

Практические соображения по развертыванию центров обработки данных заводской сборки

Информационная статья №166

Версия 0

Барри Римлер (Barry Rimler) и Венди Торелл (Wendy Torell)

Аннотация

Модульные центры обработки данных заводской сборки (Prefabricated Data Centers) обладают очевидными преимуществами в плане предсказуемости, масштабируемости, темпов внедрения и издержек на протяжении срока службы. Процесс их развертывания — от разработки проекта и подготовки площадки до закупок оборудования и монтажа — значительно отличается от аналогичного процесса для традиционных ЦОДов. Настоящая статья содержит практические соображения, рекомендации и ориентиры для специалистов.

Введение

Преимущества модульных центров обработки данных заводской сборки в плане предсказуемости, масштабируемости, сроков и издержек вполне понятны (см. ИС №163 [Модули электропитания и охлаждения заводской сборки для центров обработки данных](#)), но многие практические аспекты требуют прояснения. В настоящей статье рассматриваются вопросы планирования и проектирования, подготовки площадки, закупок оборудования и, наконец, монтажа и сдачи в эксплуатацию в соответствии с ожиданиями в отношении проекта (шаги, роли, уровень сложности, сроки, издержки).

Сводка наиболее важных отличий от процесса развертывания традиционного ЦОДа представлена в **табл. 1**. Далее они рассматриваются более подробно.

Таблица 1

Сравнение процессов развертывания ЦОДа заводской сборки и обычного

Процесс	Развертывание ЦОДа заводской сборки	Развертывание обычного ЦОДа
Планирование/проектирование	<ul style="list-style-type: none"> • Проектирование и специфицирование осуществляются на системном уровне • Менее 12 недель на планирование/проектирование 	<ul style="list-style-type: none"> • Проектирование и специфицирование осуществляются на компонентном уровне • В общем случае, 24 (и более) недель на планирование/проектирование
Подготовка площадки	<ul style="list-style-type: none"> • При расчете стоимости получения разрешения цена модулей, имеющих регистрацию UL или другой подобной организации, не учитывается • В разрешительной документации основное внимание обращается на соединения между модулями • Инспекции подвергаются только результаты работ, выполненных на месте, а не внутренности модулей • Возможность установки в помещении или вне его • Модули обычно устанавливаются прямо над подземными коммуникациями 	<ul style="list-style-type: none"> • При расчете стоимости получения разрешения учитываются цены всех систем • В разрешительную документацию включаются подробные чертежи на уровне отдельных подсистем • Инспекции подвергаются результаты всех работ, выполненных на месте, включая соединения между традиционными подсистемами • Все системы, за исключением генератора и уличных теплообменников, устанавливаются в помещении¹ • Подвод коммуникаций к зданию может требовать дополнительного оснащения/сооружений
Закупки	<ul style="list-style-type: none"> • Модули, в общем случае, проектируются с учетом массогабаритных ограничений при транспортировке. Доставляются практически полностью в сборе • Объем строительного мусора минимален 	<ul style="list-style-type: none"> • Компоненты и подсистемы приобретаются у различных производителей и доставляются по отдельности. • Объем строительного мусора значителен
Монтаж	<ul style="list-style-type: none"> • При установке вне помещений необходимо учитывать климатические/погодные условия, ландшафт, ориентацию по сторонам света • Для монтажа обычно используется автокран 	<ul style="list-style-type: none"> • Внешние условия и ландшафт необходимо учитывать только при монтаже генератора и уличных теплообменников • Монтаж осуществляется с использованием вилочных погрузчиков и вручную, каждый компонент устанавливается отдельно

¹ В большинстве случаев; установка в помещении возможна при условии организации надлежащей вентиляции.

Планирование и проектирование

Планирование строительства ЦОДа остается большой сложностью для многих корпоративных служб ИТ. Основные подводные камни: недостаток взаимодействия, неправильный выбор уровня абстракции для обсуждения и недостаточная вовлеченность в процесс заинтересованных сторон. В информационной статье №142 [Проектирование центров обработки данных: системное планирование](#) обсуждается эта проблема и формулируются четыре задачи, имеющие критически важное для успеха значение.

При использовании ЦОДов заводской сборки все обычные этапы строительства сохраняются, но сроки их осуществления сокращаются, а уровень сложности — снижается. После определения параметров проекта: уровня критичности, объема ресурсов, плана развития, эффективности, уровня энергетической плотности и бюджета, — сроки реализации остающихся этапов планирования сокращаются, в основном благодаря эффективности проектов конструкции компонентов заводской сборки, которые основаны на существующих эталонных проектах.

Помимо сокращенных сроков планирование проектов, использующих ЦОДы заводской сборки, имеет две уникальные особенности: финансовая классификация оборудования и объем проектных работ на компонентном уровне.

«Движимое имущество»

ЦОДы заводской сборки подпадают под более выгодные варианты финансовой или экономической классификации.

Модуль заводской сборки полностью собирается в заводских условиях и оформляется как агрегат на раме либо в контейнере, что позволяет характеризовать его как «продукт», а не набор компонентов или подсистем. Таким образом, основания классифицировать модуль ЦОДа заводской сборки как часть здания оказывается меньше, нежели, у такого же набора компонентов (панелей, щитов, насосов, приводов и т. д.), заказанных по отдельности и смонтированных на месте.

Это, вообще говоря, позволяет классифицировать модуль заводской сборки как объект «движимого имущества» — в противоположность «элементу оснащения» здания или объекта — что открывает перед владельцем ряд возможностей, обычно несовместимых с «собранным на месте» ЦОДом.

- Возможность приобретения и амортизации независимо от здания, с установлением более адекватного срока службы — например, 10 лет.
- Возможность лизинга (или продажи и лизинга у нового владельца) отдельно от остального имущества объекта.
- Возможность передачи в другой ЦОД с сохранением показателей амортизации и остаточной стоимости.

Совет специалиста по налогообложению всегда важен при приобретении и «заказе» нового оборудования. В ИС №115 [Преимущества портативной модульной инфраструктуры центров обработки данных с точки зрения бухгалтерского учета и налогообложения](#) подробно разъясняются возможные особенности расчета амортизации и налоговых платежей по таким системам.

Проектирование на системном уровне

При проектировании ЦОДа из модулей заводской сборки работа ведется больше на системном уровне. Кроме того, проектировщик освобождается от принятия множества «архитектурных» решений, таких как выбор материала крыши и стен.

Подобно тому как при покупке автомобиля нет нужды отдельно указывать способ крепления стартера, число и шаг зубьев шестерен в коробке передач, величину крутящего момента и рабочую температуру различных, использование модулей заводской сборки позволяет переориентировать усилия на характеристики ЦОДа, аналогичные числу пассажирских мест, грузоподъемности и возможности буксировки прицепа. Марки, номера артикулов и спецификации индивидуальных компонентов указываются в документации, но в процессе проектирования не используются. Заводская сборка предполагает, что все компоненты в составе модуля соответствуют друг другу по своим параметрам и хорошо интегрированы. При использовании модулей заводской сборки большая часть временных затрат на изучение требований и разработку проекта отпадает. Например, кабельные системы и трубопроводные линии оптимизируются и интегрируются на заводе. Их параметры, связанные с сечением труб или проводов, падением давления на клапанах или других компонентах жидкостных систем, номиналы насосов и крыльчаток уже выбраны и согласованы в рамках модуля. А главное, все ответственные компоненты и органы управления, такие как автоматические выключатели, переключатели, приводы регулируемой частоты и чиллеры, собираются и тестируются как единая система в заводских условиях, и модули поставляются уже со свидетельством о регистрации одной из специальных организаций (таких как UL, ETL или CSA) или сразу нескольких. Коммуникационные средства и органы управления готовы к работе уже на этапе поставки, объем работ на месте сводится к минимуму. Таким образом, проектирование ЦОДа осуществляется, в основном, на системном уровне, и его сроки сокращаются с обычных 24 до 12 недель².

Подготовка площадки

Идет ли речь о переоснащении существующего ЦОДа или о строительстве «с чистого листа», без некоторой работы по подготовке площадки для развертывания новых систем не обойтись. Потребуется получить те или иные разрешения, проложить трубы и электрические кабели, подготовить здание и/или земельный участок, провести инспекцию площадки. В случае ЦОДа заводской сборки эти шаги приобретают ряд особенностей.

Разрешения и инспекции

Процесс **получения разрешений** для центров обработки данных из модулей заводской сборки, в общем, тот же, но строительные чертежи оказываются значительно более простыми. Модули на них могут изображаться аналогично контейнеризованным резервным генераторам — с обозначением, в основном, внешних коммуникаций, а не собранных на заводе внутренних трубопроводных и кабельных систем. Заводская сборка не только сокращает сроки подготовки строительных чертежей и получения разрешений, но и создает условия для эффективного проведения осмотров и проверок.

Производитель предоставляет полный комплект детализированной информации, часто в форме одно-, трех- и пятилинейных электрических схем, планов трубопроводов, графических материалов в различных форматах, которые можно использовать для составления чертежей для той или иной цели.

² Информационная статья №163 [Модули электропитания и охлаждения заводской сборки для центров обработки данных](#), рис. 6.

При проведении **инспекций** представители уполномоченных органов обычно обращают основное внимание на аспекты строительства ЦОДа, связанные с проведением работ на месте. В то же время, они могут проявить интерес к материалам и производственным технологиям, примененным при изготовлении модулей заводской сборки — на что имеются свидетельства о регистрации UL, ETL и т. п.

В общем случае стоимость модуля исключается из расчета **расходов на получение разрешений**. Идея состоит в том, что хотя инспектор и имеет полное право осмотреть каждый модуль и дать заключение, такой задачи перед ним не стоит и он не несет соответствующей ответственности — поскольку «функция инспекции» была уже выполнена при регистрации UL, ETL и т. п. Стоимость таких разрешений включена в покупную цену модуля, но конечному покупателю обходится недорого, поскольку распределена на все произведенные модули.

Это тот же принцип, что, например, при установке газовой сушильной машины. Подключения к газовой и электросети производятся на основе разрешения, получаемого на конкретное место установки, однако сами машины с регистрацией UL не включаются в заявку и их никто не вскрывает для проверки внутренней проводки, газового тракта или органов управления.

Размещение модулей в помещениях или вне помещений

Многие модули выпускаются в контейнерах, рассчитанных на размещение под открытым небом. Однако по тем или иным причинам (см. ИС № 165 [Типы модульных центров обработки данных заводской сборки](#)) предпочтение может быть отдано установке в помещении. Например:

- модуль установлен на открытой платформе;
- уровень защиты недостаточен;
- необходима защита персонала от неблагоприятных погодных условий в процессе эксплуатации и обслуживания;
- необходимо обеспечение безопасности ответственных систем.

Размещение модулей вне помещения выгодно как арендатору территории, так и арендодателю, поскольку позволяет одному сэкономить, а другому — превратить неиспользуемые пустыри в источник дополнительных доходов.

Конечно, наиболее широкие и гибкие возможности открывают площадки, создаваемые специально под модульные ЦОДы, но подходящее место обычно нетрудно найти на территории почти любого комплекса зданий или офисного парка. В случае переоснащения существующей площадки обычно приходится менять целевое назначение некоторых ее частей, таких как парковки, склады или «зеленые пространства». В числе наиболее важных соображений, касающихся размещения модулей, — возможности подключения к коммунальным сетям, прежде всего электро- и водоснабжения, а в случае ИТ-модулей — еще и к коммуникационным, необходимым для передачи данных.

Размещение вне помещений отлично подходит для подключения к уличным распределительным подстанциям среднего напряжения или, в случае обустройства новой площадки, напрямую к транспортной сети. В общем случае электросетевые компании не склонны организовывать новые подключения, если есть возможность запитать модули от существующего (от ввода сети в близрасположенное здание), в особенности если оно обладает достаточной мощностью.

Выбор расположения модулей вне помещений, помимо доступа к коммуникациям, должен учитывать удобство монтажа, демонтажа и обслуживания (включая отвод

В числе наиболее важных соображений, касающихся размещения модулей, — возможности подключения к коммунальным сетям, прежде всего электро- и водоснабжения, а в случае ИТ-модулей — еще и к коммуникационным, необходимым для передачи данных.

дождевой воды, уборку снега, уход за газонами, дорожками и естественными поверхностями. Дополнительно следует учитывать нужды охраны периметра или наблюдения, определяемые условиями аренды или зонирования территорий. Дальнейшие рекомендации по размещению и расположению модулей вне помещений приведены ниже в разделе «**Монтаж**».

Наконец, редко на какой площадке нет вообще никаких строений. Здание, служащее «якорем», выполняет по крайней мере следующие функции:

- почтовый адрес;
- необходимые офисные помещения, как минимум, несколько туалетов.

Основания для модулей

Документация на планировку площадки обычно включает «строительные», «электрические» и «механические» чертежи. В числе основных элементов — основания для установки модулей. Обычно используется три типа оснований: монолитная бетонная плита, набор отдельных железобетонных плит или столбчатый фундамент (а также различные комбинации). Выбор типа и конструкции основания определяется как характеристиками объекта, включая состояние грунтов, движение дождевых вод, промерзание, так и требованиями по устойчивости к сейсмическим и ветровым нагрузкам.

Чаще всего для размещения и закрепления модуля используется монолитная бетонная плита (см. **рис. 1а**). Ее края служат одновременно отмосткой для ходьбы и поддержания порядка. В зависимости от климатических условий и состояния грунтов применяются дополнительные элементы, такие как стенки, подушки, сейсмоусиления.

Как разновидность монолитной бетонной плиты можно рассматривать набор отдельных плит, уложенных на однородный слой грунта. Этот вариант (см. **рис. 1б**) часто применяется при установке модуля на водонепроницаемую поверхность, например на асфальт, чтобы не создавать препятствий току дождевой воды. Кроме того, уменьшается общий объем необходимых материалов при обеспечении требуемых массовых и прочностных характеристик.

Бетонные столбики (см. **рис. 1с**) достаточной прочности и подходящей геометрии отличаются малыми размерами и должны устанавливаться под определенные точки корпуса модуля. Такой фундамент хорошо подходит для территорий, где дождевые воды впитываются в грунт, а не стекают в те или иные дренажные структуры (канавы, бассейны и т. п.).

Рисунок 1

Модуль устанавливается на бетонное основание

- (a) Монолитная плита
- (b) Ряд плит
- (c) Столбчатый фундамент

Монолитная плита



Ряд плит



Столбчатый фундамент



Подземная прокладка кабелей и трубопроводов

Подводить линии энергоснабжения к модулям ЦОДа обычно проще и дешевле подземным способом. Электрические линии и фидеры, наряду с соответствующими коммуникационными коллекторами, а также, в большинстве случаев, линиями хладагента на расстояния свыше 12 м проще и дешевле прокладывать под землей.

Это позволяет обходиться меньшим числом вспомогательных сооружений и более дешевыми материалами, такими как ПВХ трубы (идеальный вариант для большинства подземных коммуникаций) и трубы в заводской изоляции. Кроме того, электросиловые модули можно устанавливать прямо над коллекторами электрических кабелей, что упрощает устройство подключений и их защиту от внешних условий. В случае холодильных модулей трубопроводы чиллерной воды можно выводить из-под земли в непосредственной близости от модуля, что сокращает или вообще устраняет потребность в специальных приспособлениях и сооружениях.

Закупки

Использование модулей ЦОДа заводской сборки упрощает и ускоряет процесс закупок. Это обуславливается отчасти тем, что модуль представляет собой единую систему или набор систем от одного поставщика, а не набор разрозненных подсистем различных производителей. Поставка всей системы целиком позволяет избежать таких болезней традиционных проектов строительства ЦОДов, как недокомплект или задержки поставок.

Существуют ограничения на размеры и массу модулей заводской сборки для доставки по железной дороге (или иным транспортом), и производители их учитывают, поскольку мобильность — одно из важнейших преимуществ ЦОДов заводской сборки. Соображения по вопросам транспортировки и упаковки/распаковки приведены ниже.

Транспортировка

Обычно модули ЦОДа заводской сборки доставляются на место установки автотранспортом. В большинстве стран и регионов мира грузовое движение по дорожной сети общего пользования является предметом регулирования. Наряду с ограничениями скоростного режима и правом преимущественного проезда устанавливаются ограничения на **массу** и **габаритные размеры** транспортных средств, в том числе груженых. Они отражают характеристики дорог, мостов и других строений, их способность без ущерба выдерживать движение всех транспортных средств, допущенных в дорожную сеть.

В США система федеральных трасс имеет единый набор ограничений по массе и габаритам тягача и прицепа, а также автопоезда в целом; однако в каждом штате могут устанавливаться дополнительные нормативы, определяющие распределение груза.

Они могут различаться от штата к штату и регулировать все аспекты геометрии автопоезда, от расстояния между задней осью и осью замка тягово-сцепного устройства до распределения нагрузки по осям и расстояний между осями. Такая ситуация типична и для Евросоюза и для ряда крупных стран, где существует единый набор нормативов, но каждая страна, провинция, штат и т. п. дополняет его собственными требованиями.

Одно из преимуществ модулей ЦОДа заводской сборки — основательная проработка вопросов транспортировки. В **таблице 2** указаны массогабаритные ограничения автодорожных сетей различных регионов мира. В общем случае проезд автопоезда по магистралям не требует специальных разрешений, если только межосевые расстояния или нагрузка на ось не выходят за рамки ограничений, установленных в каждом из транзитных пунктов. Модули часто оформляются в виде ISO-контейнеров, что гарантирует отсутствие габаритных ограничений.

Грузы иных форм-факторов, вплоть до 3,6 м ширины (негабаритные), и увеличенной массы могут допускаться в дорожную сеть с особого разрешения — при условии использования специализированных тягачей и прицепов и движения по утвержденному маршруту и графику с соблюдением дополнительных мер предосторожности при приближении к определенным мостам и движении по ним.

Поскольку модули ЦОДа часто приближаются к пределам массогабаритных ограничений, производители обычно пользуются услугами транспортно-логистических компаний, специализирующихся на доставке нестандартных грузов. Непосредственно перевозка выполняется на условиях подряда независимыми парками грузового автотранспорта, у которых имеются специализированные тягачи.

Таблица 2

Массогабаритные ограничения допуска в дорожную сеть общего пользования

Регион	Масса	Габариты
США	<ul style="list-style-type: none"> 36 тонн³ 	<ul style="list-style-type: none"> 2,6 м ширина, 4,1–4,4 м высота⁴, в зависимости от конкретного штата
Европа	<ul style="list-style-type: none"> 36–60 тонн, в зависимости от страны и класса транспортного средства⁵ 	<ul style="list-style-type: none"> 2,55 м ширина, 4 м высота⁶
Китай	<ul style="list-style-type: none"> 46 тонн⁷ 	<ul style="list-style-type: none"> 2,5 м ширина, 4,2 м высота⁷
Канада	<ul style="list-style-type: none"> 45–62 тонны, в зависимости от класса транспортного средства⁸ 	<ul style="list-style-type: none"> 2,6 м ширина, 4,15 м высота⁸

**1 тонна = 1000 кг (метрическая); 1 тонна = 1,102 тонны (британская имперская)*

Перед транспортировкой модуля (модулей) поставщику и перевозчику необходимо убедиться в следующем.

- В модуле отсутствуют незакрепленные предметы.
- С модуля сняты наружные элементы системы заземления.
- С модуля сняты наружные элементы системы крепления.
- Все двери и люки зафиксированы.

³ <http://www.imstransport.com/weightlimits.php>

⁴ <http://ops.fhwa.dot.gov/Freight/sw/overview/index.htm>

⁵ <http://www.internationaltransportforum.org/IntOrg/road/pdf/weights.pdf>

⁶ <http://www.internationaltransportforum.org/IntOrg/road/pdf/dimensions.pdf>

⁷ http://www.moc.gov.cn/zhuzhan/zhengwuqongqao/jiaotongbu/jiaotongbuling/200709/t20070926_410849.html

⁸ http://www.todaystrucking.com/images/MOUsizemdWeight_2005.pdf

- С модуля сняты все элементы, выступающие за габариты корпуса.
- На момент отгрузки известны точные габариты, масса и расположение центра тяжести модуля.

Еще одна обычная мера предосторожности: оснащение корпуса дополнительными стяжками и бандажами, препятствующими его деформации в процессе погрузки и транспортировки.

Упаковка

Традиционные проекты разворачивания ЦОДов сопряжены с использованием для доставки оборудования к месту монтажа значительных количеств поддонов и упаковки из картона, пластика и других материалов. Это ведет к дополнительным издержкам и повышению уровня сложности (в частности, к большим объемам работы по распаковке и вывозу мусора). В противоположность этому при использовании модулей заводской сборки большая часть инженерной инфраструктуры (системы электропитания и охлаждения, стойки для оборудования) смонтирована и закреплена в модуле в состоянии поставки, что на порядок сокращает потребность в упаковке.

Исключение составляют ИБП, батареи которых имеют большую массу и после заводских испытаний демонтируются. Транспортировка с установленными аккумуляторами может привести к повреждению корпусов ИБП, поскольку подвеска автопоезда не всегда обеспечивает достаточную плавность хода. Обычно батареи упаковываются в коробки и фиксируются (в идеале ремнями с храповой стяжкой) на полу модуля.

На рис. 2 представлено сравнение типичного объема мусора от проекта строительства ЦОДа потребляемой мощностью 500 кВт с резервированием 2N.

Традиционный подход

С использованием модулей заводской сборки

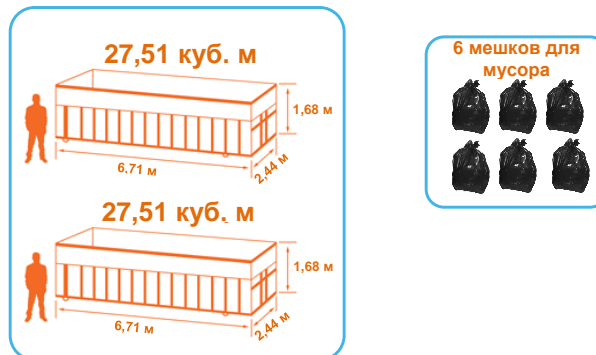


Рисунок 2

Объем вывоза мусора с монтажной площадки ЦОДа в обычном случае и при использовании модулей заводской сборки

Защита от погодных условий

Корпус модуля не всегда бывает полностью закрыт и защищен от проникновения влаги. В таких случаях при транспортировке необходимо принимать те или иные дополнительные меры защиты. Рассмотрим ИТ-модуль, состоящий из двух частей, которые транспортируются по отдельности. Во избежание повреждения оборудования открытым проем полумодуля необходимо загерметизировать от проникновения ветра и воды. Эта задача имеет два популярных решения.

1. Дополнительная твердая упаковка, например из качественной фанеры с металлическими креплениями.
2. Прочная термоусадочная пленка, как для защиты и транспортировки лодок.

Фанера может выглядеть более надежно, однако и упаковочного мусора дает значительно больше. Освобождение модуля от термоусадочной пленки занимает гораздо меньше времени — достаточно просто ее разрезать, стянуть, скатать и уложить в мешки для мусора. Сокращаются и затраты на вывоз отходов. Учитывая все более жесткие требования к эффективности разворачивания ЦОДов, этот последний вариант оказывается предпочтительным.

Метод упаковки оказывает влияние также на состояние модуля после доставки. Например, брезент защищает корпус от воздействия непогоды и предотвращает проникновение внутрь грязи. Модуль, доставленный без брезента или термоусадочной пленки, скорее всего, потребует определенных усилий по наведению чистоты.

Монтаж

Хорошо спроектированные модули заводской сборки упрощают и ускоряют процедуру монтажа. Основные соображения здесь касаются выбора конкретного места, способа перемещения и установки, а также способа закрепления, обеспечивающего надежность и эффективность эксплуатации.

Размещение и ориентация

Решение об установке модуля вне помещения может иметь большое значение для его доставки и эксплуатации в плане надежности, эффективности, удобства доступа и обслуживания. Передовой опыт позволяет сформулировать следующие рекомендации.

- Модули следует устанавливать торцом к солнцу. В жарком климате это поможет значительно сократить потребность в отводе тепла. Либо можно тем или иным способом обеспечить затенение.
- Не следует размещать модули под деревьями, фонарями, высоковольтными линиями или иными объектами, могущими упасть при стихийных бедствиях (ураганах, землетрясениях и т. п.).
- Размещать модули на объекте следует так, чтобы минимизировать риск столкновения с ними транспортных средств.
- Модули следует размещать вдали от естественных препятствий, которые могли бы затруднить использование кранов, погрузчиков или иной техники для установки и перемещения оборудования.
- Модули следует размещать в местах, естественно защищенных от воздействия ливневых вод.

Некоторые из модулей заводской сборки допускают установку один на другой, как показано на **рис. 3**. В условиях ограниченного пространства или высокой ставки аренды это может оказаться дополнительным преимуществом. Возможность такой установки следует оговаривать в проектных требованиях, чтобы поставщик и проектировщики могли учесть ее наряду с другими ландшафтными, строительными и экологическими требованиями.

Рисунок 3

Установка модулей в два этажа



Погрузочно-разгрузочные и монтажные работы

Доставку модулей ЦОДа на место установки или близлежащую площадку временного хранения желательно планировать на ночь, непосредственно предшествующую дню монтажа на подготовленное основание. Для установки можно использовать различные механизмы.

Большинство модулей заводской сборки по своим массогабаритным характеристикам вполне подходит для использования обычных промышленных погрузчиков и автокранов. Если в портах как правило используются специально предназначенные для контейнеров вилочные погрузчики (рис. 4а) и портальные краны (рис. 4б), то в месте установки удобнее и дешевле задействовать автокран (рис. 4с).

Эти машины перемещаются по дорожной сети общего пользования на обычном колесном ходу, а на объекте легко превращаются в мощный и устойчивый подъемный механизм. На подготовку крана к работе уходит час-два за один раз. Без учета этих затрат времени кран способен поднимать и перемещать по нескольку модулей ЦОДа в час.

Рисунок 4

Машины для перегрузки модулей

- a. Контейнерный погрузчик
- b. Портальный кран
- c. Автокран



Обычно число водителей, участвующих в доставке крана, противовесов и дополнительных приспособлений, равняется минимальному числу работников, необходимому для выполнения подъемно-монтажных операций с модулем (модулями). Хотя численность работников на строительной площадке зависит от большого числа факторов, трех человек, включая крановщика и двух инженеров, руководящих подготовкой крана, строплением груза и действиями крановщика — вполне достаточно для подъема модуля с прицепа и его помещения на фундамент.

Модули в ISO-контейнерах характеризуются наибольшей гибкостью в отношении погрузо-разгрузочных работ и монтажа благодаря угловым блоками, позволяющим применять широкий ассортимент такелажных приспособлений и креплений.

При подъеме модуля краном часто используется приспособление из четырех тросов и двух расчалок (длиной чуть больше ширины модуля). Модуль крепится к расчалкам

еще четырьмя тросами (см. **рис. 5**), которые цепляются к такелажным проушинам — возможно, с использованием дополнительных приспособлений⁹.

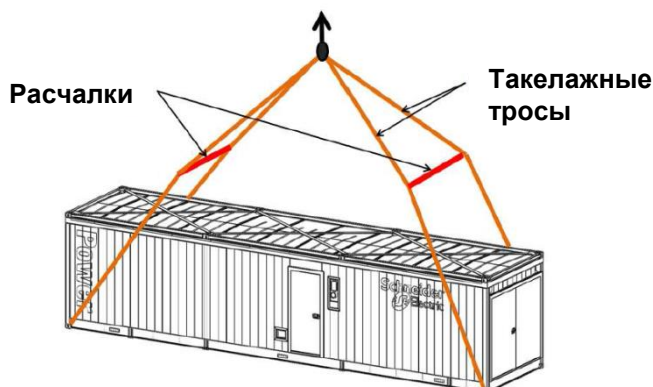


Рисунок 5

Подъем модуля с использованием тросов и расчалок

Во избежание повреждений при подъеме и монтаже модулей следует соблюдать следующие меры предосторожности.

- Минимизировать контакты такелажных тросов с корпусом.
- Соблюдать балансировку, с тем чтобы в процессе перемещения модуль сохранял по возможности нормальное положение.
- Во избежание задержек в реализации проекта пользоваться услугами специалистов, имеющих опыт работы с такими грузами и располагающих необходимым оборудованием.

Крепление модуля к основанию и вопросы сейсмоустойчивости

После установки модуля на место его необходимо закрепить — во избежание отрыва от основания или смещения под воздействием внешних сил, таких как ветровая нагрузка. Часто для этих целей применяются анкерные скобы и болты.

Также требует учета возможность сейсмических явлений, особенно в зонах соответствующей опасности. Строительные правила и нормы обязательно предусматривают применение тех или иных мер сейсмозащиты. В случае модулей ЦОДа это надежное крепление к бетонному основанию.

Производители ЦОДов обычно снабжают всех потенциальных покупателей справочным пособием по мерам сейсмозащиты, подготовленным профильной проектно-строительной организацией. В его состав входят карты сейсмических зон региона или страны. В США выделяются зоны «низкой», «умеренной» и «высокой» опасности, а также «с короткопериодическими ускорениями свыше 2,75»¹⁰. Для каждой категории сейсмоопасности приводятся детализированные расчеты бетонных (и стальных) оснований различных типов и дополнительных конструкций, призванных удерживать модули и обеспечивать их сохранность при сейсмических явлениях с учетом существующих условий, включая состояние грунтов, профили поверхности и др.

⁹ Число и расположение точек стропления зависит от конкретного модуля.

¹⁰ Для категории «свыше 2,75» в общем случае необходимы специальные расчеты и проектные решения, поскольку стандартные наборы компонентов, методы и рекомендации на нее не рассчитаны.

Хотя эти материалы не могут служить разрешительной документацией или чертежами конкретного объекта, они будут полезны при выборе размещения модулей ЦОДа. Обычно такое руководство включает описания фундаментов из железобетона, крепежных элементов и расчеты их рабочих характеристик.

Заключение

Модули заводской сборки меняют саму природу работы по планированию строительства ЦОДа и значительно сокращают сроки от идеи до запуска в эксплуатацию. При установке модулей вне помещений график проекта часто представляет собой гонку подготовки площадки и доставки заказанного оборудования. Понимание уникальных аспектов таких проектов ЦОДов (отличающих их от традиционных) критически важно для предотвращения задержек, излишних расходов, повреждений и/или неэффективности эксплуатации. В настоящей информационной статье перечислены основные вопросы планирования, подготовки площадки, упаковки, доставки, монтажа и закрепления на фундаментах модулей ЦОДа. Эта информация призвана помогать в осуществлении проектов в строгом соответствии с планом и реализации ожидаемых преимуществ.












Об авторах

Барри Римлер (Barry Rimler) — архитектор решений центров обработки данных и старший инженер по применению продуктов для ЦОДов компании Schneider Electric. Более 20 лет занимается проектированием и строительством ЦОДов, а также управлением портфелями разнообразной недвижимости, включая офисные здания и центры обработки данных. Член BOMA и Association for Facility Engineering.

Венди Торелл (Wendy Torell) — старший исследователь-аналитик Центра исследований в области ЦОДов Schneider Electric Data Center Science Center. Занимается изучением передового опыта проектирования и эксплуатации ЦОДов, готовит публикации в прессе и информационные статьи, ведет работу над инструментарием TradeOff Tools для оптимизации ЦОДов по уровню готовности, эффективности и затратам. Консультирует заказчиков и проектировщиков центров обработки данных по вопросам выхода на целевые уровни характеристик. Получила диплом бакалавра в области машиностроения в Юнион-колледже в Скенектади, шт. Нью-Йорк и диплом МБА в Университете Род-Айленда. Имеет сертификат ASQ инженера по надежности.



-  [Преимущества портативной модульной инфраструктуры центров обработки данных с точки зрения бухгалтерского учета и налогообложения](#)
Информационная статья №115
-  [Проектирование центров обработки данных: системное планирование](#)
Информационная статья №142
-  [Модули электропитания и охлаждения заводской сборки для центров обработки данных](#)
Информационная статья №163
-  [Сравнительный анализ совокупной стоимости владения традиционным и масштабируемым центром обработки данных заводской сборки](#)
Информационная статья №164
-  [Типы ЦОДов заводской сборки](#)
Информационная статья №165
-  [Библиотека информационных статей](#)
whitepapers.apc.com
-  [Калькулятор сравнительных издержек центров обработки данных заводской сборки и традиционных](#)
TradeOff Tool 17
-  [Калькулятор планирования проектов ЦОДов](#)
TradeOff Tool 8
-  [Инструментарий TradeOff Tools](#)
tools.apc.com



Обратная связь

Отклики и комментарии к настоящей статье просьба адресовать
Data Center Science Center
dcsc@schneider-electric.com

С вопросами по конкретным проектам заказчикам следует
обращаться к закрепленным за ними представителям Schneider Electric
(необходимые сведения — на www.apc.com/support/contact/index.cfm).