

Урбанистика*Правильная ссылка на статью:*

Прокопенко И.В., Тетерина К.С., Саенко И.А. — Технологии информационного моделирования в практике реставрационных работ памятников архитектурного наследия // Урбанистика. – 2023. – № 2. DOI: 10.7256/2310-8673.2023.2.40766 EDN: HGXYYY URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=40766

Технологии информационного моделирования в практике реставрационных работ памятников архитектурного наследия

Прокопенко Илья Владимирович

магистр, кафедра проектирования зданий и экспертизы недвижимости, Инженерно-Строительный Институт, Сибирский Федеральный Университет

660041, Россия, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Свободный, 82, каб. А-356

✉ hellya1208@gmail.com

Тетерина Кристина Сергеевна

магистр, кафедра Проектирования зданий и экспертизы недвижимости, Сибирский Федеральный Университет

660041, Россия, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Свободный, 82, каб. А-356

✉ k.padanaeva@mail.ru

Саенко Ирина Александровна

профессор, кафедра проектирования зданий и экспертизы недвижимости, Сибирский Федеральный Университет

660041, Россия, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Свободный, 82, каб. А-356

✉ saenko-irina@yandex.ru

[Статья из рубрики "Проектирование и архитектура"](#)

DOI:

10.7256/2310-8673.2023.2.40766

EDN:

HGXYYY

Дата направления статьи в редакцию:

16-05-2023

Дата публикации:

27-06-2023

Аннотация: Статья посвящена рассмотрению вопросов применения технологий информационного моделирования при проведении ремонтных и реставрационных работ памятников архитектурного наследия. Автором анализируются методы и способы построения цифровой модели, а также области ее применения. Предметом исследования статьи является технология информационного моделирования. Цель проведенного исследования заключалась в выявлении возможностей и средств применения технологий информационного моделирования (ТИМ) в практике проведения реставрационных работ на объектах культурного наследия на основе контент-анализа имеющихся информационных ресурсов, посвященных этой предметной области, а также информационной базы, законодательных актов и законотворческих проектов, регулирующих применение технологий информационного моделирования. В статье приводятся результаты экспериментов и исследований, подтверждающие эффективность применения технологий информационного моделирования в практике реставрационных работ памятников архитектурного наследия. Основные выводы подтверждают, что технологии информационного моделирования способны значительно улучшить точность и эффективность реставрационных работ, позволяя более точно воссоздать и сохранить исторические объекты в первозданном виде. Научная новизна данной работы заключается в анализе существующих методик, используемых для построения и дальнейшего применения технологии информационного моделирования в практике реставрационных работ памятников культурного наследия. Общие сводные данные по методикам могут быть использованы в работе специалистов по реставрации, цифровизации и консервации исторически важных объектов.

Ключевые слова:

Технология информационного моделирования, памятник архитектуры, историческое наследие, цифровой двойник, программное обеспечение, моделирование, реставрация, интеллектуальное бревно, лазерное сканирование, технологии строительства

В последние годы технологии информационного моделирования (ТИМ) находят всё большее применение в практике строительной деятельности, в том числе и при реставрации памятников исторического и культурного наследия. Для этой практической области применение ТИМ является уникальной возможностью, позволяющей более эффективно не только выполнять реставрационные работы, но и дальше эксплуатировать объект с наибольшей результативностью использования. Цель проведенного исследования заключалась в выявлении таких возможностей на основе контент-анализа имеющихся информационных ресурсов, посвященных этой предметной области.

Применение технологий информационного моделирования при выполнении реставрационных работ требует от исполнителей высокого уровня компетентности как в практике проведения самих реставрационных работ, так и в области непосредственно информационного моделирования.

Архитектурные объекты культурного наследия являются по сути музеиними экспонатами, но которые представлены не в галерее, а под открытым небом, в жилой среде, оказывающей достаточное влияние на его состояние. Это среда может быть охарактеризована набором факторов, которые следует непременно учитывать при проведении реставрационных работ, разрабатывать соответствующие мероприятия,

способные снизить их агрессивное воздействие на состояние памятников архитектуры.

Информационная модель представляет собой специальным образом организованный кластер информации по определенному объекту, включает в себя его характеристики, которые могут быть представлены в виде графических моделей, числовых выражений и пр., но обязательным условием является применимость информации для дальнейшей обработки и взаимодействия с ней.

Создание информационной модели здания или сооружения исторического наследия представляет собой сложный процесс, в результате которого появляется проект выполнения реставрационных работ, а также работ по дальнейшему обслуживанию, текущему ремонту, реконструкции и реставрации в далекой перспективе. Если говорить другими словами, то информационная модель памятника архитектуры должна быть полной и достоверной цифровой копией настоящего здания или сооружения, подвергшегося реконструкции или реставрации, с которой должно быть удобно работать в будущем на стадии эксплуатации.

Главной особенностью применения ТИМ при реставрации объектов культурного наследия является то, что моделирование будет тесно связано с изучением истории, так как ранее могла быть реконструкция объекта и в этом случае изначальный внешний вид, внутренняя планировка могли быть утеряны, поэтому моделируемый объект подвергается детальному изучению, поднимаются все архивы, изучается вся его история как архитектурного объекта культурного наследия. Информационная модель стремится к тому, чтобы максимально соответствовать изначальному виду здания или сооружения, то есть к его первозданному виду, без последующих наслоений от отделки, реставрационных работ и новодела.

Подходы к созданию цифровых моделей памятников архитектуры

Различают два подхода к созданию цифровых моделей в этой сфере деятельности: дискретная и традиционная.

По применению дискретная методика, в основном, используется для реставрации и реконструкции памятников из дерева. Функционал, который сегодня предлагается технологиями информационного моделирования очень широк, а базовые инструменты, позволяют воссоздать точную цифровую копию здания или сооружения. Так, каждое бревно, бруск, доска и другие элементы имеют свои индивидуальные параметры, с которыми можно работать. Однако недостатком такого подхода является ресурсоемкость и время, затраченное на отрисовку элемента «поштучно». Последовательность моделирования определяется из реальной картины элементов сборки памятника. В таком случае важна лишь точность обмеров, архитектурных и планировочных решений, размер каждой отдельной детали, необходимо учесть все отклонения по горизонтальным и вертикальным осям, а также границ каждого нового включения. Процесс моделирования каждого отдельного элемента идет в той же очередности, в которой будет проходить и строительство здания, то есть из процесса реального возведения памятника архитектуры. Итогом моделирования должен выступать полностью соответствующий реальности цифровой двойник памятника архитектуры.

Аргументом в защиту развития данного способа моделирования является то, что на протяжении многих веков на территории России деревянное зодчество являлось доминирующим способом застройки, что приводит к необходимости создания универсального инструмента в оцифровке – «интеллектуальное бревно». Так как в основе своей все деревянные памятники архитектуры имеют длинные продолговатые

предметы: доски, бревна.

Традиционная методика, в свою очередь, предполагает работу с зданиями и сооружениями, выполненными из камня и кирпича. Характеризуется традиционная методика преобладанием базисных инструментов моделирования, на основе которых создается несущая структура памятника архитектуры. Применима традиционная методика, в основном, к однородным структурам зданий и сооружений, имеющим немногочисленные или незначительные разрушения. Базовыми объектами информационной модели при применении традиционной методики являются такие элементы как, фундамент, окна, двери, перекрытия, колонны, балки, крыша и так далее.

Одним из самых важных инструментов в создании модели обоими способами является лазерное сканирование, которое стало неотъемлемой частью при воссоздании «цифрового двойника».

Главной особенностью в работе с памятниками архитектурного наследия является то, что все конструкции таких зданий отличаются от современных. Таким образом каждый из элементов здания или сооружения требует индивидуального подхода. Так, например, в современных архитектурных решениях, практически отсутствует понятие составной стены или купольной крыши. Немало важным моментом в работе с памятником исторического наследия является то, что необходимо не только воссоздать аутентичный внешний вид, конструктив и несущую конструкцию, а необходимо также воссоздать искривления, неровности, наклоны конструкций и другие параметры, выявленные в ходе проведения инженерных изысканий, обследований, обмеров и проведения исторического исследования.

Применение ТИМ при реставрации памятника архитектуры

Одним из самых ярких примеров реставрационных работ памятника культурного наследия с применением технологии информационного моделирования можно выделить Спасскую церковь из Зашиверска, находящуюся в историко-архитектурном музее под открытым небом Института археологии и этнографии Сибирского отделения РАН в г. Новосибирск (рис. 1).



а) реальный вид б) цифровая модель

Рис. 1 - Спасская церковь из Зашиверска

Поэтапность проведения реставрационных работ на этом реальном объекте определила поэтапность моделирования и создания цифровой модели церкви.

Для моделирования церкви использовалось несколько программных комплексов, в которых были учтены все особенности объекта реставрации, исходя из доступного функционала каждого из программных комплексов.

Из основного программного обеспечения, которое применялось в процессе моделирования можно выделить:

1 . Autodesk Robot Structural Analysis. Данный программный комплекс несет на себе основной функционал о нагрузке объектов, расчетов прочности. Программа является одной из составляющих экосистемы Revit Structure;

2 . Комплекс программ Autodesk Revit (Revit Architecture, Revit Structure) – основной пакет программ для создания полной информационной модели здания и сооружения. Программы являются составляющими экосистемы Revit Structure;

3 . Autodesk AutoCAD Architecture – программный комплекс для создания некоторых сложных по форме элементов.

Одну из ключевых ролей информационная модель церкви сыграла в тот момент, когда начался этап возведения купольной конструкции из бревен. Конструкция была задумана и спроектирована как самонесущая, однако все размеры и сочленения брались из данных, предоставленных информационной моделью.

Создание информационной модели каждого отдельного памятника архитектуры требует детальной индивидуальной проработки. Последовательность выполнения работ по моделированию идет иерархически вниз: от общего к частному для исключения программных коллизий и нестыковок отдельных элементов. В общем случае можно выделить следующие этапы моделирования объектов культурного наследия:

1. Обозначение уровней;
2. Моделирование базисными инструментами несущей структуры;
3. Создание топографической поверхности;
4. Создание окон, дверей, перекрытий, откосов;
5. Моделирование крыши;
6. Проектирование кровельных материалов;
7. Детализация и финальная обрисовка отдельных элементов.

Основной задачей, предъявляемой к информационному моделированию объектов культурного наследия, является сам факт наличия такого объекта, как бы абсурдно это и не звучало. Необходимость сохранить индивидуальность и неповторимость объекта и накладывает столь высокие требования к информационной модели. Проработка цифровой модели предполагает соблюдение технологий строительства и их использование при последующих ремонтных или реставрационных работах.

Вывод

Таким образом, технологии информационного моделирования стали неким мостом между культурами и эпохами. Любой памятник архитектуры можно отнести фактически к музейному экспонату, но подверженному агрессивности окружающей среды, что сокращает его жизненный цикл, также не исключено активное использование такого памятника, как например, большинство храмов и соборов Санкт-Петербурга.

ТИМ не является единственным инструментом в работе с памятниками архитектуры, но оказывает большое влияние, на производимые работы при условии применения.

С приходом ТИМ в область культуры и культурного архитектурного наследия, общие принципы построения «цифровых двойников» не изменились, но поддались небольшой корректировке. Таким образом, ТИМ стала средой, в которой хранится информация и сведения для каждой конкретной цирковой модели, соответствующей реальному объекту.

Применение цифровой модели достаточно обширное, она может быть использована как по прямому назначению, то есть при проведении ремонтных, реставрационных или иных работ, а также в прикладных областях, то есть в исследовательской работе, а также в учебной или коммуникационной деятельности.

Наряду с вводом ТИМ в строительный сектор, в дальнейшем данная технология найдет обязательное применение и в области реставрационных работ памятников архитектуры.

Библиография

1. Ананьева И.В. Применение BIM-технологий в проектных и строительных организациях. Строительство и ремонт, (6), 46-50.
2. Андрианов С.Ю., Попов В.Г. Применение информационного моделирования в процессе реставрации памятников архитектуры. Молодой ученый, (15), 142-144.
3. Бортникова И. И., Шевченко, Л.А. Применение технологий BIM и 3D-моделирования в реставрации архитектурных памятников. Архитектура и строительство, (2), 86-90.
4. Горшкова И.А. Технологии информационного моделирования в процессе реставрации и сохранения памятников архитектуры. Мир науки, (8), 28-30.
5. Дмитриев В.Н., Томилина, Е.А. Применение информационного моделирования в реставрационной практике. Строительство и ремонт, (5), 42-45.
6. Каткова О.В., Кривошеева А.В. (2019). Использование BIM-технологий в реставрации памятников архитектуры. Молодой ученый, (29), 290-293.
7. Краснов В.А. Применение BIM-технологий в реставрации и реконструкции памятников архитектуры. Строительство и архитектура, (3), 38-42.
8. Кузнецов, Д. В. (2016). Использование информационного моделирования в реставрации памятников архитектуры. Молодой ученый, (12), 141-143.
9. Медведев, А. В. Применение технологий информационного моделирования в реставрации и консервации архитектурного наследия. Научно-практический электронный журнал "История, политика и культура", (12), 89-94.
10. Муравьев, А. Н. Применение BIM-технологий в реставрации и сохранении исторических памятников. Архитектура и строительство, (4), 62-66.

Результаты процедуры рецензирования статьи

В связи с политикой двойного слепого рецензирования личность рецензента не раскрывается.

Со списком рецензентов издательства можно ознакомиться [здесь](#).

В журнал «Урбанистика» автор представил свою статью «Технологии информационного моделирования в практике реставрационных работ памятников архитектурного наследия», в которой проведено исследование потенциала применения цифровых технологий при реставрации архитектурных объектов.

Автор исходит в изучении данного вопроса из того, что в последние годы технологии информационного моделирования (ТИМ) находят всё большее применение в практике строительной деятельности, в том числе и при реставрации памятников исторического и культурного наследия. Применение ТИМ является уникальной возможностью,

позволяющей более эффективно не только выполнять реставрационные работы, но и дальше эксплуатировать объект с наибольшей результативностью использования.

Актуальность исследования обусловлена широкими возможностями применения современных технологий при сохранении объектов материального и нематериального культурного наследия.

К сожалению, в статье отсутствует теоретическая составляющая, в частности анализ научной обоснованности изучаемой проблематики, что делает затруднительным вынесение положений о научной новизне исследования. В исследовании отсутствует и библиографический анализ.

Практическая значимость исследования заключается в том, что применение цифровой модели достаточно обширное, она может быть использована как по прямому назначению, то есть при проведении ремонтных, реставрационных или иных работ, а также в прикладных областях, то есть в исследовательской работе, а также в учебной или коммуникационной деятельности.

Методологической основой исследования явился комплексный подход, включающий общенаучные методы анализа и синтеза, историко-культурный метод, контент-анализ.

Цель проведенного исследования заключается в выявлении потенциала метода информационного моделирования объектов архитектуры на основе контент-анализа имеющихся информационных ресурсов, посвященных этой предметной области.

Автор поясняет выбор предмета исследования тем, что архитектурные объекты культурного наследия являются музейными экспонатами, представленными не в галерее, а под открытым небом, в жилой среде, оказывающей достаточное влияние на его состояние. Это среда может быть охарактеризована набором факторов, которые следует непременно учитывать при проведении реставрационных работ, разрабатывать соответствующие мероприятия, способные снизить их агрессивное воздействие на состояние памятников архитектуры.

Информационную модель автор определяет как специальным образом организованный кластер информации по определенному объекту, включающий в себя его характеристики, которые могут быть представлены в виде графических моделей, числовых выражений и пр., но обязательным условием является применимость информации для дальнейшей обработки и взаимодействия с ней. Создание информационной модели здания или сооружения исторического наследия автор видит как сложный процесс, в результате которого появляется проект выполнения реставрационных работ, а также работ по дальнейшему обслуживанию, текущему ремонту, реконструкции и реставрации в далёкой перспективе.

Автором выделено два подхода к созданию цифровых моделей объектов культурного наследия: дискретная и традиционная.

На примере реставрационных работ памятника культурного наследия с применением технологии информационного моделирования можно выделить Спасскую церковь из Зашиверска, находящуюся в историко-архитектурном музее под открытым небом Института археологии и этнографии Сибирского отделения РАН в г. Новосибирск, автором детально показано поэтапное моделирование и создание цифровой модели объекта с применением комплекса программного обеспечения.

В заключении автором представлен вывод по проведенному исследованию, в котором приведены все ключевые положения изложенного материала.

Представляется, что автор в своем материале затронул актуальные и интересные для современного социогуманитарного знания вопросы, избрав для анализа тему, рассмотрение которой в научно-исследовательском дискурсе повлечет определенные изменения в сложившихся подходах и направлениях анализа проблемы, затрагиваемой в представленной статье.

Полученные результаты позволяют утверждать, что изучение потенциала применения современных технологий для восстановления объектов историко-культурного наследия представляет несомненный теоретический и практический культурологический интерес и может служить источником дальнейших исследований.

Представленный в работе материал имеет четкую, логически выстроенную структуру, способствующую более полноценному усвоению материала. Этому способствует и адекватный выбор методологической базы. Однако библиографический список исследования состоит из 10 источников, что представляется достаточным для обобщения и анализа научного дискурса по исследуемой проблематике.

Автор выполнил поставленную цель, получил определенные научные результаты, позволившие обобщить материал. Следует констатировать: статья может представлять интерес для читателей и заслуживает того, чтобы претендовать на опубликование в авторитетном научном издании после устранения указанных недостатков.