

УДК 721.01:004.9ВІМ

КЛЮЧЕВЫЕ МОМЕНТЫ В РЕАЛИЗАЦИИ BUILDING INFORMATION MODELING

А. Горб, М. Буряченко, Д. Ерёменко
Навигационно-геодезический центр, Харьков

Ключевые слова: ВІМ, информационное моделирование, программное обеспечение, этапы ВІМ, внедрение.

Постановка проблемы

Стремление человека к совершенствованию, модернизации, улучшению условий существования является мощным двигателем прогресса всего человечества. Прогресс не стоит на месте и подтверждение этого – стремительное развитие современного мира во всех сферах жизнедеятельности человека. Происходят глобальные изменения в самой концепции строительства, изменяется подход к реализации проектов и их созданию.

Разрозненная информация об объекте хранится в основном на бумажных носителях и при этом очень велика вероятность ошибки по причине человеческого фактора. Большая погрешность сметных расчетов, срыв сроков проектирования и строительства из-за неучтенных правильно и вовремя начальных условий приводит к несвоевременной сдаче объектов и значительному перерасходу средств. Достаточно простым и эффективным решением этих задач стала идея объединения и хранения всей информации в виде единой базы данных. Такое представление информации получило название ВІМ – *Building Information Modeling* (информационная модель здания) – это структурированная, согласованная и взаимосвязанная информация по зданию, которую можно использовать как на стадии его проектирования и строительства, так и в периоды эксплуатации и реконструкции. Главным элементом ВІМ является трехмерная модель здания, а также структурированная база данных, включающая детальное описание всех функциональных составляющих объекта: инженерных систем и коммуникаций, строительных материалов и материалов отделки, мебели, света и т. д. Но, несмотря на многочисленные преимущества и плюсы в использовании этого подхода, во многих странах применение и внедрение ВІМ все еще на начальной стадии. Однако за информационным моделированием будущее и уже сейчас экономически развитые страны закрепляют на законодательном уровне применение ВІМ по отношению к государственным проектам.

Анализ последних исследований и публикаций

Важно отметить, что в США и Великобритании крупные и дорогостоящие инфраструктурные проекты реализуются только через информационное

моделирование. Органы законодательной власти этих стран определили значение систем ВІМ как соответствующих государственным стратегическим интересам. В этих странах разработаны национальные стандарты, методики и соответствующие нормы. Страны Восточной Азии (Китай, Япония, Южная Корея) также подключились к этой технологической гонке и уже достигли определенных успехов. Например, Китай узаконил обязательность применения информационного моделирования при выполнении государственных заказов в крупнейшем мегаполисе страны – Шанхае.

На постсоветском пространстве только начнутся сдвиги в сторону внедрения ВІМ. Создаются компании, внедряющие эту технологию не только в свои проекты, но и в структуру предприятия. К тому же на уровне правительства и профильных ведомств в России уже несколько лет ведется работа по внедрению технологий информационного моделирования в проектирование и по их распространению на весь жизненный цикл объектов капитального строительства. А Беларусь стала одной из первых стран (наряду с Великобританией), которая на государственном уровне приняла программу внедрения ВІМ [1, 2].

Постановка задачи

Совершенно очевидно, что информационное моделирование коренным образом изменяет в положительную сторону и подход к проектированию зданий и сооружений, и реализацию проектов в целом. И тот, кто освоит ВІМ раньше, несомненно, получит конкурентное преимущество. Но отсутствие общепринятого алгоритма перехода и работы с ВІМ, разнообразие программного обеспечения, иногда непонимание самой концепции технологии, осознание масштабности – ведь затрагивается полный цикл строительства и эксплуатации – от замысла до сноса – пугает и заставляет задуматься о рисках. Поэтому знакомство с определением и общими подходами к реализации ВІМ – основная задача этой статьи.

Изложение основного материала Что такое ВІМ?

ВІМ – это подход к проектированию, возведению, оснащению, обеспечению эксплуатации и ремонту здания, который предполагает сбор и комплексную обработку в процессе проектирования всей архи-

тектурно-конструкторской, технологической, экономической и иной информации о здании со всеми ее взаимосвязями и зависимостями, когда здание и все, что имеет к нему отношение, рассматривается как единый объект.

Как ранее упоминалось, BIM основывается на трехмерной модели здания. Однако эта модель – не просто набор пригодных для визуализации геометрических элементов с наложенными на них текстурами. Настоящая BIM-модель состоит из виртуальных аналогов реальных элементов зданий, обладающих различными логическими и физическими свойствами. Эти интеллектуальные элементы являются цифровыми прототипами стен, окон, дверей, лестниц и т. д. Они позволяют создать компьютерную модель, полностью проанализировать все процессы, которые будут происходить в здании еще до начала его строительства.

Не все модели, представляющие собой здания, можно рассматривать как модель BIM. Например, модели, содержащие только визуальные 3D-данные, но не атрибуты объектов, или модели, позволяющие изменять размеры на одном виде, но не отражающие эти изменения автоматически на других, – это не модели BIM.

Внедрение BIM. Стандарты

Технология BIM подразумевает именно коллективную работу над проектом. Это касается не только совместной работы специалистов разных дисциплин в рамках одного проекта, но и взаимодействия заказчика, проектировщика и строителя. Безусловно, для этого нужно постепенно менять договорные отношения, которые сложились в отрасли, переходить к интегрированному процессу (IPD).

Для того чтобы успешно выполнить проект, важно описать роль каждого участника, обозначить его функции, задачи и средства реализации поставленных целей, т. е. составить план выполнения BIM-проекта. Его еще называют BIM-стандартом организации.

BIM-стандарт – это комплекс документов, содержащий требования к процессу (BIM-технологии) и результату этого процесса (модели и информации). Основные элементы стандарта:

- общее описание технологии проектирования (BIM-сценарии, роли и обязанности участников);
- уровни проработки элементов модели (LOD – Level of Development);
- правила именования;
- регламент организации совместной работы и обмена информацией;
- регламенты создания модели для каждого раздела проекта;
- регламенты создания библиотек BIM-компонентов.

На начальном этапе для разработки собственных BIM-стандартов есть смысл использовать опыт

зарубежных коллег (однако не всегда текст стандартов можно получить бесплатно). Такими стандартами могут быть: открытый BIM-стандарт от компании Autodesk; открытый BIM-стандарт от Vysotskiy consulting. Британские стандарты: BS 1192:2007+A2:2016 (совместное производство архитектурной, инженерной и строительной информации.); PAS 1192-2:2013 (проект стандарта для управления информацией на этапе капитального строительства с использованием информационного моделирования); PAS 1192-3:2014 (проект стандарта для управления информацией на этапе эксплуатации объекта с использованием информационного моделирования, термины BIM, AIM (Asset Information Model, информационная модель объекта) и PIM (Project Information Model, информационная модель проекта).

При разработке необходимо не копировать полностью примеры стандартов, а прорабатывать и изменять их под себя. Необходимо ориентироваться на общий результат, а не на “зону комфорта” каждого отдела; исключать дублирование информации: четко определить, кто и что будет прорабатывать. Нужно избегать избыточной детализации: использовать LOD для определения уровня проработки до начала проектирования. Необходимо определить, кто и для чего будет использоваться модель и документацию, и структурировать информацию так, чтобы ею было удобно пользоваться [3].

Программное обеспечение

При написании стандарта необходимо опираться на функционал программного продукта, который будет использоваться. Следует отметить, что при создании BIM одним программным продуктом не обойтись, следовательно, в выбранном ПО обязательно должна быть возможность импортировать и экспортировать данные в форматы, поддерживаемые большинством из внедряемых программ.

Существует большое разнообразие программных продуктов, ориентированных на BIM. Ведущими производителями ПО в этом направлении являются компании Autodesk, Bentley, Graphisoft, Tekla. Все эти разработчики – члены некоммерческой ассоциации Building SMART, инициатор создания которой в 1994 г. компания Autodesk, а результатами деятельности стали универсальный обменный формат IFC и ряд документов.

Рассмотрим использование программных продуктов на примере решений от компании Autodesk.

Сегодня Autodesk предлагает целый комплекс программ, в совокупности достаточно полно реализующих основные подходы технологии BIM и успешно проявивших себя в мировой практике, в том числе и странах СНГ. Кроме того, большинство этих программ уже адаптировано под стандарты этих стран и создана библиотека элементов, к тому же есть и русифицированные версии [4].

Прежде всего, к этому комплексу BIM-приложений компании Autodesk следует отнести:

- *Autodesk Revit* – основной программный продукт (ПП), непосредственно создающий информационную модель здания и включающий огромное количество функций и возможностей. В этой программе можно реализовать работы по архитектуре, строительных конструкциях, инженерному оборудованию. В Revit осуществляется эскизное, архитектурное проектирование вариантов. Реализован функционал по армированию, проектированию внутренних инженерных коммуникаций, хорошо организована работа с семействами: создание своего собственного библиотечного варианта объекта и возможность правки импортированных семейств, есть возможность выгружать уникальные идентификаторы объектов для дальнейшей работы с ними. Автоматизирован процесс получения чертежей.

- *AutoCAD Civil 3D* – осуществляется моделирование рельефа местности и инженерного благоустройства территории (проектирование внешних инженерных коммуникаций).

- *Autodesk InRoads* – используется для быстрого создания 3D-модели существующей инфраструктуры территории строительства, оценки вариантов архитектурных решений в среде существующей застройки, анализа и оптимизации транспортных потоков с учетом размещения проектируемых объектов, защиты результатов эскизного проекта, подготовки визуальных материалов, проектирования генплана.

- *Autodesk Vault* – программа для управления данными, помогает проектировщикам и инженерам организовывать проектные данные, управлять документацией и отслеживать изменения и другие процессы разработки (единые библиотеки и справочники, права доступа, управление версиями проекта, поиск, обеспечение соблюдения стандартов, отчеты, генерация чертежей).

- *Robot Structural Analysis* – расчеты строительных конструкций по информационной модели здания, а также самостоятельное проектирование этих конструкций.

- *Autodesk CFD* – представляет возможность быстрого, точного и гибкого моделирования потоков жидкостей и процессов теплопередачи (анализ системы вентиляции, анализ физики процессов внутри замкнутого пространства: распространение дыма; анализ движения воздушных масс в тоннелях, частотный анализ отклика, анализ критических частот и вибрации, задачи теплопередачи, геотехнический анализ, оценка воздействия на окружающую среду).

- *Autodesk Navisworks* – координация, сборка в единое целое и проверка на согласованность всех частей проекта, созданных в разных программах (анализ собранной модели на коллизии, замечания

и корректировка проектной BIM-модели, оптимизация плана строительно-монтажных работ, проведение экспертизы с использованием проектной BIM-модели).

- *BIM 360°FIELD* – облачные сервисы от Autodesk, помогающие управлять строительством и при сдаче в эксплуатацию. Позволяют получать доступ к самой модели непосредственно в поле, осуществлять обмен информацией об изменениях в проектной модели, получать доступ к документам на стройплощадке. Система доступна любому пользователю Интернета.

Главной особенностью указанного выше набора BIM-программ является его самодостаточность. При работе над проектом информация может быстро передаваться из одной программы в другую, а благодаря облачным сервисам осуществляется коммуникация между специалистами различных направлений, что позволяет оперативно принимать решения по изменению или корректировке модели. К тому же ПП от Autodesk охватывают все циклы создания BIM и позволяют осуществлять беспрепятственный обмен данными между ними [5, 6].

Взаимодействие программного обеспечения и измерительного оборудования

Важным шагом, который способствует улучшению взаимодействия работ в поле и в офисе, можно назвать интеграцию решений производителей оборудования и программного обеспечения. Примером такой деятельности является заключение партнерского соглашения между компаниями Leica Geosystems (лидер в области измерительных технологий) и Autodesk. Разработка модулей и приложений с дополнительными функциями к основным программам, возможности экспорта и импорта данных как из оборудования в программные продукты, так и наоборот, возможность работы с моделью непосредственно в поле и мгновенное внесение в нее изменений, и многое другое становится возможным благодаря этому сотрудничеству.

Примером такого взаимодействия могут служить надстройки CloudWorx и Autodesk Point Layout. С помощью Autodesk Point Layout можно изменять систему координат проекта, получать файлы с координатами плит перекрытий из модели, проемов, высотные отметки и т. п. с последующим импортом непосредственно в сам прибор; осуществлять анализ отклонений и неровностей построенных элементов на основе данных лазерного сканирования (ЛС) (рис. 1).

Использование данных ЛС совместно с проектными материалами позволяет сопоставить цифровую модель с ее реализацией на местности либо создать информационную модель уже существующих сооружений. На основе облака точек можно получить наиболее полное представление об объекте.

Надстройка CloudWorx отлично подходит для работы с ЛС в ПП Revit. Как известно, объем данных, получаемый при сканировании, очень велик (от десятков миллионов до нескольких миллиардов точек), поэтому в моделях Revit облако точек используется не как внедренный, а как ссылочный файл. Облако точек в программном продукте ведет себя как объект модели, отображается в различных видах моделирования (например, в 3D, на планах и в сечениях), разрезается планами, сечениями и границами 3D-вида, что позволяет без труда изолировать сечения облака. Его можно выбирать, перемещать, поворачивать, копировать, удалять, симметрично отображать и т. п. (рис. 2) [7, 8]. Инструментарий CloudWorx for Revit позволяет моделировать полуавтоматически трубопровод, металлические конструкции, осуществлять анализ на соответствие проектной модели.

Существует возможность импорта облака точек и с помощью ПП Autodesk ReCap, однако при использовании этого варианта облако является цельным объектом и при моделировании мелких частей необходимо “обрезать” вид модели до интересующей детали (рис. 3, а), т. к. большое количество данных ЛС загромождает вид. Используя же CloudWorx, изменять вид отображения модели не требуется. Доступны инструменты, позволяющие выделить из самого облака ту деталь, которая нуждается в проверке (при сопоставлении модели и стройки), либо создании (при построении модели существующего объекта) (рис. 3, б).

С развитием лазерных технологий приоритетным в анализе геометрии возводимых конструкций становится именно лазерное сканирование. Благодаря работе одного прибора становится доступной информация по каждому объекту на всей строительной площадке, уже в установленной системе координат. Благодаря скорости, точности, полноте и информативности получаемых данных ЛС вытесняет фотограмметрию и ручные замеры.

Ведущим лидером среди производителей лазерных сканеров является компания Leica Geosystems (Швейцария). Современные лазерные сканеры ScanStation P30/P40 универсальны и применяются в различных отраслях. Выделив основные характеристики, такие как: скорость сканирования (1 млн измерений в секунду), дальность (до 120/270 м), точность измерений (8'' – по углу; 2 мм – по расстоянию) и надежность (уровень пылевлагозащиты IP54, температурный режим работы: от –20 °С до +50 °С) – можно с уверенностью сказать, что эти сканеры выполняют любую задачу с высокой точностью и при любых погодных условиях.

Еще одним устройством, не имеющим аналогов по своим характеристикам, является мультистанция Leica Nova MS60. Уникальность этого прибора заключается в объединении таких технологий сбора данных, как: лазерное сканирование, GNSS-съемка,

фотограмметрия и классическая тахеометрическая съемка. Использование этого прибора в задачах сканирования позволяет выполнять задачи мониторинга, анализа неровностей при заливке плит и других объектов, определения объемов, оценки деформации и многие другие (рис. 4).

С помощью сканирования этот анализ осуществляют за считанные минуты с получением полного отчета о всех отклонениях. Это позволяет прямо в поле скорректировать и направить работу строителей на устранение неточностей.

При работе на небольших расстояниях (до 60 м) идеальным будет использование новейшего сканера BLK360 компании Leica Geosystems (Швейцария). Результатом работы за 3 минуты становится панорамное облако точек (съемка 360°) с HDR изображениями, кроме того, его вес составляет всего 1 кг. Прибор является результатом совместной работы компаний Leica Geosystems и Autodesk. С использованием программного продукта от Autodesk – ReCap 360 Pro, установленного на планшете, в реальном времени происходит сшивка и фильтрация данных со сканера. После “мгновенной” обработки данных они становятся доступными для многих CAD и BIM приложений [9].

Применение технологий BIM при эксплуатации объекта

Информационная модель на этапе эксплуатации здания также широко применяется, поскольку содержит всю необходимую информацию об объекте. Основные преимущества использования BIM при эксплуатации:

- получение всего пакета документации при реконструкции или изменении объекта за короткие сроки;
- проектирование переоснащения здания новым инженерным оборудованием;
- отслеживание текущего состояния здания (особенно важно для памятников архитектуры), чтобы своевременно принимать меры по реставрации;
- дает возможность грамотно эксплуатировать существующие объекты, причем и технологически, и экономически;
- осуществление контроля расхода ресурсов (вода/электроэнергия/тепло–холод).

При наличии информационной модели здания владелец или управляющая компания всегда будут знать график обслуживания и замены каждого конкретного устройства, сколько штукатурки или водопроводных труб потребуется для капитального ремонта дома, сколько будет стоить облицовка здания новым материалом, сколько это займет по времени, а также многое другое.

Очевидно, что для осуществления такого контроля необходимо специальное программное обеспечение. Поэтому при обслуживании объекта появляется потребность и в новых программах, и в постоянной актуализации модели пополнением её дополнительной информацией. Таким образом, на стадии эксплуатации

здання процесс информационного моделирования продолжается [10].

Примеры программ, позволяющих осуществлять контроль по эксплуатации здания:

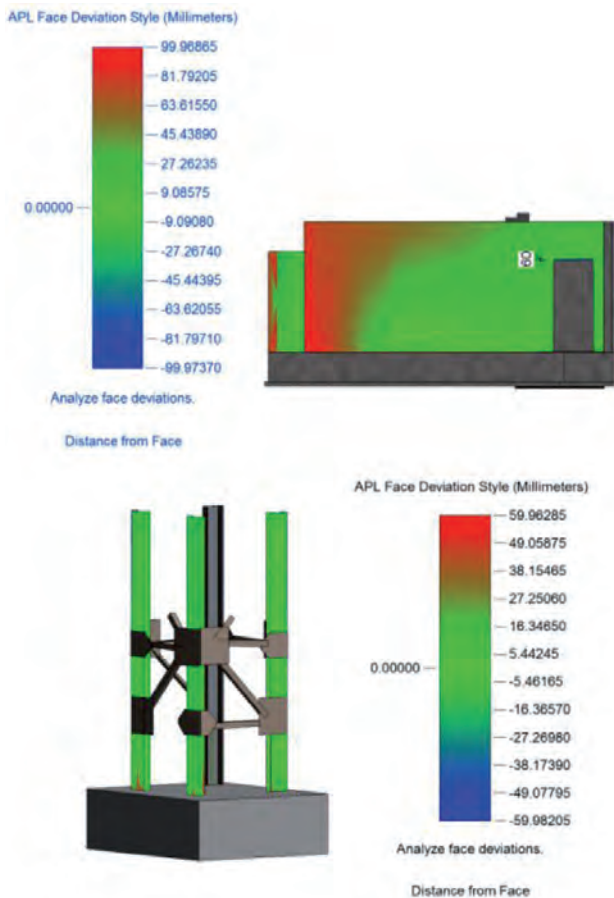
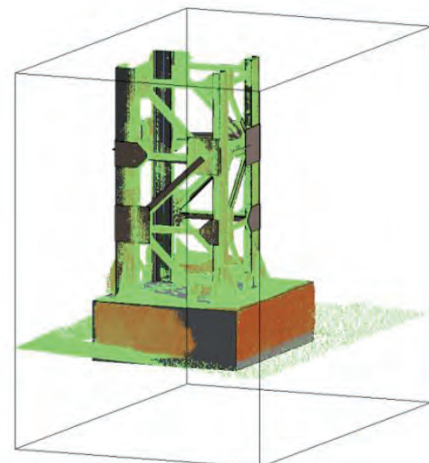
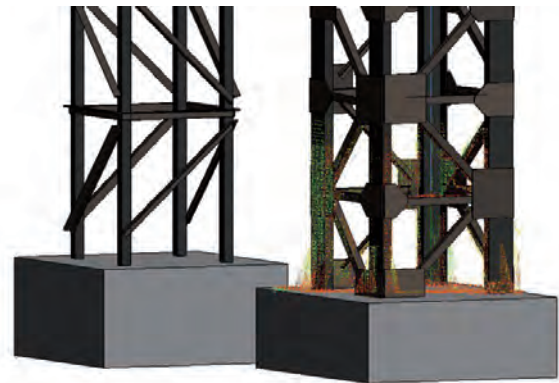


Рис. 1. Результат анализа проектной модели с данными ЛС



а



б

Рис. 3. Облако точек, подгруженное с помощью AutodeskReCap (а); облако точек, подгруженное с помощью Leica CloudWorx for Revit (б)



Рис. 2. Построение модели по облаку точек

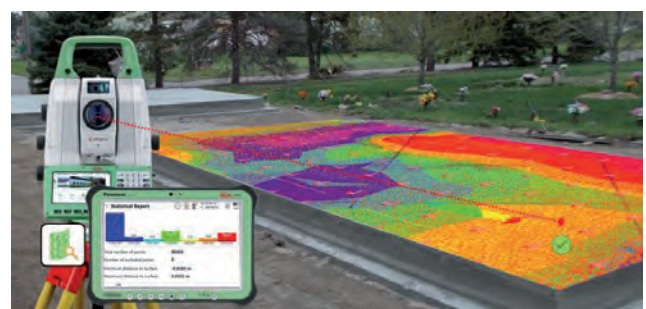


Рис. 4. Возможности сканирования с помощью Leica Nova MS60

- **SODIS Building:** управление работами, складами, имуществом и оборудованием, договорами, закупками, заявками; непрерывный сбор информации от различных датчиков (универсальная система сбора позволяет подключить любое оборудование); управление эксплуатационной документацией и ее хранение.
- **EcoDomus:** управление и контроль документации; доступ к модели в поле с мобильных устройств; использование GIS-приложений; слежение за по-

казаниями датчиков, анализ систем вентиляции и кондиционирования.

Выводы

Информационное моделирование зданий успешно используется в мировой практике. Основоположником и главным образцом в использовании BIM стала Великобритания, где на уровне правительства принято решение с 2016 г. поручать госзаказы только проектно-строительным компаниям, овладевшим BIM. Сейчас основная задача заключается во внедрении и принятии этой технологии в Украине.

В статье рассмотрены решения по ряду вопросов, возникающих у компаний, планирующих использовать BIM. Проанализированы программные продукты, применяемые для различных задач на всех этапах BIM. Рассмотрены решения для улучшения взаимодействия работ в поле и в офисе на примере дополнительных надстроек CloudWorx и Autodesk Point Layout. Описаны возможности применения технологии BIM на этапе эксплуатации.

Литература

1. Покальнис В. А. Применение BIM-технологий при проектировании в зарубежных странах / В. А. Покальнис, Г. В. Земляков // Сб. статей по матер. Междунар. научно-техн. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения И. Н. Ахвердова и С. С. Атаева (Минск, 9–10 июня 2016 г.): в 2 ч. / Белорусский нац. техн. ун-т; редкол.: Э. И. Батыновский, В. В. Бабицкий. – Минск, 2016. – Ч. 2. – С. 115–120.
2. BIM – не панацея, а технология будущего [Электронный ресурс] / Г. Молодецкий // Архитектура и строительство. – 01.12.2015. – № 5. – Режим доступа: URL: <http://arcp.by/ru/article/bim-ne-panaseya-no-tehnologiya-budushchego>
3. Баранник С. В. Обзор британских стандартов семейства PAS 1192 // ООО “ИндорСофт”. – 2016. – № 1 (6). – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/obzor-britanskikh-standartov-semeystva-pas-1192>
4. Талапов В. В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий / В. В. Талапов. – М.: ДМК, 2011. – 316 с.
5. Будущее здесь и сейчас [Электронный ресурс] / В. Морозова // Архитектура и строительство. – 29.12.2015. – № 6. – Режим доступа: URL: <http://arcp.by/ru/article/budushchee-zdes-i-seychas>
6. BIM для всех [Электронный ресурс] / Д. Куликовский // Архитектура и строительство. – 01.12.2015. – № 5. – Режим доступа: URL: <http://arcp.by/ru/article/bim-dlya-vseh>
7. Программное обеспечение, используемое для обработки данных сканирования [Электронный ресурс] / НПП “Фотограмметрия”. – СПб., 31.08.12. – Режим доступа: <http://photogrammetria.ru/94-programmnoe-obespechenie-ispolzuemoe-dlya-ob-rabotki-dannyh-skanirovaniya.html>
8. Leica CloudWorx for Revit [Электронный ресурс] Официальный сайт Leica Geosystems. – Режим доступа: http://hds.leica-geosystems.com/en/Leica-CloudWorx-for-Revit_97854.htm
9. Juras B. The use of optical scanner in measurements of complex shape objects / B. Juras, D. Szewczyk, J. Sladek // Research Journal. Advances in Science and Technology. – 2013 Sept. – Vol. 7. – № 19. – P. 48–54. Mode of access: [http://www.astrj.com/pdf-184-171?filename=THE USE OF OPTICAL.pdf](http://www.astrj.com/pdf-184-171?filename=THE%20USE%20OF%20OPTICAL.pdf)
10. Талапов В. В. Технология BIM и эксплуатация зданий [Электронный ресурс] / В. В. Талапов // iccad. – 12.12.2014. – Режим доступа: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=17409/

Ключові моменти в реалізації Building Information Modeling

А. Горб, М. Буряченко, Д. Єрьоменко

Розглянуто ключові моменти реалізації інформаційного моделювання. Подано цінну інформацію про основні положення інформаційного моделювання, програмні продукти, необхідні для здійснення повного циклу BIM, стандарти й обладнання для етапу будівництва. Стане хорошим ресурсом для дослідження BIM і корисним інструментом для досягнення розуміння цієї технології

Ключевые моменты в реализации Building Information Modeling

А. Горб, М. Буряченко, Д. Еременко

Рассмотрено ключевые моменты в реализации информационного моделирования. Приведена ценная информация об основных положениях информационного моделирования, программных продуктах, необходимых для осуществления полного цикла BIM, стандартах и оборудовании для этапа строительства. Статья будет хорошим ресурсом для исследования BIM и полезным инструментом для достижения понимания этой технологии.

Key points in implementing the Building Information Modeling

A. Gorb, M. Buryachenko, D. Eremenko

As the title implies the article describes the key moments in the implementation of BIM. The text gives a valuable information on the main provisions of information modeling, software products necessary for the implementation of BIM full cycle, standards and equipment for the construction phase. The article is a good resource for research BIM and will serve as a useful tool in achieving understanding of the technology.