

УДК 658.012 “71”

DOI: 10.18384/2310-6646-2015-4-60-71

Вальтер Филипп, Желтенков А.В.*Московский государственный областной университет*

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ РАЗРАБОТКИ ОБЪЕКТОВ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ (BUILDING INFORMATION MODELLING – BIM)

Аннотация. Медицинские учреждения относятся к числу наиболее сложных зданий с точки зрения проектирования. **Building Information Modeling (BIM) создаёт новые возможности** для девелопмента объектов медицинского назначения. Авторами были исследованы различные проекты медицинских объектов по всему миру с целью анализа типов таких проектов и способов применения BIM. Большинство изученных проектов – это крупные новые многофункциональные больницы. Анализ использования **BIM в проектах** медицинских учреждений показывает, что сейчас в большинстве проектов задействована лишь часть колоссального потенциала BIM. **К настоящему моменту технологии BIM** использовались в основном на этапе проектирования крупномасштабных проектов. Но BIM обладает всеми возможностями для проектов, меньших по размеру, и для всех этапов. Кроме того, помимо технологических преимуществ, BIM также предлагает управление процессами и эффективное взаимодействие участников проекта.

Ключевые слова: управление проектами, медицинские учреждения, Building Information Modeling, девелопмент, технологии проектирования, управление процессами, медицинские технологии.

Walter Philip, A. Zheltenkov*Moscow State Regional University*

MANAGEMENT OF HEALTH FACILITIES DEVELOPMENT PROJECTS BASED ON METHODS OF BIM (BUILDING INFORMATION MODELING – BIM)

Abstract. Medical institutions are among the most complex of buildings in terms of design. **Building Information Modeling (BIM) is creating new opportunities** for the development of health facilities. The authors investigated the various projects of medical facilities around the world to analyze the types of projects and methods of using BIM. Most of the examined projects are major new multi-functional hospitals. The analysis of the use of BIM in projects of medical institutions shows that now most of the projects involved only a part of the enormous potential of BIM. To date, **BIM technologies** were used mainly at the design phase of large-scale projects. But BIM has all opportunities for smaller projects and for all stages. In addition to the technological advantages, BIM also offers process management and effective interaction of project participants.

Key words: project management, medical institutions, Building Information Modeling, development, design technology, process management, medical technologies.

Больницы и другие медицинские учреждения относятся к числу наиболее сложных зданий с точки зрения проектирования. Учреждения здравоохранения – это сложные механизмы, объединяющие многочисленные здания, технологии, системы безопасности и коды, главная цель которых – отвечать потребностям пациентов и сотрудников. Медицинские технологии стремительно развиваются, поэтому количество и сложность требований к учреждениям здравоохранения продолжает расти. В этой связи всё более необходимым становится новый подход к технологиям и процессам – использование BIM в проектировании, строительстве и управлении медицинскими проектами.

В рамках BIM работающие совместно архитекторы, инженеры и подрядчики создают виртуальную модель здания в режиме реального времени. Модель BIM на 100 % эквивалентна будущему зданию, она виртуально строится, собирается и тестируется с учётом всего оборудования и материалов. BIM упрощает и ускоряет стадии проектирования, расчётов и строительства и даёт дополнительные преимущества на стадии управления и эксплуатации объекта.

BIM создаёт абсолютно новые возможности для проектов девелопмента больниц и других медицинских объектов. BIM является сочетанием технологии и процесса, что позволяет делать коммуникацию на стадии проектирования, план развития и процесс запуска наиболее эффективными. Кроме того, эффективнее становится и процесс строительства, затраты времени и денег значительно уменьшаются, что даёт наилучшие результаты по проекту

и приносит высокую выгоду бизнесу. BIM помогает архитектурным и строительным командам проектов создавать более точный и согласованный дизайн в более короткие сроки, обнаруживать и тестировать все возможные конфликты, улучшать взаимодействие и управление данными. BIM также способствует более быстрому принятию решений со стороны владельцев проекта и помогает лучше контролировать график работ. Результатом всего этого становится существенная экономия инвестиций и времени. Являясь платформой для совместной работы, BIM оказывает большое влияние на то, каким образом происходит управление и передача заказчику проектов медицинских учреждений. BIM позволяет всем ключевым участникам проекта вносить свой вклад на самых ранних стадиях, что помогает принимать обоснованные решения по планированию, проектированию, строительству и менеджменту проектов. BIM улучшает эффективность за счёт лучшей коммуникации и проверенной информации. Наконец, BIM может помочь повысить производительность зданий клиник и больниц на протяжении их жизненного цикла посредством повышения эффективности ухода за пациентами и сокращения операционных расходов.

Таким образом, BIM является наиболее многообещающей разработкой для архитекторов, инженеров и строителей в сфере здравоохранения. Но BIM – это не только изменение в технологии, но и изменение многочисленных процессов. С одной стороны, это открывает огромные возможности, но в то же время может стать барьером для проектной команды. Во всём мире информационное моделирование BIM

уже было успешно применено во многих медицинских проектах, что ставит вопрос о том, какие это проекты и как в них было использовано информационное моделирование. Исходя из этого, мы собрали и проанализировали 45 проектов по всему миру, где были использованы технологии и процессы BIM. Перед тем как перейти к анализу проектов, мы приводим ниже справку о правовых аспектах использования BIM в разных странах.

BIM всё чаще используется в строительных проектах в Европе, Северной Америке, Юго-Восточной Азии и Тихоокеанском регионе (см. рис. 1). За последние годы Комиссии по BIM были сформированы в различных странах, включая Канаду, Венгрию, Литву, Чехию, Иран, Новую Зеландию и т.д. Главная цель этих органов – создание стандартов использования информационных моделей в архитектуре, проектировании и строительстве и увеличение количества проектов, применяющих BIM. Использование BIM также продвигается государственными органами в сфере строительства во Франции, Норвегии, Швейцарии и Нидерландах.

В Гонконге в 2009 г. был основан Институт информационного моделирования зданий (**Institute of Building Information Modeling**, НКИВМ), и правительством была установлена цель в полной мере внедрить BIM в 2014–2015 гг. [21, с. 100]. В Сингапуре BIM станет обязательным для планов архитектурного и структурного представления всех проектов общей площадью более 5000 кв. м к 2015 г. [22].

Национальный институт строительных наук США (**US National Institute for Building Sciences**, NIBS) создал

в 2005 г. Национальный комитет по стандартам BIM (**National BIM Standards Project Committee**, NBIMS) с основной задачей «повысить производительность объектов в течение их жизненного цикла, стимулируя создание общих, стандартных и комплексных информационных моделей жизненного цикла объектов в сферах архитектуры, проектирования, строительства и управления недвижимостью. Такая информационная модель является базой для свободного потока всей графической и неграфической информации для всех сторон в процессе создания и поддержания строительной среды и будет содействовать координации усилий США в рамках её такой деятельности на международном уровне» [8, с. 208].

Дальше всех в вопросе имплементации BIM в строительных проектах шагнуло правительство Великобритании. В 2011 г. была принята Правительственная строительная стратегия (**Government Construction Strategy**), содержащая требование «внедрить полностью совместимое 3D BIM моделирование (так, чтобы вся информация по проекту и объектам, вся документация и данные были в электронном виде) не позднее 2016 года» [14, с. 149]. Это означает, что через год все стороны, работающие над правительственными проектами в Великобритании, будут обязаны по договору использовать BIM. В этом документе BIM описывается как *ключевой вклад в инициативу правительства сделать государственное имущество более эффективным с точки зрения экономики и энергозатрат как в отношении капитальных затрат, так и операционных расходов*, поэтому строительная

отрасль должна надлежащим образом реагировать на новые вызовы. Важно отметить, что правительство Великобритании требует внедрить не просто базовую форму BIM, а более сложную модификацию, называемую «BIM 2 уровня», «коллективное BIM» или «социальное BIM». На таком уровне BIM-модель разрабатывается разными компаниями: архитекторы, инженеры и другие консультанты – все участвуют в создании модели. Затем эти модели используются для обмена, чтобы участники проекта могли проверить любые детали на наличие конфликтов. Также происходит и обмен информацией, которая извлекается из самих моделей.

Для оценки внедрения BIM по всей стране Национальная спецификация зданий (**National Building Specification, NBS**), дочернее учреждение Королевского института британских архитекторов (**Royal Institute of British Architects, RIBA**), публикует ежегодные исследования. Так, проведённый в апреле 2015 года опрос 1 000 британских специалистов в сфере строительства показал, что степень имплементации BIM выросла с 13 % в 2010 г. до 48 % в 2014 г. [25, с. 56].

45 различных проектов в сфере здравоохранения по всему миру были изучены для того, чтобы провести анализ типов этих проектов и способов применения BIM. Главной целью было определить:

- основные причины использовать BIM;
- в каких проектах применяется BIM;
- основные способы использования BIM.

По нашим данным, первое медицинское учреждение, спроектирован-

ное с помощью BIM, открылось в 2007 году в США. Это было 3-этажное здание поликлиники **Camino Group Medical Office Building** в городе Сан-Хосе, штат Калифорния. Здание включало в себя 130 кабинетов врачей и 260 помещений для обследований, лабораторию, центр радиологической диагностики, центр неотложной и экстренной помощи и сад для медитаций, общей площадью 24000 кв. м [28, с. 131]. Первый этап реконструкции Акерсхусской университетской клиники (**Akershus University Hospital**) в Норвегии был завершён в 2008 г. [24, с. 265], затем в 2009 г. последовали ещё два проекта в США [7; 1, с. 266]. Технологии BIM становились всё более востребованными, и всё большее количество проектов в здравоохранении стали использовать BIM: 18 таких проектов были реализованы в 2010–2013 гг., 12 проектов – в течение 2014–2015 гг. и ещё 11 начатых на настоящий момент проектов будут завершены после 2016 г.

29 из 45 изученных проектов реализуются на территории США. Четыре проекта находятся на стадии строительства в скандинавских странах: два в Швеции (новый Каролинский университетский госпиталь (**New Karolinska University Hospital**) в г. Солна [2, с. 125] и Салгрэнская университетская больница (**Sahlgrenska University Hospital**) в г. Гетеборг [31], один в Норвегии (завершение финального этапа реконструкции Акерсхусской университетской клиники рядом с г. Осло) и больница **New Kolding Hospital** в Дании. Крупный германо-американский проект был запущен в Германии в районе американской воздушной базы Рамштайн (медицинский центр **Rhine Ordnance Barracks Medical Cen-**

ter Replacement). Строительство трёх инновационных больниц должно завершиться в азиатском регионе в 2016–2018 гг.: в г. Абу-Даби, ОАЭ (Al-Ain Hospital) [12, с. 111; 15, с. 222], в г. Пекин, Китай (Beijing Tiantan Hospital) и больница **Tin Shui Wai Hospital в Гонконге, Китай**. Проект нового Королевского госпиталя города Аделаида (New Royal Adelaide Hospital) реализуется с помощью ВІМ в Австралии [16; с. 20]. И единственным на настоящий момент медицинским ВІМ-проектом в России является *Кантри Парк Клиника* – проект площадью 4000 кв. м, включающий поликлинику, диагностический центр и стационар для ортопедической хирургии и реабилитации [19].



Рис. 1. Распределение медицинских проектов ВІМ по странам

Практически во всех случаях ВІМ позволяет завершать проекты раньше назначенных сроков и сэкономить средства инвесторов, что делает ВІМ выгодным для всех сторон проекта. В некоторых из изученных нами проектов собственники и инвесторы требовали от архитекторов и подрядчиков использовать ВІМ, чтобы достичь всех

проектных целей. Так, например, поступила американская компания **Sutter Health, владелец проекта медицинского центра the Sutter Medical Center**. Главной целью проекта было создать дизайн наивысшего качества как минимум на 30 % быстрее, чтобы уложиться в крайне ограниченные сроки по проектированию, согласованию и строительству, установленные законодательством в сфере стандартов сейсмической безопасности для медицинских учреждений в штате Калифорния, и при этом ни при каких обстоятельствах не превысить бюджет в \$320 млн. Над этим проектом работала IPD-команда (**Integrated Project Delivery** – интегрированная реализация строительных проектов) из 11 компаний, что делало ВІМ необходимым для использования в качестве платформы для эффективного взаимодействия [35, с. 205]. В результате, благодаря ВІМ, проект не вышел за рамки бюджета и был завершён на 6 недель ранее установленного графика срока.

Ещё один пример – группа проектов, реализованных Министерством по делам ветеранов США (**US Department of Veterans Affairs (VA)**). В 2009 году министерский отдел по строительству и управлению объектами опубликовал *Руководящие принципы ВІМ*, которые должны применяться к проектированию и строительству архитекторами, инженерами, другими консультантами и подрядчиками, нанятыми на строительные и реконструкционные проекты Министерства, оцененные в \$10 млн. и выше. Инженерные войска США (**US Army Corps of Engineers**) также уделяют особое внимание качеству и полноте моделей зданий и сопутствующей инфор-

мации. В выпущенном в 2006 г. *Плане развития BIM* ведомство обозначило своё намерение внедрить BIM во все свои строительные проекты, что ещё раз подтвердило в аналогичном документе в 2012 г. [11, с. 135].

Большинство изученных проектов являются широкомасштабными, то есть это крупные медицинские учреждения, включающие как учреждения для стационарного лечения пациентов, так и поликлиники для амбулаторного приёма. Общая площадь проектов варьируется от 25 000 до 350 000 кв. м (см. рис. 2). Два самых крупных проекта находятся сейчас на стадии строительства, их площадь 330 000 и 358 000 кв. м. Это новый Каролинский университетский госпиталь (New Karolinska University Hospital) в г. Солна, Швеция, и больница Al-Ain в г. Абу-Даби, ОАЭ, соответственно.

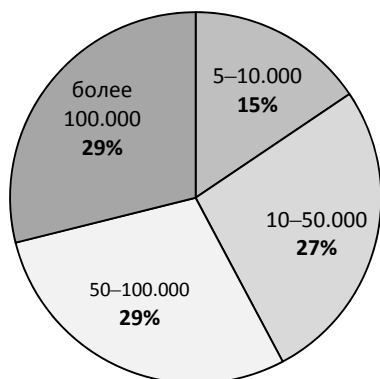


Рис. 2. Площади медицинских проектов BIM

Ещё один масштабный BIM-проект на стадии реализации – реконструкция Королевской больницы The Royal Hospital и больницы St. Bartholomew's в Лондоне, Великобритания. В рамках этого проекта будет построено 165 000 кв. м новых зданий и обновлено и от-

ремонтировано 65 000 кв. м [18; 6, с. 166]. Крупный проект был завершён в Лас-Вегасе, США, в 2012 г. – строительство больницы и центра проживания Las Vegas Hospital & Community Living Centre, обслуживающий 60 000 ветеранов, живущих в южной части штата Невада и прилегающих районах. С использованием технологий BIM были спроектированы медицинский центр, центр проживания, реабилитационная клиника и хоспис общей площадью 150 000 кв. м.

Размер проекта определяет и его вместимость. Абсолютное большинство проектов (38 из 45) включают стационары с количеством коек от 27 в Кантри Парк Клинике в Москве до 800 в новом Каролинском университетском госпитале в Швеции. Количество операционных в крупных учреждениях достигает 40, включая несколько гибридных залов (например, в новом Королевском госпитале в г. Аделаида, Австралия).

Высота здания всегда различна – от 3 до 24 этажей, но можно выделить среднюю проектную высоту – 6–8 этажей без учёта подземных конструкций.

В большинстве случаев BIM использовался для проектов «нового строительства», где все здания и объекты планировались и проектировались с нуля. Но, являясь проектами «нового строительства», треть всех проектов являлись в то же время проектами «замены». Эти проекты предполагали строительство новых современных объектов рядом с существующими устаревшими зданиями, не прерывающими функционирование во время строительства, с последующим сносом последних (рис. 3).

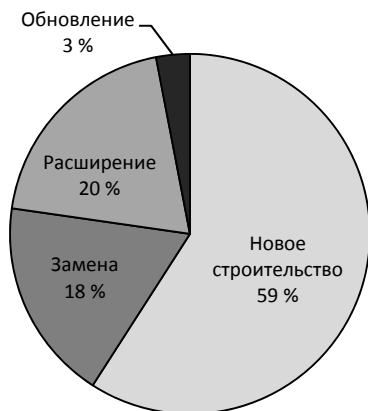


Рис. 3. Типы медицинских проектов BIM

Например, новая больница **Sherman Replacement Hospital** в Чикаго, США, общей площадью 60 000 кв. м [3, с. 175] была построена в нескольких километрах от старого здания, так как возможности по расширению участка, на котором располагалась старая больница, были ограничены.

Как показывает настоящий анализ, информационное моделирование BIM может быть использовано в проектах всех типов, не только для нового строительства. Оно может также использоваться для ремонта, обновления или расширения существующих больниц. Так, например, на основании виртуальной модели BIM в больнице **Marienhospital** в Штутгарте, Германия, расширяется отделение интенсивной терапии за счёт надстройки двух дополнительных этажей на существующем здании. При этом располагающееся ниже зоны строительства отделение неотложной помощи остаётся в полном рабочем режиме [13, с. 166]. В больницах **MultiCare Good Samaritan Hospital** в городе Пьюаллеп, штат Вашингтон, США [29, с. 147] и **St. Joseph's Mission Hospital** в Мишн Вьехо, штат Калифорния, США

[33], с помощью BIM были построены новые здания для стационарного размещения пациентов, а к госпиталю Святого Винсента (**St. Vincent Hospital**) в Дублине, Ирландия, было добавлено 7-этажное здание, полностью специализированное на лечении и размещении пациентов с муковисцидозом [23, с. 154].

Размер общих инвестиций в проектирование и строительство зданий зависит от площади, сложности и специализации, но в ходе исследования были выявлены следующие общие черты. Реализация наименьших по площади проектов в 4 000 (Кантри Парк Клиника) и 5 600 кв. м (реабилитационный центр **Bronx Lebanon Life Recovery Center**) [9] стоила \$15 млн. и \$20 млн. соответственно. Инвестиции в средние по площади (20 000–30 000 кв. м) проекты составили от \$65 млн. до \$90 млн., четверть проектов с наибольшей площадью обошлись инвесторам в сумму от \$800 млн. до \$1,9 млрд.

Что касается источников инвестирования, большинство проектов финансируются государством и аффилированными правительственными структурами (например, Министерство США по делам ветеранов, Инженерные войска США, Траст Национальной службы здравоохранения Великобритании) или больничными организациями, собственниками проектов (например, **Sutter Health** в США, больница **Marienhospital Stuttgart** в Германии). Строительство детской клиники **Ann & Robert H. Lurie Children's Hospital** в Чикаго, США [26, с. 75], было частично спонсировано (\$100 млн.) благотворительным фондом Энн Лури (**Ann Lurie**) и её ныне покойного

мужа. Несколько проектов реализуются с привлечением частного капитала по схеме ГЧП, например, новый Королевский госпиталь города Аделаида и новый Каролинский университетский госпиталь.

Как видно на графике (рис. 4), приведённом ниже, 66 % всех медицинских учреждений, спроектированных и построенных с помощью BIM, – это многофункциональные больницы. Эта группа включает в себя все виды больниц: общего профиля, детские, военные и для ветеранов, главным критерием выделения этой группы является наличие амбулаторных и стационарных отделений, операционных залов и отделений различного профиля. Шесть проектов из общего числа были выделены в отдельную группу университетских клиник. Другие проекты представляют какое-либо специализированное медицинское направление или здание узкой направленности. В эту группу вошли, например, Центр лечения микровисцидоза при госпитале Святого Винсента (St. Vincent Hospital) в Дублине, Ирландия, больница Райтингтон (Wrightington Hospital) в г. Виган, Великобритания [30], являющаяся центром передового опыта в ортопедической хирургии, или Онкологический корпус больницы Марлборо в Бостоне (Cancer Pavilion for Marlborough Hospital) [27].

Итак, можно сделать вывод, что в настоящее время BIM нечасто используется для проектов амбулаторных клиник: из всех изученных проектов только два чисто амбулаторные (здание поликлиники Camino Group Medical Office Building в городе Сан-Хосе,

штат Калифорния, США, и амбулаторный центр Encircle Ambulatory Care Center в г. Эпплтон, штат Висконсин, США [4, с. 85]).

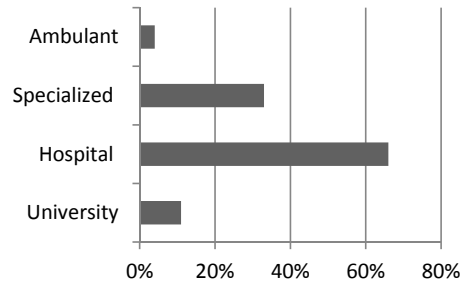


Рис. 4. Профили медицинских проектов BIM

BIM может использоваться на всех стадиях проекта, начиная от проектирования (визуализации, симуляции, оценка и контроль затрат, координация MEP (Mechanical Electrical Plumbing – инженерные системы и коммуникации), анализ конструктивности, генеральный план, автоматическая генерация чертежей и документов, 4D и 5D моделирование и т. д.) до строительства и, когда здание готово, – для управления объектом и управления качеством.

В исследованных проектах BIM-моделирование было преимущественно использовано на этапе проектирования и дизайна, меньше – для строительства и других стадий. В большинстве проектов BIM использовали для создания визуализации, симуляций и координации инженерных систем и коммуникации, что впоследствии позволило выявить все коллизии и устранить все возможные конфликты и несовместимости на раннем этапе проектирования (рис. 5).

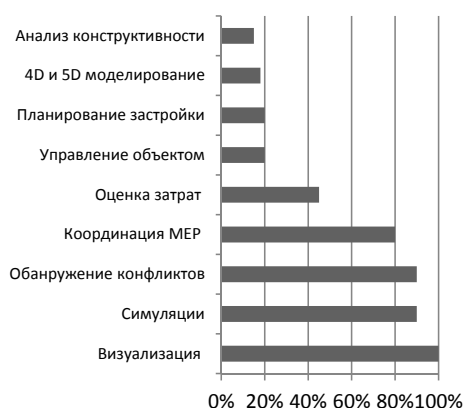


Рис. 5. Применение BIM-моделирования в медицинских проектах

Сложные масштабные проекты, такие как медицинский центр Sutter Medical Center в Кастро Вали, США, медицинский центр Rhine Ordnance Barracks Medical Center в г. Кайзерслаутерн, Германия, и больница Al-Ain Hospital в Абу-Даби, ОАЭ, использовали BIM для создания генерального плана, анализа конструктивности и оценки затрат.

Для некоторых проектов создавались модели 4D и 5D. Модель 4D означает связывание 3D-модели с проектными сроками, включая планирование ресурсов и количества, что позволяет разделять проект на фазы и отслеживать продвижение проекта и строительство. Пятое измерение (5D) – это стоимость, то есть вся информация о стоимости добавляется к 4D-модели, включая стоимость строительства с учётом количества материалов и затрат на оплату труда.

BIM содействует эффективному управлению зданием, что также иногда используется после завершения строительства медицинских учреждений. Хотя нередко для этих целей инфор-

мационную модель необходимо дополнить и отрегулировать. Так, в проекте больницы Maryland General Hospital в г. Балтимор, США, главной целью использования BIM было поддержание обслуживания объекта за счёт создания централизованной базы данных итоговой документации с тем, чтобы информация была легко доступна, обновляема и связана с 3D-моделью для лучшей визуализации [5, с. 98]. Это помогло лучше визуализировать все управленческие процессы и улучшить показатели времени ответа на звонки по поводу обслуживания [10]. Таким образом, BIM может сделать обслуживание и управление зданием медицинского учреждения более эффективным на протяжении всего жизненного цикла здания.

Выгода от применения BIM в процессе управления объектом была оценена посредством подсчёта эффективности экономии средств и времени в больничных операциях. Например, предполагалось, что команда из 12 человек, каждый из которых зарабатывает 40\$ в час, экономит 4 часа в неделю в течение первого месяца интеграции BIM и 8 часов в неделю в течение второго месяца интеграции. Примерная выгода составила \$23 000 за два месяца только в операциях по управлению зданием клиники [17].

В некоторых проектах BIM использовалось в качестве платформы для взаимодействия и совместной работы участников проектных команд в тех случаях, когда в качестве способа осуществления проекта требовался IPD (например, в проектах медицинских центров Sutter Medical Center Castro Valley и UCSF Medical Center at Mission Bay [32, с.98]). IPD (Integrated Delivery

Project – интегрированная реализация строительных проектов) – это такой подход к осуществлению проекта, который объединяет людей, системы, бизнес-структуры и опыт в процесс, использующий таланты и идеи всех участников проекта для сокращения напрасных трат времени и денег и оптимизации эффективности на всех этапах проектирования, подготовки и строительства.

Интегрированная реализация проектов подразумевает тесное взаимодействие между владельцем проекта, архитекторами, инженерами и строителями, которые несут ответственность за осуществление проекта с ранней стадии проектирования до сдачи объекта. BIM делает возможным непрерывное онлайн-общение участников проекта и регулярные мультидисциплинарные проверки всех аспектов дизайна вместо точечных проверок основных данных по дизайну с выявлением конфликтов и их разрешением. В информационную 3D-модель вносятся цифровые изменения от общего дизайна до деталей, сборки и строительства для того, чтобы устранить загромождение работы участников. В процессе реализации проекта медицинского центра Sutter Medical Center команда была поставлена в жёсткие условия: ни при каких обстоятельствах бюджет проекта (\$320 млн.) не мог быть превышен. Используя BIM, команда смогла без особых усилий проводить оценку затрат каждые две недели. Кроме того, команда могла сравнивать разницу в стоимости различных вариантов дизайна и строительства. В результате, бюджет проекта не только не был превышен, но и сокращён почти на \$20 млн.

Часто клиенты требуют от подрядчиков, чтобы проекты реализовывались в соответствии со спецификациями и нормами LEED (Leadership in Energy and Environmental Design – Лидерство в энергетическом и экологическом проектировании) – программы сертификации «зелёного» строительства, разработанной Американским советом по зелёному строительству (U.S. Green Building Council). Из 29 проектов медицинских учреждений в США 19 прошли или намерены пройти по завершении серебряную или золотую сертификацию LEED. Здания, получившие такую сертификацию, экономят деньги и ресурсы и оказывают благоприятное воздействие на здоровье жителей, функционируя за счёт чистой, возобновляемой энергии.

Многие из исследованных проектов медицинских учреждений в других регионах, помимо США, также стремились соблюдать экологические нормы и придерживаться принципов устойчивого строительства. Так, Акерсхусская университетская клиника выиграла в 2009 г. награду как Лучший международный дизайн в рамках британской премии «Building Better Healthcare Awards». В её высокоэкологичном дизайне были использованы местные материалы и геотермальная энергия, дающая 85 % тепла и составляющая 40 % всех энергозатрат проекта. Проект Кантри Парк Клиники в Москве получил приз в составе «зелёного» мультифункционального комплекса Кантри Парк III. В 2014 году проект стал победителем ежегодной профессиональной премии в сфере коммерческой недвижимости Commercial Real Estate Awards “CRE Moscow Awards 2014” в номинации «мультифункциональный комплекс».

Настоящее исследование показывает, что основная причина использовать BIM в проектах медицинских учреждений – не беря в расчёт правовые аспекты – более ранняя реализация проектов при более высоком качестве. Большинство изученных проектов – это масштабное новое строительство мультифункциональных больниц. В изученных проектах BIM использовали в основном для проектирования, в меньшей степени – для строительства и последующих этапов. Такие виды применения BIM, как визуализация, симуляции, координация инженерных и коммуникационных систем, использовались практически во всех проектах, что позволяло обнаруживать все возможные конфликты на ранних стадиях. Особо сложные и крупномасштабные проекты также использовали BIM для планирования застройки участка, анализа конструктивности и оценки затрат.

Настоящий обзор литературы о применении BIM в проектах медицинских учреждений показывает, что не все возможности BIM задействованы в настоящее время, и огромный потенциал BIM не исчерпан. К настоящему моменту технологии BIM в основном использовались на этапе проектирования крупномасштабных проектов. Но BIM обладает всеми возможностями и для меньших по размеру проектов на всех этапах. Кроме того, помимо своих технологических преимуществ BIM также предлагает управление процессами и эффективное взаимодействие участников проекта, в том числе в рамках IPD.

Так, использование BIM для проектов медицинских учреждений, которые относятся к одному из сложнейших типов объектов проектирования, строительства и эксплуатации, только

набирает обороты и обладает огромным потенциалом для развития таких проектов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. AIA Technology in Architecture Practice. Building Information Model Awards 2005. HOK International Limited. Redevelopment of St Bartholomew's and The Royal London Hospitals. 11.04.2005. 370 p.
2. AIA Technology in Architecture Practice. Building Information Model Awards 2007. The Royal London Hospital. Our BIM approach for the new building. 2007. 200 p.
3. Autodesk Customer Success Story. Case Study. Maple Grove Hospital. 2009. 210 p.
4. Australian National Construction Review. SA Project Feature: New Royal Adelaide Hospital. 2009. 150 p.
5. Autodesk Customer Success Story. Good Samaritan Hospital Expansion. 2008. 144 p.
6. Autodesk Customer Success Story. Bronx Lebanon Life Recovery Center. 2013. 254 p.
7. Boll und Partner. Marienhospital, Stuttgart. [Электронный ресурс] // Tekla [сайт]. [2012]. URL: <http://www.tekla.com/global-bim-awards-2014/steel-marienhospital.html> (дата обращения: 03.09.2015).
8. C. F. Moeller. BIM: Building Information Modelling. 2009. 290 p.
9. FV. Conference. [Электронный ресурс] // НКИВМ [сайт]. [2015]. URL: <http://www.hkibim.org/> (дата обращения: 03.09.2015).
10. FV. Medical Office Building. [Электронный ресурс] // В&С [сайт]. [2014]. URL: <http://www.bca.gov.sg/> (дата обращения: 03.09.2015).
11. Flyrez L. BIM implementation for facility management – A Case Study Maryland General Hospital. 2010. 200 p.
12. Healthcare Guide. Partnerships and Perspectives of Arab-German Cooperation. 2007. 150 p.
13. HYLС Joint Venture. New Royal Adelaide Hospital: Building Information Modelling. 2007. 217 p.
14. HYLС Joint Venture. Managing the Business of Construction – BIM. 2007. 203 p.

15. IPD Case Study: UCSF Hospital at Mission Bay. J. Stuart Eckblad AIA, Director UCSF. The integrated Project Delivery Seminar, San Diego. 17.09.2009. 288 p.
16. John Preksel. Building Information Modeling (BIM). [Электронный ресурс] // CAD BIM [сайт]. [2014]. URL: <https://caddim.usace.army.mil/BIM> (дата обращения: 03.09.2015).
17. John Preksel. VA's Building Information Lifecycle Vision. [Электронный ресурс] // The VA BIM Guide [сайт]. [2010]. URL: <http://www.cfm.va.gov/til/bim/BIMGuide/> (дата обращения: 03.09.2015).
18. Jeff Yoders. How BIM/VDC enabled a Building Team to deliver a truly integrated healthcare project. [Электронный ресурс] // BDC [сайт]. [2013]. URL: <http://www.bdcnetwork.com/hospital-project-pioneers-bimvdc-based-integrated-project-delivery> (дата обращения: 03.09.2015).
19. Calvin Hipp. Building Better Healthcare Award [Электронный ресурс] // [сайт]. [2009]. URL: <http://www.cfmoller.com/r/-en/building-better-healthcare-award-i12802.html> (дата обращения: 03.09.2015).
20. Kentaroo Tryman. Sahlgrenska Hospital. [Электронный ресурс] // TENGBOM [сайт]. [2012]. URL: <http://www.tengbom.se/en-US/projects/144/sahlgrenska-hospital> (дата обращения: 03.09.2015).
21. Khemlani L. "Sutter Medical Castro Valley: Case Study of an IPD Project", AESBytes "Building the Future". March 6, 2009. 170 p.
22. Lik. Camino Medical Group Medical Office Building. [Электронный ресурс] // DPR construction. [сайт]. [2010]. URL: <http://www.dpr.com/projects/camino-medical-group-medical-office-building> (дата обращения: 03.09.2015).
23. National Institute of Building Sciences. United States National Building Information Modelling Standard. 2007. 200 p.
24. Obermeyer Middle East GmbH. The BIM User Day "Best Practice in preparing an organization for BIM". Qatar BIM User Day, 30.04.2013, Doha, Qatar. 2013. 310 p.
25. Project Summary: Ann & Robert H. Lurie Children's Hospital of Chicago. 2013. 100 p.
26. Pikas E. Overview of Building Information Modelling in Healthcare Projects. 2007. 110 p.
27. Shepley Bulfinch Richardson. Sherman Hospital Replacement Campus. [Электронный ресурс] // WALSH [сайт]. [2013]. URL: <https://www.walshgroup.com/portfolio/commercial+building/healthcare/sherman-hospital-replacement-campus.html> (дата обращения: 03.09.2015).
28. St. Joseph Health System. Case Study. The Mission Hospital Patient Care Tower. 2009. 185 p.
29. St. Joseph Health System. Case Study. The Mission Hospital Patient Care Tower. 2009. 197 p.
30. Stephen Cousins. Case study: Wrightington Hospital 'early adopter'. [Электронный ресурс] // CIOB [сайт]. [2013]. URL: <http://www.bimplus.co.uk/projects/wrightington-hospital/> (дата обращения: 03.09.2015).
31. TBH Admin. St. Vincent's Hospital, New Cystic Fibrosis Ward Block. [Электронный ресурс] // The BIM [сайт]. [2012]. URL: https://thebimhub.com/2012/10/01/st-vincents-hospital-new-cystic-fibrosis-ward-block/#.VWw5ks_tmko (дата обращения: 03.09.2015).
32. The National Building Specification, National BIM Report. 2015. 144 p.
33. Vi Askö. About New Karolinska Solna. [Электронный ресурс] // New Karolinska Solna [сайт]. [2010]. URL: <http://www.nyakarolinskasolna.se/en/> (дата обращения: 03.09.2015).
34. VF. Country Park Clinic. [Электронный ресурс] // BIM [сайт]. [2013]. URL: http://bim-it.de/en/portfolio_page/medical-center/ (дата обращения: 03.09.2015).
35. Vela Systems Case Study: Maryland General Hospital. Connecting BIM to Commissioning, Handover and Operations. 2012. 245 p.