

## Эксплуатация строительных объектов на основе информационной модели

**Е. В. Борсук**, преподаватель-стажер кафедры строительных конструкций

E-mail: [katherine.borsuk@yahoo.com](mailto:katherine.borsuk@yahoo.com)

УО «Гродненский государственный университет им. Я. Купалы»,  
ул. Ожешко, д. 22, 230023, г. Гродно, Республика Беларусь

**А. С. Давидович**, канд. архитектуры, доцент, заведующий кафедрой  
строительных конструкций

E-mail: [anatold@yandex.by](mailto:anatold@yandex.by)

УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»,  
Республика Беларусь, ул. Ожешко, д. 22, 230023, г. Гродно, Респу-  
блика Беларусь

**Аннотация.** В статье выполнены обзор, оценка возможностей и анализ особенностей применения технологии информационного моделирования на таком важном этапе работы, как эксплуатация здания. В настоящее время трехмерное моделирование является перспективным направлением, которое предоставляет неограниченные возможности в реалистичном отображении окружающего мира, а также качественного проведения исследований в сфере управления социально значимыми процессами, в частности, эксплуатации зданий и сооружений. Однако возможности систем автоматизированного проектирования, ряд которых был рассмотрен в статье, остаются недооцененными и редко используются в странах СНГ.

**Ключевые слова:** BIM-технологии; 3D-моделирование; эксплуатация; строительство; информационная модель; BMS-система; IFS формат; 6D-модель

**Для цитирования:** Борсук, Е. В. Эксплуатация строительных объектов на основе информационной модели / Е. В. Борсук, А. С. Давидович // Цифровая трансформация. – 2019. – № 1 (6). – С. 60–65. <https://doi.org/10.38086/2522-9613-2019-1-60-65>



© Цифровая трансформация, 2019

## Operation of Building Objects Based on the Informational Model

**E. V. Borsuk**, lecturer-trainee

E-mail: [katherine.borsuk@yahoo.com](mailto:katherine.borsuk@yahoo.com)

Grodno State University named after Yanka Kupala, 22 Ozheshko Str.  
230023 Grodno, Republic of Belarus

**A. S. Davidovich**, Candidate of Sciences (Architecture), Associate  
Professor, Head of the Department of Building Structures

E-mail: [anatold@yandex.by](mailto:anatold@yandex.by)

Grodno State University named after Yanka Kupala, 22 Ozheshko Str.,  
230023 Grodno, Republic of Belarus

**Abstract.** This article reviews and assesses the possibilities and features of the application of information modeling technology at such an important stage of work as the operation of a building. At present, it becomes more and more obvious that the most promising area of research in the field of managing socially significant processes, including the exploitation of buildings and structures, is undoubtedly the 3D modeling of objects, which provides truly unlimited possibilities in realistic representation of the surrounding world through 3D modeling. However, at the present stage this direction is still very rarely used in the CIS countries, and the possibilities of computer aided design systems are still underestimated, some of which are discussed in this article.

**Key words:** BIM-technologies; 3D-modeling; operation; construction; information model; BMS-system; IFS format; 6D-model

**For citation:** Borsuk E. V., Davidovich A. S. Operation of Building Objects based on the Informational Model. *Cifrovaja transformacija* [Digital transformation], 2019, 1 (6), pp. 60–65 (in Russian). <https://doi.org/10.38086/2522-9613-2019-1-60-65>

© Digital Transformation, 2019

**Введение.** Развитие архитектурно-строительной отрасли не стоит на месте. Сравнительно недавно возникло такое явление как BIM-технологии, которые в состоянии оценить и сформировать весь жизненный цикл строительства объекта: проектирование – строительство – эксплуатация – утилизация.

BIM (building information modeling) — информационное моделирование зданий) — подход к возведению, оснащению, обеспечению, эксплуатации и ремонту сооружения, который предполагает сбор и комплексную обработку в процессе проектирования всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и иной информации со всеми взаимосвязями и зависимостями, когда сооружение и все, что имеет к нему отношение, рассматриваются как единый объект [2].

Сегодня BIM-технологии занимают лидирующие позиции на мировом рынке проектирования зданий и сооружений. Развивается данное направление и в Беларуси: все большее число компаний переходит к работе с использованием информационного моделирования, чтобы максимально оптимизировать процесс проектирования. Этому способствовал Приказ Минстройархитектуры от 27 октября 2014 г. № 298, согласно которому утвержден перечень объектов 1 и 2 класса сложности (в соответствии с СТБ 2331-2014 «Здания и сооружения. Классификация. Основные положения»), проектирование которых должно осуществляться с обязательным применением BIM-технологии [1].

**Основная часть.** Период эксплуатации любого объекта остается самой длительной и наиболее значимой фазой, служащей объективным основанием для фактической оценки инвестиционной состоятельности проекта и эффективности вложенных капитальных вложений.

Первые трудности эксплуатационного порядка возникают на фоне неверно организованного логистического обеспечения, связанного с поставками материалов, что, в свою очередь, приводит к непредвиденным финансовым затратам.

Современные технологии информационного проектирования предоставляют исключительную возможность оценить будущий объект в совокупности всех требуемых свойств и характеристик, и при этом осуществлять контроль за ними еще на стадии проектирования. Такой подход делает возможным прогнозирование

и оптимизацию дальнейших эксплуатационных расходов, а также обеспечение должной рентабельности проекта.

Качественная и своевременно выполненная оценка степени физического износа конструкций и материалов, а также постоянный мониторинг их технического состояния являются важными составляющими для обеспечения безопасной эксплуатации зданий и сооружений.

Для гарантии комплексной надежности инженерных коммуникационных систем и конструктивных компонентов зданий, необходимо рассматривать мониторинг их технического состояния как элемент единой функциональной системы управления зданием (сооружением) [3].

Наполнение BIM-модели информацией заключается во внесении дополнительных параметров с целью отображения эксплуатационных характеристик оборудования в соответствии с паспортами, сертификатами, каталогами и другими нормативными источниками.

Эксплуатация здания — это 80 % стоимости владения: коммунальные платежи — 2 %, затраты на персонал — 40 %, ремонт — 10 %, утилизация — 5 % [4].

На представленной ниже схеме (рис. 1) демонстрируется зависимость между информационной и геометрической составляющими проекта. Удельный вес информационной составляющей имеет различные значения и зависит от принадлежности к тому или иному этапу жизненного цикла. Как следует из нижеприведенной схемы, именно на последней стадии прослеживается наивысшее значение информационного компонента в общем балансе, следовательно, здесь наиболее целесообразно применить технологию информационного проектирования.

Данные, используемые в BIM-модели в период эксплуатации, должны удовлетворять следующим требованиям:

- необходимое и достаточное количество;
- достоверность и точность (для того, чтобы свести до нуля количество проектных ошибок);
- прозрачность (доступность для контроля со стороны не только управляющих и вышестоящих органов, но и самих исполнителей);
- своевременность получения;
- полнота и полезность.

В отличие от традиционных систем компьютерного проектирования, создающих геометрические 3D-модели, результатом ин-

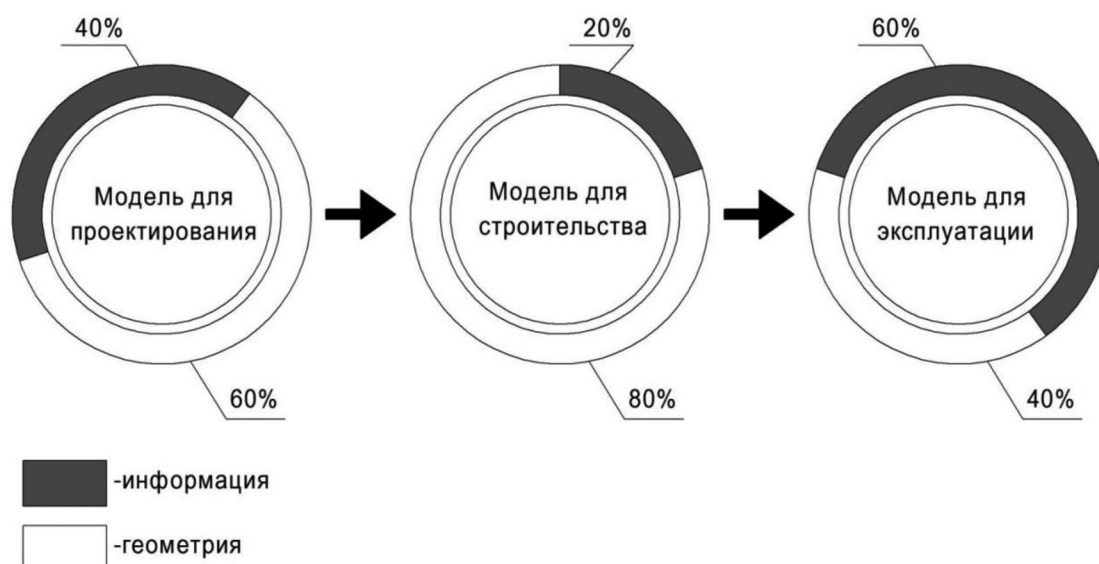


Рис. 1. Соотношение значений геометрии и информации модели на различных этапах жизненного цикла [5]  
 Fig. 1. The relationship between the values of geometry and model information at different stages of the life cycle

формационного моделирования объектов строительства является не только 3D-модель, но и объектно-ориентированная цифровая информационная модель. Отсюда вытекает понятие 6D-модели — эксплуатационной модели, которая содержит данные для процессов эксплуатации и обслуживания. Она включает в себя информацию об обслуживании всех коммуникативных систем, расчеты количества расходов на содержание здания, мониторинг состояния установок и информацию о периодических осмотрах.

Возможности информационной модели на стадии эксплуатации находят свое отражение в следующих функциях:

- управление эксплуатационной документацией, к которой относятся руководства по эксплуатации, инструкции по монтажу, пуску, регулированию и обкатке изделия, формуляры, паспорта и иные документы;

- контроль за расходом ресурсов с помощью автоматизированных систем технического учета энергетических ресурсов, которые позволят на непрерывной основе получать, накапливать и предоставлять специалистам информацию о распределении и потреблении энергоресурсов;

- отлаженная эксплуатация инженерной и информационной инфраструктуры. Создание, мониторинг и закрытие плановых и внеплановых заявок выполняется внутри информационного пространства. Заявки формируются автоматически и по приоритетам, инженеру остается только распечатать их;

- учет оборудования и гарантийных обязательств, который приведет к уменьшению операционных и экономических затрат, упрощению бюджетирования и подготовки отчетности;

- оценка эффективности управления, инвентаризация и технический аудит оборудования (комплекс мероприятий, направленных на оптимизацию производства и повышение эффективности работы парка технического оборудования);

- интеграция с BMS-системой объекта, у которой наиболее важными считаются возможности оптимизации потребляемой электроэнергии, работы различных устройств (кондиционеры, вентиляторы), а также получения существенной экономии в этой области (рис. 2).

В состав системы управления и автоматизации входят:

- подсистема электроснабжения;
- подсистема автоматического регулирования отопления, вентиляции и кондиционирования;

- подсистема контроля за автоматизированными инженерными системами зданий;

- подсистема охранной, пожарной сигнализации и пожаротушения;

- подсистема информации и связи.

Так, например, мониторинг данных с датчиков, дает возможность незамедлительно локализовать участок возникновения аварии. Интеграция с диспетчерской системой здания позволяет также распределить работу между сотрудниками.

Во время жизненного цикла объекта BIM-модель обеспечивает:



Рис. 2. Система управления зданием BMS (Building Management System)  
 Fig. 2. Building management system BMS (Building Management System)

- разумное планирование затрат на текущий и капитальный ремонт здания, обоснование финансовых расходов;
- прогнозирование годового бюджета на эксплуатацию объекта;
- создание концепции развития объекта, плана управления эксплуатацией;
- сопровождение договоров на коммунальные услуги [6].

В результате обобщения всех вышеперечисленных особенностей на основе BIM-модели вводится понятие «электронный паспорт здания» [6]. Одним из наиболее показательных примеров реализации описанной системы служит оперный театр в Сиднее. Его информационная модель объединила кадастровые, землепользовательские, геологические и другие данные, полученные в GIS-форматах из местных и федеральных источников и переведенные в IFC-формат. В основе IFC-формата лежит стандарт ISO, который определяет встроенный набор строительных конструктивных элементов, являясь, таким образом, своеобразной «картой соответствия» при конвертации моделей между программами, поддерживающими формат IFC. Благодаря возможности работы с IFC-файлом, пользователям предоставляется возможность непосредственного преобразования модели для работы в иных программных решениях, которые будут использоваться другими специалистами.

Созданная конструктивная модель была передана в ArchiCAD, где завершилось проектирование уже архитектурной подмодели, из которой извлекались данные и передавались в специализированные FM-программы, отвечающие за управление и эксплуатацию здания.

При моделировании для решения задач управления большое внимание уделялось ви-

зуальному предоставлению количественной информации. В частности, для количественной оценки состояния помещений использовался так называемый Индекс состояния здания (Building Condition Index, BCI), цветная визуализация которого была удобна для пользователей, т. к. позволяла быстро оценить общую ситуацию в помещениях театра (рис. 3).

Поставленная задача использовать BIM для реконструкции, управления и обслуживания здания решалась путем создания комплексной модели, состоящей из основной части и логически определенных подмоделей, содержание которых соответствовало строительственно-техническому, управленческому, логистическому и финансовым задачам [7].

Рассмотрим два способа создания автоматизированной системы эксплуатации на основе продуктов фирмы Autodesk.

Первый — создание «базовой» системы эксплуатации, то есть системы, которая не предполагает использование специализированных программ и приложений для эксплуатации и управления зданием. Информационная модель разрабатывается и оснащается всеми необходимыми данными в программном комплексе Autodesk Revit, далее импортируется в Autodesk Navisworks Freedom для просмотра всеми участниками проекта.

Второй — использование специализированного программного обеспечения Autodesk BIM 360, с помощью которого можно:

- комплектовать строительные чертежи и документы, просматривать изменения между версиями в 2D или 3D;
- иметь доступ к любому компоненту, заложенному в модели;
- просматривать нужную информацию в мобильном приложении.

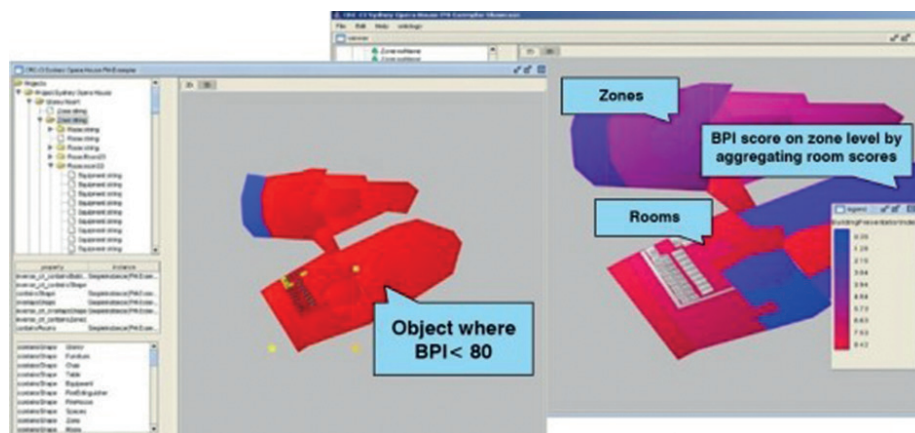


Рис. 3. Визуализация коэффициента BPI (составной части BCI) в специализированном FM-приложении облегчала работу управленческим сотрудникам театра  
 Fig. 3. Visualization of the BPI coefficient (component of the BCI) in a specialized FM application facilitated the work of the managerial staff of the theater

**Заключение.** В отличие от традиционных систем компьютерного проектирования, для надлежащего моделирования такого важного этапа жизненного цикла здания, как эксплуатация, следует применять 6D- модели, которые содержат данные для современных процессов эксплуатации и обслуживания: информацию о работе с коммуникационными системами, расчеты количества расходов на содержание здания, мониторинг состояния установок и данные о периодических осмотрах.

Рассмотренные системы управления зданием BMS должны найти достойное применение в работе эксплуатирующих организаций по реализации как постоянного обслуживания жилого фонда или исправления чрезвычайных ситуаций, так и планирования текущего ремонта, так как диаграммный подход отображения

информации позволяет выявлять первостепенные задачи, требующие в первую очередь финансирования.

Подводя итог, можно выделить следующие преимущества использования информационных технологий на этапе эксплуатации:

- уменьшение затрат на энергоресурсы объекта (электроэнергия, водоснабжение);
- наличие цифрового архива обо всех принятых решениях;
- доступ к исполнительной документации в любое время;
- точность учетных данных;
- обеспечение безопасности (информация хранится в эксплуатируемых организациях, а не у сторонних компаний);
- улучшенное управление.

### Список литературы

1. О применении BIM-технологии в проектировании [Электронный ресурс]: приказ Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь, 27.10.2014 № 298. – Режим доступа: <http://zakonby.net/prikaz/65296-prikaz-ministerstva-arhitektury-i-stroitelstva-respubliki-belarus-ot-27102014-n-298-quoto-primenenii-bim-tehnologii-v-proektirovaniiquot.html>. – Дата доступа: 16.09.2018.
2. Информационная модель здания как основа для использования энергосберегающих технологий при проектировании: материалы молод. науч.-практ. конф., Новосибирск, 16 декабря 2016 г. / Федеральное Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский Государственный университет гео-систем и технологий». – Новосибирск: СГУГИТ, 2017. – 106 с.
3. Деменев, А. В. Информационное моделирование при эксплуатации зданий и сооружений / А. В. Деменев, А. С. Артамонов // Наукoведение. – Т. 7, №3, 2015.
4. Старков, И. Информационное моделирование жизненного цикла зданий (BIM) в целях управления энергопотреблением / И. Старков // EcoDomus, Inc (США), Москва, 3 октября 2012 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cadtv.ru/aur-2012-informatsionnoemodelirovanie-zhiznennogo-tsikla/#more-1811>. – Дата доступа: 25.08.2018.
5. Чегодаева, М. А. Информационная модель как средство повышения качества эксплуатации объекта / М. А. Чегодаева, Д. С. Тошин // Наука и образование: новое время [Электронный ресурс]. – 2017. – №6 (23). – С. 32–38. – Режим доступа: <https://artikul-us-info.ru/category/05-00-00-tehnicheskie-nauki/?tag=6-noyabr-dekabr-2017-g>. – Дата доступа: 04.09.2018.

6. Эксплуатация зданий с применением BIM-моделей / Графика-Инжиниринг [Электронный ресурс]. – Самара, 2017. – Режим доступа: <http://bimconsult.ru/services/ekspluataczija-zdanij-sprimeneniem-bim-modelej.html>. – Дата доступа: 07.08.2018.
7. Талапов, В. В. Применение BIM к существующим зданиям / В. В. Талапов // Цикл авторских публикаций об информационном моделировании зданий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://isicad.ru/ru/articles.php?article\\_num=14159](http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=14159). – Дата доступа: 06.09.2018.

## References

1. Prikaz Ministerstva arhitektury i stroitel'stva Respubliki Belarus' ot 27.10.2014 № 298 "O primenenii BIM-tehnologii v proektirovanii" [Order of the Ministry of Architecture and Construction of the Republic of Belarus dated 27.10.2014 No. 298 "On the application of BIM-technology in design"] (in Russian).
2. Informacionnaja model' zdanija kak osnova dlja ispol'zovanija jenergosberegajushhih tehnologij pri proektirovanii: materialy molod. nauch.-prakt. konf., Novosibirsk, 16 dekabnja 2016 g. [Information model of the building as a basis for the use of energy-saving technologies in the design: materials young scientific-practical konf. Novosibirsk, December 16, 2016]. Novosibirsk: SGUGiT, 2017. 106 p. (in Russian).
3. Demenev A. V., Artamonov A. S. Information modeling in the operation of buildings and structures. Naukovedenie, v. 7, no 3, 2015 (in Russian).
4. Starkov I. Informacionnoe modelirovanie zhiznennogo cikla zdaniy (BIM) v celjah upravlenija jenergotreblenijem [Information modeling of the life cycle of buildings (BIM) for energy management purposes]. Available at: <http://www.cadt.ru/aur-2012-informatsionnoemodelirovanie-zhiznennogo-tsikla/#more-1811> (accessed: 25.08.2018) (in Russian).
5. Chegodaeva M. A., Toshin D. S. Information model as a means of improving the quality of operation of the facility. Nauka i obrazovanie: novoe vremja [Science and Education: A New Time], 2017, No. 6 (23), pp. 32–38. Available at: <https://articulus-info.ru/category/05-00-00-tehnicheskie-nauki/?Tag=6-noyabr-dekabr-2017-g> (accessed: 04.09.2018) (in Russian).
6. Jekspluataczija zdaniy s primeneniem BIM-modelej [Operation of buildings using BIM-models]. Samara, Graphics-Engineering, 2017. Available at: <http://bimconsult.ru/services/ekspluataczija-zdanij-sprimeneniem-bim-modelej.html> (accessed: 08.07.2018) (in Russian).
7. Talapov V. V. Application of BIM to existing buildings. Cycle of author's publications on information modeling of buildings. Available at: [http://isicad.ru/en/articles.php?article\\_num=14159](http://isicad.ru/en/articles.php?article_num=14159) (accessed: 09.06.2018) (in Russian).

*Received: 16.09.2018*

*Поступила: 16.09.2018*