

BIM

# BIM-технологии для эксплуатации ЦОД: на стыке двух миров



**Александр БАХЛЫКОВ**  
 Руководитель  
 компании bimDC  
 [www.bimdc.ru]  
 e-mail: linksys@mail.ru

Зачатки систем информационного моделирования BIM (Building Information Model) появились в Англии еще в конце XX века, и тогда же появилась первая работоспособная версия данной технологии. Англичане полноценно попробовали ее при создании объектов для лондонской Олимпиады: задача была не только построить надежные здания, но и уложиться в определенный бюджет. Это удалось осуществить, а опыт использования BIM оказался вполне применим и при строительстве ЦОДов.

**П**осле успеха BIM, наглядным символом которого стали олимпийские объекты в столице Великобритании, технология стала применяться повсеместно. Дошло до того, что порядка 94% государственных заказов в Англии размещали с обязательным условием использования BIM. Глядя на успешный опыт английских коллег, технологию начали перенимать в других частях света — в США, ЕС, азиатских странах и, конечно, в России.

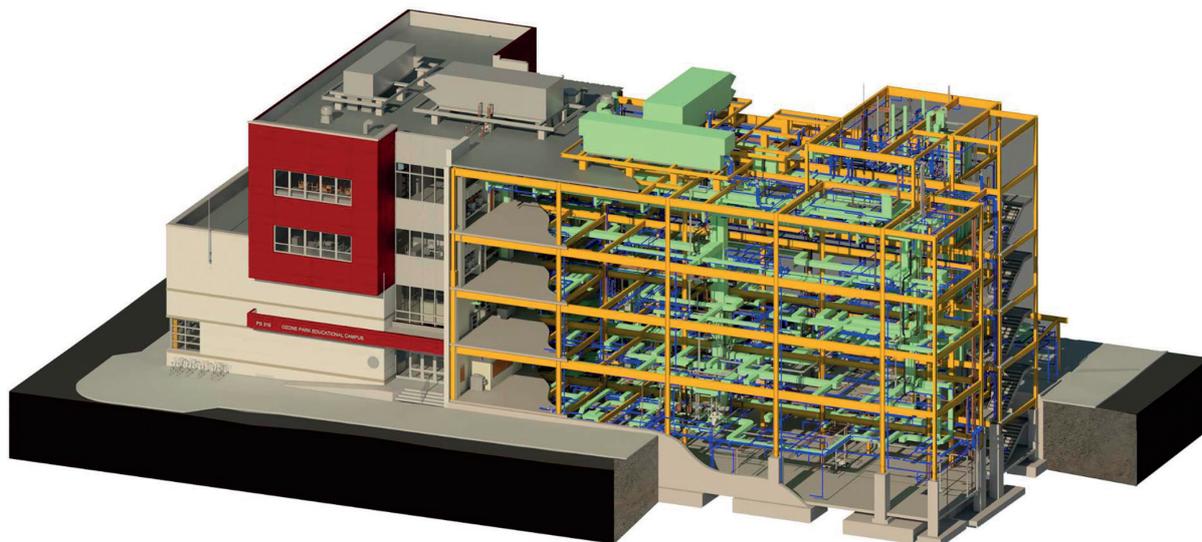
Технология информационного моделирования BIM предполагает разработку информационной модели строительного объекта — здания, сооружения,

линейного объекта и пр., — которая используется на протяжении его жизненного цикла. По сути, начав использовать технологию BIM, заказчик получает цифровой двойник своего объекта, который помогает в создании и эксплуатации здания/помещения на всех этапах его существования.

## Несколько слов о стандартах

Британским институтом стандартов (British Standards Institution, BSI) были разработаны соответствующие документы, на основе которых создается и наполняется данными цифровая модель объекта,

базовый стандарт — BS 1192 Collaborative Production of Architectural, Engineering and Construction Information, из которого позднее развилось целое семейство стандартов. Позднее ISO (International Organization for Standardization) выпустила на базе английских наработок международные стандарты, базовыми из которых являются документы семейства **ISO 19650**. Эти международные стандарты уже могут быть применены в любой стране, являющейся членом организации, в том числе и в России. Несмотря на их наличие, в нашей стране выпускаются свои, локальные стандарты по технологии BIM, которые во многом повторяют наработки ISO.



Интерес к локальной стандартизации BIM в России, так же как и к его применению, очень большой. Так, одна рабочая группа в составе комитета по стандартизации ТК465 «Строительство» выпустила ряд ГОСТов, которые по прошествии примерно полугода были отменены под влиянием другой заинтересованной группы. После этого был выпущен ряд новых ГОСТов по технологии информационного моделирования. Пару лет назад все строительные государственные контракты в России пытались перевести к реализации при помощи информационного моделирования, но попытку отменили в связи с неготовностью рынка.

В текущем году появилось постановление правительства № 331 от 5 марта 2021 г. «Об обязательном применении технологии информационного

моделирования при размещении государственных контрактов на строительство объектов, вне зависимости от суммы контракта за счет средств федерального и местных бюджетов с 1 января 2022 г. (кроме объектов капитального строительства, которые создаются в интересах обороны и безопасности государства)».

## BIM в деталях

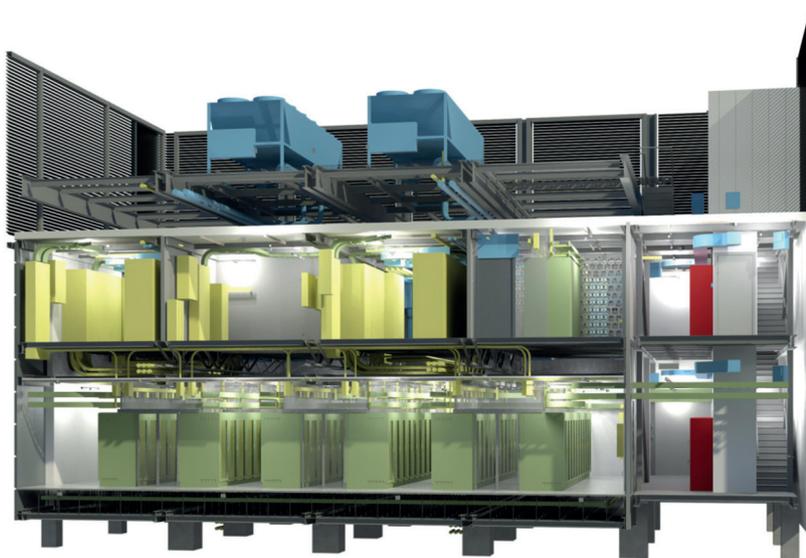
Теперь немного подробнее разберемся в том, что такое технология информационного моделирования и как она применяется на разных стадиях жизненного цикла объекта. Технология описывает правила, по которым создается информационная модель объекта, и методологию совместной работы над ней всех заинтересованных

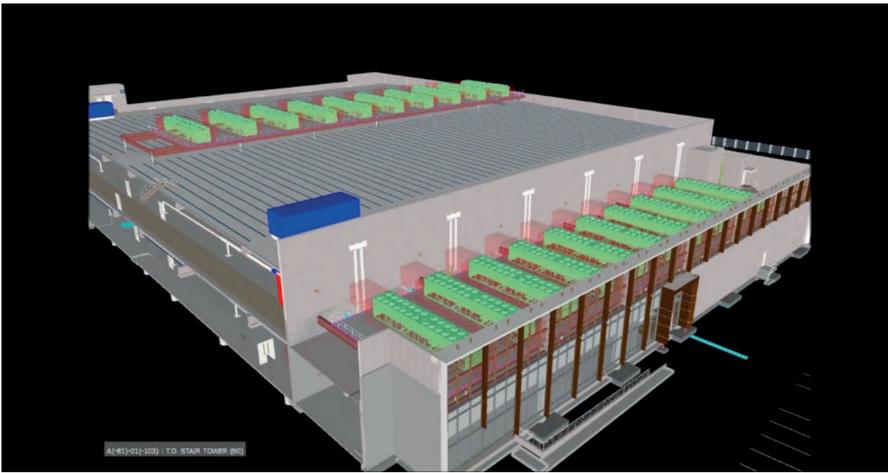
сторон. В многочисленных международных и национальных стандартах содержатся подробные рекомендации, что и как необходимо делать, чтобы получить работоспособную модель, с помощью которой объект будет реализован в срок, в рамках определенного бюджета и с предсказуемым качеством.

По сути, когда применяется BIM, создается база данных, в которой содержится подробная информация о каждом элементе объекта и его взаимосвязях с другими сущностями. В роли объектов в данном случае может выступать все что угодно, любые элементы конструкций или инфраструктуры. Телекоммуникационный шкаф, кабель, перекрытие, стена, датчик температуры и даже газон перед входом в здание — это все объекты.

При этом объекты бывают сложные (или вложенные — по типу матрешки), т. е. состоящие из других сущностей. Стоит отметить, что каждый объект — это набор определенных записей в базе данных модели, и эти записи содержат информацию о конкретном объекте. Например, для телекоммуникационного шкафа записи будут содержать детали о его длине, ширине, высоте, цвете, весе, производителе, номенклатурном коде (part number), координатах месторасположения в общей модели и т. п.

Вся эта информация, содержащаяся в базе данных информационной модели, может быть представлена в двух видах. В графическом, когда доступна трехмерная модель объекта, с которой можно взаимодействовать. Например, допустимо переместить виртуальный шкаф в другую точку зала при помощи





мышки, при этом в базе данных изменится информация о его координатах. Также есть возможность отображать информацию в виде таблицы. Если же пользователь изменит параметры шкафа в таблице, то соответствующие корректировки отобразятся и на виде трехмерной модели (скажем, изменится высота или глубина шкафа).

Типовые объекты группируются в библиотеки, которые можно использовать в любых проектах. Есть, например, типовые библиотеки объектов, разработанные производителями оборудования или другими организациями, работающими с применением технологии информационного моделирования. Для этого можно обратиться на сайт того производителя или на общедоступные веб-ресурсы, где содержатся библиотеки элементов в свободном доступе. Концепция OpenBIM активно развивается, и все больше и больше людей и организаций включаются в процесс свободного обмена моделями и данными для BIM.

Подчеркнем, что BIM — это в первую очередь технология совместной работы над проектом всех заинтересованных сторон, когда сама информационная модель расположена в публичном или корпоративном облаке и участники получают доступ к ней или ее части при необходимости.

Другим важным фактором является уровень проработки модели (LOD). Стандартами выделяются уровни проработки LOD 100, 200, 300, 350, 400, 500. Участники процесса иногда начинают фантазировать и добавлять уровни 600, 700 и т. д. в зависимости от усложнения модели, по мере ее развития.

По мере продвижения по этапам жизненного цикла объекта и соответствующего развития информационной модели повышается уровень проработки.

На этапе концепции или подготовки эскизного проекта используются уровни проработки LOD 100 и 200. Если вернуться к примеру телекоммуникационного шкафа, то с точки зрения модели это просто «кубик» с определенными размерами, который можно двигать по помещению, и из нескольких таких «кубиков» формируются

ряды шкафов, чтобы показать, как они раз-

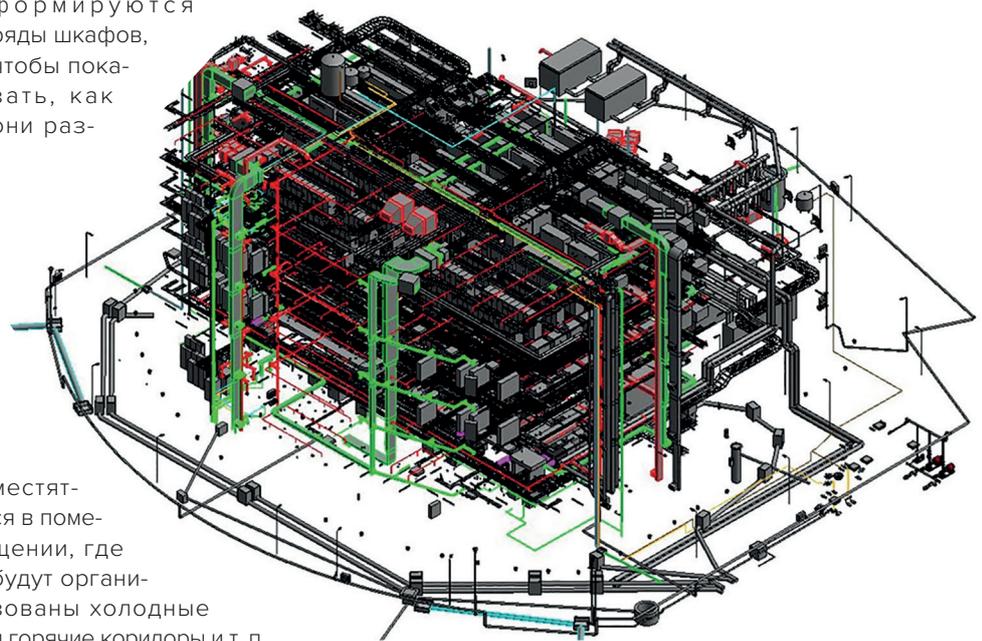
мещаются в помещении, где будут организованы холодные и горячие коридоры и т. п.

На этапе подготовки проектной документации и смет используются уровни проработки LOD 300 и 350, когда пользователь получает более детальную прорисовку шкафа, видит там, например, перфорированные двери, направляющие, отверстия в верхней панели, понимает, кто производитель этого шкафа, какой у него вес, как его найти по коду производителя и даже какова его цена.

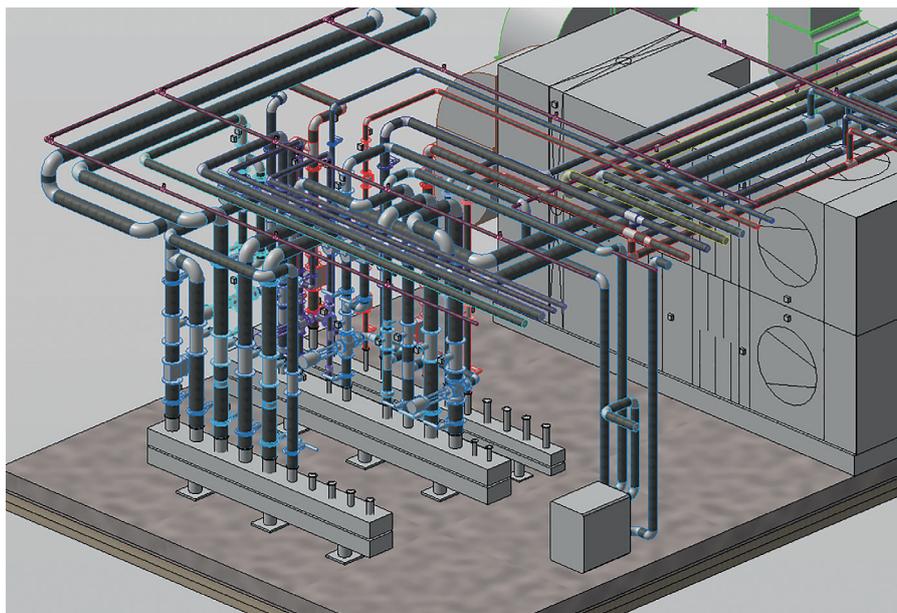
Разрабатывая рабочую документацию, проектировщики используют уровни проработки LOD 350 и 400. Здесь

в 3D-модели видно уже, как выглядят отдельные детали изделий, например, узел крепления лотка или шинопровода к стене или потолку. По данным модели можно автоматически сформировать подробную спецификацию, кабельный журнал и ведомость объемов работ.

На этапе начала строительства переходят к уровню детализации LOD 400, когда в модель вносятся данные о фактическом состоянии объекта, как он реально был построен (фактические размеры, координаты и т. д.). Из модели формируются организационно-технические документы, создаются ежедневные строительные задания для бригад и даже для отдельных рабочих, появляются цифровые инструменты для контроля качества и объема выполненных работ. В частности, используются приложения дополненной реальности: инженер, надев VR-очки, может в графическом виде сравнить заданный в модели строительный объем с фактиче-



ски выполненным, просто посмотрев в определенное место строения или конструкции. Скажем, виртуальная стена в 3D-модели должна совпасть с фактически построенной. На уровне эксплуатации объекта используется уровень LOD 500 и выше. При этом в модель вносятся все данные, необходимые для эксплуатации. Обычно используют информацию, которая содержится в стандартах по управлению объектами недвижимости (Facility Management).



## Информационное моделирование в деле эксплуатации ЦОДов

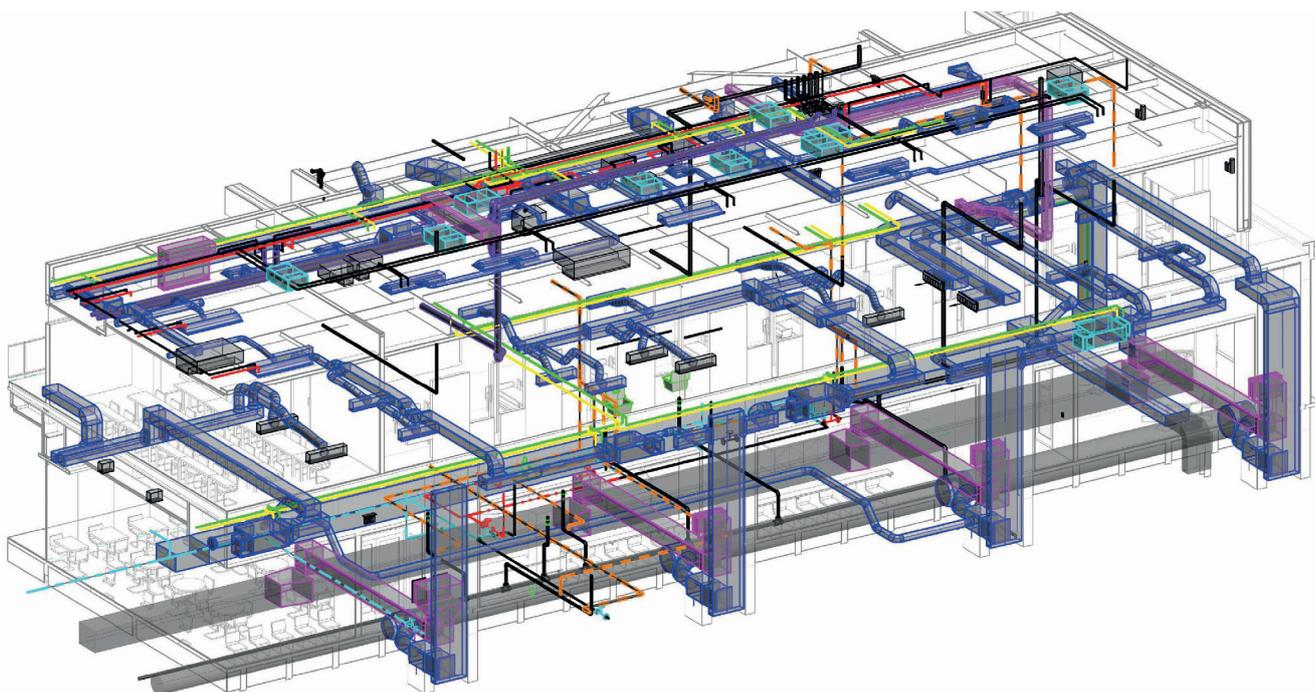
Если разобрать процесс проектирования центра обработки данных как объекта информационного моделирования, то по завершении этапа строительства формируется база данных, содержащая подробную информацию обо всем оборудовании и материалах, использованных при проектировании и строительстве дата-центра. Проектировщики точно знают, где и какое оборудование расположено, к какой системе оно относится, все его геометрические и физические характеристики, а также то,

какие кабели, трубопроводы и прочие коммуникации к нему подключены, и т. д. Детально описаны также трассы, по которым проходят кабели. Вся эта информация находится в систематизированном и доступном виде, благодаря чему можно легко перейти к 3D-модели и осмотреть все интересные объекты визуально. Основная дальнейшая задача эксплуатирующей организации сводится к поддержанию информационной модели в актуальном виде так, чтобы реальность соответствовала «цифровому двойнику». В этом, кстати, помогает и сама информационная модель.

На уровне LOD 500 в модель добавляется информация, актуальная для службы эксплуатации объекта. Добавляются срок службы конкретной единицы оборудования, информация о регламентах, сроках проверки и технического обслуживания конкретной единицы оборудования, в карточку оборудования — паспорт на это оборудование, инструкции по эксплуатации, ссылки на конкретный раздел проекта, где оно применено, и т. п.

Для работы с информационной моделью в процессе эксплуатации, конечно же, потребуется создать автоматизированную систему по извлечению и занесению актуальных данных в информационную базу данных. Как правило, это целый комплекс программ, адаптированных под нужды конкретного заказчика.

Помимо характеристик определенного оборудования, разрабатываются и добавляются в модель инструкции и регламенты по проведению технического обслуживания отдельных систем и графики различных комплексных испытаний, проверок. Создаются и поддерживаются базы данных со статистикой проверок: даты, ФИО лиц и названия организаций, проводивших проверку, их результаты и т. д. Также фиксируется информация обо всех отказах и проведенных ремонтах, например, с датами и количеством замен определенного датчика, кабеля или запорного крана. На основании этих данных можно выявить (достаточно часто это происходит в автоматическом режиме) слабое место



в системе — скрытую ошибку проектирования или строительства, неправильное использование оборудования и т. д.

Вся работа по эксплуатации становится прозрачной и регламентированной. Руководители инженерных служб могут контролировать задания, назначенные системой подчиненным или сотрудникам подрядных организаций, в соответствии с заданными регламентами и определять реальный старт и результат их выполнения. Система определяет сроки и объем необходимой работы, сама может вычислить длительность выполнения задачи, основываясь на трудозатратах из данных модели, и сигнализировать руководителю о сроках и результатах выполнения текущих задач по обслуживанию. Сотрудники по результатам выполненных задач должны занести актуальные данные в модель.

Для контроля над сотрудниками руководством могут быть сформированы наряды на обслуживание, которые закрываются по результатам выполнения соответствующих операций. Сам процесс регламентных работ контролируется автоматизированной системой. При этом сотруднику может выдаваться планшет, где отображается модель, подсвечивается его задание и подсказывается последовательность выполнения операций по обслуживанию в рамках конкретной задачи. Например, при обслуживании датчиков пожарной сигнализации сотрудник получает уведомление, что к определенной дате он должен выполнить технические работы на определенном участке. На планшете он видит задание, открыв которое, понимает, что ему может понадобиться для его выполнения (инструменты, расходные материалы) и где он может получить необходимые ресурсы.

После этого исполнитель подтверждает, что приступил к выполнению задания, получает инструменты и материалы и на 3D-модели видит участок и последовательность выполнения работ. Помимо этого, система показывает технологическую карту по проведению обслуживания, в которой после проведения элементарной операции сотрудник должен поставить пометку о ее выполнении.

Система сама проконтролирует последовательность проведения операций, фиксирует время, посчитает и занесет в соответствующий журнал дату следующего технического обслуживания. При необходимости BIM-система

запишет маршрут перемещения сотрудника (с привязкой к координатам), фото и видео проведения операции. Еще больше возможностей появляется при применении совместно с информационной моделью систем дополненной реальности, когда вместо планшета сотрудники используют специальные очки и перчатки. Система отслеживает необходимое количество запасных материалов и оборудования, наличие инструмента и расходных материалов и при необходимости сигнализирует о том, что ресурсы надо пополнить.

В случае аварии BIM-система вкупе с информационной моделью облегчает задачу быстрой локализации и устранения инцидента, а собранная статистика позволяет понять истинные причины произошедшего. Например, постоянно ложно срабатывающий датчик может оказаться исправным, а причина срабатывания на самом деле в том, что его нагревает расположенное рядом оборудование (чего не должно быть). В 3D-модели объекта можно сразу подсветить неисправный элемент, находящийся в аварийном состоянии (для этого можно провести интеграцию BIM с системой мониторинга инженерной инфраструктуры ЦОД Data Center Infrastructure Management System, DCIM), а также показать сотруднику данные ответственных лиц/организаций, которым нужно сообщить о произошедшей аварии и показать карточку с последовательностью действий по устранению поломки. Например, при протечке участка трубопровода надо не просто подсветить неисправный участок, но также указать краны, которые надо перекрыть, чтобы локализовать возникшую проблему.

## О перспективах технологии

Изучая тему информационного моделирования, довольно часто можно услышать, что эта технология крайне перспективная и при этом уже относительно не новая. Тогда почему нет массовых внедрений? Наиболее вероятных причин здесь несколько:

1. Недостаток специалистов, причем со стороны всех участников процесса: проектировщиков, заказчиков, строительных организаций. Проблема постепенно решается, наблюдается рост количества и качества курсов по проектированию в среде информационного моделирования, и очевидно, что

со временем количество перерастет в качество.

2. Стоимость первоначального запуска: вместо одной-двух относительно недорогих программ двухмерного проектирования придется закупить целый комплекс специализированного ПО непосредственно для моделирования, сведения моделей, проверки коллизий и организации общей среды. Также нужны программные решения для удовлетворения специфических потребностей вроде ПО для организации хранилища BIM-моделей.
3. Помимо самого программного обеспечения, как правило, необходимо обновить еще и парк рабочих станций для тех специалистов, которые будут работать с данными программами.
4. Трехмерное проектирование с большим уровнем детализации требует повышенных мощностей от вычислительной техники.
5. Неуверенность заказчика в успешной реализации проектов по технологии информационного моделирования. Если кто-то из команды не справится со своей задачей, то попасть в заветный «треугольник» — цена, качество, сроки — не получится.

Тем не менее технология развивается, появляются новые стандарты, новые подходы, нарабатываются технологии взаимодействия всех участников команды при создании информационных моделей. И есть надежда, что скоро появится большое количество проектов с использованием информационных моделей — сначала в виде проектов, потом на этапе строительства и эксплуатации ЦОД. Применение информационной модели даст организациям, которые решатся использовать этот подход, снижение стоимости эксплуатации, увеличение скорости реакции на инциденты и снижение общего количества сбоев и аварий. В итоге все это будет способствовать появлению серьезного конкурентного преимущества на рынке предоставления услуг ЦОД. ■

Если вы хотите оставить комментарии к статье, воспользуйтесь данным QR-кодом.

