостроения». Оба подхода будут существовать параллельно, гармонично дополняя друг друга. Нельзя сказать, что какой-то из этих двух подходов однозначно лучше, каждый имеет свои недостатки и преимущества.

Если взять, к примеру, вопрос цены решения — наиболее важный для нашей страны, то на данном этапе уже можно сказать, что стоимость МЦОД практически совпадает со стоимостью обычного дата-центра соответствующей мощности. Ведь в обоих случаях может использоваться идентичное инфраструктурное оборудование, для инсталляции которого требуется примерно одинаковый объем работ. В обоих случаях необходима подготовка помещения — здания или внешней оболочки (контейнера) МЦОД.

Но если у заказчика нет подходящего помещения, то преимущество модульного решения очевидно, поскольку капитальное строительство может обойтись дороже, чем вся инженерная инфраструктура дата-центра. Даже если

здание уже имеется, в большинстве случаев оно изначально не предназначалось для ЦОД, а значит, как правило, требуется основательная доработка помещения, а это, соответственно, может вылиться в немалые расходы. В то же время МЦОД уже собран на заводе и для него требуется лишь ровная площадка и подвод коммуникаций. Впоследствии для дополнительной защиты его можно накрыть ангаром, но это необязательно.

Однако на цену МЦОД, если он произведен в одной из стран Запада, существенно влияет стоимость проектирования и квалифицированной рабочей силы (характеристики в условиях нашей страны совершенно несущественные относительно общей стоимости инсталляции). Хотя этих расходов также можно избежать, если изготовить МЦОД внутри страны. Пока единственный в Украине проект поставки контейнерного дата-центра был осуществлен именно по такому принципу — его собрали в нескольких десятках километров от места инсталляции (подробности — в одном из последующих разделов статьи). Также на стоимость МЦОД влияют транспортные расходы, и здесь снова преимущество получают локальные сборщики.

Что касается «мобильности» и сроков введения в эксплуатацию, то первая характеристика, как показала мировая практика, востребована крайне редко. Точнее, в подавляющем большинстве случаев она важна лишь однажды — в процессе транспортировки МЦОД от завода-изготовителя к месту постоянной эксплуатации.

Главное преимущество настоящего мобильного дата-центра — готовность к использованию практически сразу по прибытии на место, а значит, комплекс должен быть начинен всем необходимым ИТ-оборудованием. Но если инженерная инфраструктура выдерживает перевозку вполне нормально, то вычислительное и сетевое оборудование крайне чувствительно, например, к плохим дорогам, и здесь уже не обойтись без специальных виброплатформ. Кроме того, само ИТ-оборудование должно быть соответствующим образом подготовлено, что выливается в дополнительные и немалые расходы. Учитывая, что на месте возможной эксплуатации не всегда может быть доступен источник электроэнергии, запаса АКБ должно хватить на достаточно длительный срок питания нагрузки, хотя бы на первое время (пока к месту эксплуатации не будет доставлен ДГУ и запас топлива), а это накладывает ограничение на состав ИТ-подсистемы. Как показывает практика, мобильные дата-центры довольно успешно используются телекоммуникационными компаниями, применяющими в своей работе специализированные и относительно маломощные (низковольтные) ИТ-решения. В таком случае ДГУ, как правило, не используется (ввиду специфики телеком-систем) и запаса АКБ хватает на 4-8 часов.

Но и в случае, когда МЦОД не планируется перевозить больше одного раза, вопрос транспортировки тоже

может встать довольно остро. Дело в том, что далеко не все решения, предлагаемые на сегодняшний день, выполняются в форм-факторе стандартного морского контейнера (т.н. ISO-контейнера), шириной чуть более 2,4 м и высотой около 2,6 м. Если блок выходит за пределы этих значений, могут возникнуть сложности, связанные с разрешениями на перевозку.

Что касается сроков запуска проекта, то как правило, использование МЦОД сокращает это время вдвое, по сравнению с традиционным дата-центром, но все равно, речь идет о временном интервале в 2–6 месяцев. Из них около месяца занимает процесс составления и согласования технического задания, проектной документации, смет и т.д.

Столько же отнимает поставка и инсталляция МЦОД на объекте. На само изготовление уходит несколько месяцев (обычно от одного до четырех), и этот срок сильно зависит от наличия необходимого инфраструктурного оборудования на складе интегратора. Если речь идет о типовом решении, то срок его создания может быть меньше. Однако, как показывает практика мировых внедрений, в крупном проекте всегда требуется та или иная доработка, даже для более-менее стандартных комплексов (таких как контейнеры типа «все в одном»).

Отметим, что на сегодняшний день производители исповедуют различные подходы к созданию МЦОД. Одни ориентируются на производство сугубо индивидуализированных решений, изготавливаемых исключительно под задачи конкретного заказчика, другие предпочитают поставлять типовые комплексы. Третьи соединяют обе стратегии. Теперь в подтверждение вышесказанного рассмотрим некоторые примеры того, как МЦОД применяются на практике и что сегодня доступно для украинских компаний.

Первый в Украине

Начнем наш обзор с решений компании *Emerson Network Power*, поскольку первый в Украине МЦОД был создан на базе ее оборудования и руками ее партнеров. Но вначале немного общей информации о разработках производителя в сфере МЦОД. Их созданием занимается специально выделенное подразделение, которое начало накапливать опыт использования контейнеров для инженерной инфраструктуры еще в бытность *Ericsson Energy Systems*.

Особенностью подхода Emerson является то, что компания изготавливает свои решения исключительно под заказ. Это позволяет строить не только типовые проекты, но и совершенно уникальные конфигурации. В качестве примера можно привести свежий проект, который на момент подготовки публикации находился в стадии завершения на европейской фабрике Emerson в Хорватии для одного из заказчиков — представителя операторского сектора. Комплекс имеет три этажа и состоит из девяти секций (рис. 1).



Рис. 1. Процесс создания модульного дата-центра на фабрике Emerson в Хорватии

Решение будет собрано, настроено, протестировано, после чего его снова размонтируют, погрузят на платформы и отправят заказчику, снабдив соответствующими инструкциями. На месте эксплуатации его соберут снова и запустят в работу. Особенностью проекта является усиленная внутренняя конструкция и пуленепробиваемые двери. На первом этаже расположен энергетический блок, включающий ИБП, ГРЩ, БРП и другие элементы, в частности, кондиционеры. На втором и третьем — система охлаждения и стойки для ИТ-оборудования. Детальные характеристики объекта не сообщаются.

В целом Emerson уже поставил больше тысячи МЦОД по всему миру. Только в 2013 году завод в Хорватии произвел порядка 180 контейнеров. В 2014 и 2015 годах объемы производства и количество клиентов только увеличивались. В 2014 году была закончена первая очередь модульного дата-центра Facebook в Швеции мощностью 7,5 МВА и уже начаты работы по строительству второй очереди с аналогичными параметрами — и это лишь один заказ. Так, в числе заказчиков сегодня числятся правительства Беларуси и Молдовы, которые решили использовать МЦОД для реализации своих государственных программ, в частности, «электронного правительства». При этом Молдова заказала решение из двух контейнеров, а Беларусь — из двух десятков. Что касается Украины, то, похоже, наше правительство рас-

сматривает какой-то иной путь развития, ибо нет даже намека на появление какой-либо информации о создании МЦОД для государственных нужд. В то же время один МЦОД в нашей стране все-таки есть, и появился он в 2015 году. Речь идет о единичном контейнере (типа «все в одном»), выполненном для одного из самых крупных отечественных холдингов. Решение было разработано специалистами эксклюзивного дистрибьютора Emerson — «Альфа Грессин Инфотек Украина», совместно с одним из их партнеров, производственная база которого сертифицирована TUV.

Контейнер вмещает восемь шкафов, мощность ИТ-нагрузки достигает 70 кВт (но может быть увеличена до 90 кВт с сохранением уровня резервирования N+1), при этом три стойки по требованиям заказчика должны поддерживать нагрузку до 15 кВт каждая. Система охлаждения фреоновая, при этом для ее установки было применено конструктивное ноу-хау, которое позволило установить внешние блоки кондиционера, не увеличивая общих размеров 12-метрового контейнера (рис. 2).

Но, как оказалось, ширины стандартного морского контейнера недостаточно для того, чтобы организовать нормальный «горячий коридор». Взять оболочку побольше — тоже не выход, поскольку такую конструкцию уже нельзя перевозить по дорогам общего пользования без сопровождения. Поэтому здесь потребовалась еще одна техническая хитрость — «горячий коридор» был выполнен в виде приставной секции, которая доставляется отдельно и стыкуется в течение нескольких часов. Конечно, такие изменения конструкции оболочки потребовали серьезных инженерных расчетов, которые заняли половину времени из двух месяцев, отведенных на изготовление МЦОД. Что интересно, транспортировка основного контейнера осуществлялась на обычном грузовике, без какой-либо виброплатформы (рис. 3).

Контейнерный дата-центр прошел полный цикл испытаний и был протестирован при полной нагрузке на заводе перед отправкой на место установки.

МЦОД на любой вкус

Предложения **Schneider Electric** в области МЦОД сегодня охватывают весь возможный спектр решений.



Рис. 2. Первый украинский коммерческий МЦОД; внешние блоки кондиционеров не выступают за пределы 12-метрового контейнера



Рис. 3. Украинский МЦОД — момент транспортировки



Рис. 4. Схема размещения элементов модульного дата-центра; версия Schneider Electric

Здесь и мобильные варианты (наследство APC), и контейнерные, и модульные. Особенно сильно номенклатура решений расширилась после приобретения в 2013 году компании AST Modular, которая как раз специализировалась на создании различных МЦОД. Как бы то ни было, сегодня SE обладает, очевидно, наиболее развитым модельным рядом подобных систем, которые к тому же могут быть доработаны в соответствии с требованиями заказчика.

Для относительно небольших клиентов выпускаются модели типа «все в одном» — в контейнерах длиной 45 футов, с фреоновым охлаждением, где может разместиться 11–12 шкафов. При этом допустимое тепловыделение составляет около 8 кВт на стойку, общее — 90 кВт.

Более мощные решения уже требуют модульного подхода. Доступные блоки-«кубики» (рис. 4) условно разделяются на три типа: электрические (силовые), охлаждающие и ИТ-модули для размещения оборудования (содержат стойки, БРП, внутренние блоки водяных кондиционеров и другие элементы).

Силовой модуль выполнен в виде отдельного контейнера 20- или 40-футов и, в зависимости от модели, может обеспечить максимальную мощность электропитания 250, 500 или 1200 кВт, при этом шаг масштабирования составляет 25 кВт (рис. 5). Внутри каждого блока — ИБП Symmetra соответствующей мощности (и кондиционеры для него), ГРЩ, система пожаротушения, а также контроллеры для управления.

Для организации охлаждения используются специальные гидравлические модули, Hydronics Module, обеспечивающие трассировку трубопроводов и электрическое подключение активных компонентов блока (насосные группы, контроллеры мониторинга и автоматизации).



Рис. 5. Силовой модуль МЦОД Schneider Electric

Они рассчитаны на отведение 500 или 1000 кВт тепла, отдельно устанавливаются холодильные машины. Hydronics Module рассчитан на подключение трех чиллеров холодопроизводительностью 250 или 500 кВт с использованием схемы резервирования N+1. Можно также подключать чиллеры и по обычной схеме — SE предлагает модели холодопроизводительностью до 1200 кВт, или применить фирменную разработку — модуль EcoBreeze (до 400 кВт на одну систему) с адиабатическим охлаждением. Также существует вариант модульной системы охлаждения, разработанный AST Modular, которая устанавливается на крыше контейнера и использует воздушный теплообменник.

Отдельные ИТ-модули мощностью до 205 кВт представляют собой контейнеры (длиной 40 или 53 фута), вмещающие 10–16 шкафов и оснащенные внутрирядными кондиционерами серии InRow (есть также модель, адаптированная под использование EcoBreeze). Возможен вариант спаренных 45-футовых контейнеров. В этом случае общая емкость блока составляет 24–26 стоек, а мощность — 240 кВт. Кроме того, благодаря разработкам, унаследованным от AST Modular, в случае необходимости из специальных блоков можно составлять целые залы на десятки стоек в соответствии с индивидуальными потребностями клиента.

Но спектр решений, предлагаемых SE, не ограничивается только вышеописанными системами. Это лишь, так называемые, «стандартизованные» разработки — к таким контейнерам уже есть подготовленная документация, что позволяет сократить срок их изготовления и ввода в эксплуатацию. При необходимости SE может изготовить контейнерную систему с учетом любых разумных требований заказчика. Но, конечно же, время выполнения проекта в этом случае увеличится по сравнению со «стандартизованными» решениями.

В Украине проектов МЦОД на оборудовании SE пока еще реализовано не было, тем не менее, в мире их немало. Например, для армии США был поставлен комплекс из пяти 20-футовых контейнеров: два ИТ-модуля, техническое помещение, один силовой блок на 225 кВт (N+1) и чиллер. Вся система выполнена в особо прочном, защищенном корпусе и может быть смонтирована или размонтирована за семь часов. Модульные дата-центры SE используют такие компании, как Chevron, IBM, а также целый ряд операторов, образовательных и медицинских учреждений, правда, главным образом в США и ЕС.

НР — компактность и мощность

Семейство решений МЦОД компании *Hewlett-Packard* носит общее название Performance Optimized Datacenters (или сокращенно — НР POD). Продуктовое портфолио представлено широким набором разнообразных решений — как составных модулей, так и комплексных контейнеров «все в одном», которое постоянно дополняется. Сейчас НР предлагает семь основных моделей,



Рис. 6. Контейнерный дата-центр HP POD DC4; с учетом его мощности — наиболее компактное решение в отрасли на сегодняшний день

выполненных в контейнерах длиной 10, 20, 40 и 53 фута. Десятифутовый (ок. 3,5 метров) комплексный модуль DC4, появившейся на рынке в 2015 году, на данный момент является уникальным продуктом, поскольку ни один из крупных конкурентов не предлагает столь компактного решения (рис. 6).

Контейнер содержит четыре стойки с интегрированным охлаждением, высотой по 50U. Допустимая мощность ИТ-нагрузки составляет 50 кВт (или 25 кВт с учетом резервирования). Модель DC4 особенно популярна сегодня в странах ЕС. Есть также версия DC5 аналогичной мощности, но она рассчитана на пять стоек по 46U и выполнена уже в 20-футовом контейнере. В этом же форм-факторе HP предлагает и различные варианты более старших моделей МЦОД, рассчитанных на 8–10 стоек; в один 40-футовый контейнер HP может поместить до 21 стойки. Мощность таких решений исчисляется уже сотнями кВт и зависит от типа контейнера

и пожеланий заказчика.

В ряде случаев можно также сдвинуть два 40-футовых контейнера, тогда максимальное число стоек в такой системе можно довести до 44 при общей мощности комплекса свыше 1 МВт (или более 20 кВт на стойку)! Интересным примером такого решения служит модель POD 240a EcoPOD — система типа «все в одном» с модулем воздушного охлаждения, расположенным на крыше (рис. 7).

Точнее, сверху установлена только одна его часть, другая находится между контейнерами с ИТ-оборудованием. Концепция HP POD подразумевает также наличие отдельных модулей для электропитания и охлаждения (которые подключаются к контейнерам с ИТ-оборудованием) Они необходимы, когда речь идет о мощных решениях с водяной системой отвода тепла.

Блоки охлаждения выполнены в контейнерах 10, 20 или 40-футов и содержат по три чиллера общей охлаждающей мощностью от 180 до 600 кВт (без учета резервирования). Силовые модули рассчитаны на нагрузку от 160 до 750 кВт, новые модели, кроме ИБП, содержат также и дизельные генераторы. На сегодняшний день решениями HP POD пользуются многие заказчики в ЕС, США и странах Азии.

В конце нашего небольшого обзора стоит упомянуть *Rittal* — еще одну компанию, которая в лице своего местного партнера *ТОВ «Риттал»* пытается продвигать на украинском рынке модульные дата-центры. Спектр предлагаемых решений не особо широк и объединен общим названием *RiMatrix S*. Семейство включает несколько решений типа «все в одном» — контейнеры на шесть и восемь ИТ-шкафов, а также их спаренные варианты (где число стоек увеличено вдвое). Мощность ИТ-нагрузки находится в диапазоне 60–180 кВт в зависимости от варианта исполнения и составляет в среднем около 10 кВт на стойку. Все основные подсистемы резервированы по схеме

N+1. Имеются варианты моделей с усиленной защитой, а также предусматривающие установку на улице.

Рынок МЦОД развивается сегодня достаточно динамично. В мировых масштабах он все еще относительно невелик, но по прогнозам рост будет составлять 25–30% в год, как минимум до 2019–2020 годов. Вряд ли, конечно, контейнерные системы вытеснят традиционные дата-центры, но уже сейчас все больше крупных заказчиков предпочитают использовать их при создании новых ЦОД, особенно учитывая тот факт, что стоимость готовых модулей постепенно падает, а такие характеристики как надежность, скорость ввода в эксплуатацию и удобство использования, улучшаются. Дело даже не в том, что заказчики уже как следует «рассмотрели» МЦОД. Просто сейчас все больше компаний переходят к модульному принципу построения дата-центра, например, на основе открытой архитектуры *Open Compute* (www.opencompute.org). Данный подход позволяет собирать модульный ЦОД поэтапно, непосредственно на месте будущей эксплуатации и, главное, без необходимости многократного преобразования ключевых подсистем (в т.ч. электропитания и охлаждения), а также без привязки к решениям конкретного производителя. Но для нашей страны такой подход, пока что — далекая перспектива.

В украинских реалиях МЦОД могут быть актуальны, например, в программах автоматизации государственного управления, когда деньги на реализацию проекта выделяются крайне нерегулярно, и, как следствие, длительные проекты, связанные со строительством обычного ЦОД, могут растянуться на неопределенный срок. В то же время контейнерный дата-центр можно купить уже в готовом, собранном виде, а в эксплуатацию ввести в самые кратчайшие сроки. Но надо ли это тем людям, которым мы делегировали властные полномочия? Вопрос открытый...

Игорь КИРИЛЛОВ, СИБ



Рис. 7. Комплексный контейнерный дата-центр HP 240a (EcoPOD)