

крена поверенным ЭТ будет выше аналогичного по точности теодолита.

Альтернативой линейно-угловому способу определения крена может служить способ координат [3]. В данном способе также используется ЭТ и измерения могут выполняться в безотражательном режиме с двух стоянок прибора. Сущность способа заключается в координировании характерных точек объекта, расположенных в верхнем и нижнем поясе сооружения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 126.13330.2012. Геодезические работы в строительстве. – Минрегион России, М. : 2012. – 84 с.

2. Атрошко, Е. К. Электронные геодезические приборы и работа с ними / Е. К. Атрошко. – Гомель : БелГУТ, 2008 – 21 с.

3. Авакян, В. В. Прикладная геодезия: технологии инженерно-геодезических работ / В. В. Авакян. – М. : Издательство «Амалданик», 2012. – 330 с.

Азаров Б.Ф. – к.т.н., доцент, заместитель заведующего кафедрой «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: stf-ofigig@mail.ru.

Малинкин Н.А. – магистрант ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: malinkin-95@mail.ru.

УДК 721.021.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИИ (ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ) ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ

Б. Ф. Азаров, В. В. Опара

Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Статья посвящена анализу назначения и особенностям применения технологии информационного моделирования зданий (BIM) при воссоздании и реконструкции памятников архитектуры. Отмечено, что полноценное использование BIM-технологии для реконструкции памятников архитектуры связано с применением лазерного сканирования. Полученные при сканировании облака точек и построенные по ним 3D-модели могут быть использованы при выполнении работ по реконструкции памятников архитектуры.

Ключевые слова: технология информационного моделирования зданий, наземное лазерное сканирование, облако точек, 3D-модель здания, реконструкция памятников архитектуры.

Наличие большого объема исторических объектов в России, требующих капитального ремонта и реконструкции, диктует необходимость перехода на более современные технологии восстановления памятников архитектуры. В 2016 году Россия занимала девятое место в мире по общему количеству объектов всемирного наследия. В России расположено двадцать три таких объекта. На 2004 год в Государственном реестре памятников истории и культуры насчитывалось более восьмидесяти тысяч объектов наследия.

Под реконструкцией памятников подразумевается возвращение историко-культурным объектам ценности, утраченной под воздействием времени или других разрушительных факторов. Реконструкция не-

движимых памятников культурного наследия является одной из новейших тенденций в развитии современной музейной архитектуры во многих странах мира.

На социальном уровне реконструкция памятников культурного наследия может стать значительным фактором для городов за счет развития в них туризма, следствием чего может быть не только экономическое, но культурное развитие городов. За период эксплуатации конструктивные элементы памятников архитектуры ветшают и изнашиваются, что приводит к разрушению сооружений и утрате ими уникальных архитектурных деталей. Вовремя проведенная реконструкция позволяет продлить срок «жизни» исторического здания.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИИ (ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ) ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ



Рисунок 1 – Обобщенная схема использования BIM при работе с архитектурными памятниками

На этапе детального обследования здания анализируются все собранные о нем сведения. Особое внимание уделяется техническому состоянию памятника архитектуры. На основании полученных данных составляется подробный план восстановления, или проект, после чего осуществляется его пошаговая реализация [1]. Однако для полноценной реконструкции объекта необходим не просто проект реконструкции памятника, но содержащая всю необходимую информацию модель объекта, которая будет востребована в течение всего периода его существования. Причем эта модель должна быть не полученным с помощью компьютерных технологий аналогом обычного картонного макета, дающего представление о формах объекта, а являться полноценной виртуальной копией здания со всеми количественными геометрическими и технологическими характеристиками конструкций, материалов и оборудования. Причем все данные об объекте должны быть не просто собраны воедино (например, в виде некоего набора таблиц или справочника), а являться параметрами модели, корректировка которых с учетом существующих между ними зависимостей повлечет за собой автоматическое изменение всей модели.

Одной из перспективных и активно развивающихся в последние годы технологий является BIM-технология информационного моделирования зданий. Использование этой технологии при реконструкции памятников архитектуры дает возможность создать не просто виртуальную копию объекта, отображающую его геометрию, а интеллектуальный банк данных взаимосвязанной информации об объекте [2]. При этом объем данных ничем

не ограничен и данные могут регулярно обновляться и пополняться (рисунок 1).

Понятие информационного моделирования зданий, или, BIM (Building Information Modeling) появилось в лексиконе специалистов сравнительно недавно, хотя сама концепция компьютерного моделирования с максимальным учетом всей информации об объекте постепенно формировалась с конца прошлого века внутри бурно развивающихся CAD-технологий (систем автоматизированного проектирования).

Понятие информационной модели здания было впервые предложено в 1975 году профессором Чаком Истманом (Chuck Eastman) в журнале Американского института архитекторов (AIA) [1]. Тогда же появилось и рабочее название: Building Description System (Система описания здания). В конце 70-х – начале 80-х годов прошлого столетия это понятие развивалось параллельно в Европе и Америке, причем в США чаще всего употреблялся термин Building Product Model, а в Европе – Product Information Model. При этом в обоих случаях слово Product акцентировало внимание на объекте проектирования, а не на процессе. Можно предположить, что несложное лингвистическое объединение этих двух определений и привело к рождению термина Building Information Model.

В середине 80-х годов XX века европейцы применяли также немецкий термин Bauinformatik и голландский Gebouwwmodel, которые в переводе опять же соответствовали английскому Building Model или Building Information Model. Лингвистическое сближение терминологии сопровождалось и выработкой единого наполнения используемых

понятий. С 1992 года в научной литературе термин Building Information Model используется в его нынешнем понимании. Примерно с 2002 г. Building Information Model ввели в употребление и ведущие разработчики программного обеспечения, сделав это понятие одним из ключевых в своей терминологии. В дальнейшем, благодаря деятельности таких компаний, как, например, Autodesk, аббревиатура BIM получила широчайшее распространение, и ее теперь знает и использует весь мир.

По сути, информационная модель здания – это скоординированная, согласованная, взаимосвязанная, поддающаяся расчетам и анализу, имеющая геометрическую привязку количественная информация о проектируемом или уже существующем объекте. Данная модель может быть использована для принятия конкретных проектных решений; создания качественной проектной документации; предсказания эксплуатационных качеств объекта; составления смет и строительных планов; заказа и изготовления материалов и оборудования; управления процессами возведения здания; управления и эксплуатации самого здания и средствами технического оснащения в течение всего его жизненного цикла; управления зданием, как объектом коммерческой деятельности; проектирования и управления реконструкцией или ремонтом здания.

В отличие от традиционных систем компьютерного проектирования, результатом информационного моделирования здания является объектно-ориентированная цифровая модель как объекта в целом, так и процесса его строительства. Чаще всего работа по созданию информационной модели здания ведется в два этапа.

На первом этапе разрабатываются блоки (семейства) – первичные элементы проектирования, соответствующие как строительным изделиям (например, окна, двери, плиты перекрытий и т.п.), так и элементам оснащения (например, отопительные и осветительные приборы, лифты и т.п.), а также тому, что имеет непосредственное отношение к зданию, но производится вне рамок строительной площадки и при возведении объекта не делится на части.

На втором этапе выполняется моделирование конструктивных элементов здания, которые создаются на стройплощадке. Это фундаменты, стены, крыши, навесные фасады и т.д. При этом предполагается широкое использование предварительно созданных

элементов. Таким образом, логика информационного моделирования зданий практически соответствует обычному пониманию, как строить дом, как его оснащать и как его эксплуатировать. Это существенно облегчает и упрощает работу с BIM как проектировщикам, так и всем категориям строителей и эксплуатационников.

Следует отметить, что деление действий по созданию информационной модели здания на этапы носит условный характер, поскольку отдельные элементы модели могут претерпевать изменения в процессе моделирования. Созданная информационная модель проектируемого объекта широко используется для создания рабочей документации всех видов, разработки и изготовления строительных конструкций и деталей, комплектации объекта, а также для заказа и монтажа технологического оборудования, экономических расчетов, организации возведения самого здания, решения технических и организационно-хозяйственных вопросов последующей эксплуатации [3].

Следует отметить, что полноценное использование BIM-технологии для реконструкции памятников архитектуры связано с применением лазерного сканирования. Результатом лазерного сканирования является облако точек – множество точек в трехмерном пространстве (3D), полученных в результате 3D-сканирования объекта. Оно позволяет передать геометрию объекта с заданной точностью и поэтому становится неотъемлемой частью процесса информационного моделирования архитектурного памятника.

На кафедре «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия» накоплен определенный опыт по наземному лазерному сканированию памятников архитектуры [4]. Полученные облака точек и построенные по ним 3D-модели могут быть использованы при выполнении работ по реконструкции этих памятников архитектуры. Например, для создания точных копий или виртуальных моделей объектов культурного значения, чье современное состояние не позволяет полностью восстановить их как полнофункциональные объекты недвижимости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козлова, Т. И. Опыт информационного моделирования памятников архитектуры / Т. И. Козлова, В. В. Талапов // Междунар. электронный науч.-образоват. журнал «AMIT» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.marhi.ru/AMIT/2009/3kvart09/Talapov/Article.php>.

2. Талапов, В. В. О некоторых закономерностях и особенностях информационного моделирования памятников архитектуры / В. В. Талапов // Междунар. электронный науч.-образоват. журнал «АМИТ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.marhi.ru/AMIT/2015/2kvart15/Talapov/Article.php>.

3. Талапов, В. В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий / В. В. Талапов. – М.: ДМК-пресс, 2011. – 391 с.

4. Азаров, Б. Ф. Использование технологии наземного лазерного сканирования при обследо-

вании зданий и сооружений / Б. Ф. Азаров // Ползуновский альманах. – 2017. – № 2. – С. 34-37.

Азаров Б.Ф. – к.т.н., доцент, заместитель заведующего кафедрой «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: stf-ofigig@mail.ru.

Опара В.В. – магистрант ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: valentine.opara@mail.ru.

УДК 528.44

ПРАКТИКА ВНЕДРЕНИЯ 3D КАДАСТРА НЕДВИЖИМОСТИ В РОССИИ

Б. Ф. Азаров, Д. В. Янкова

Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

В статье рассмотрены аспекты использования трехмерного кадастра объектов недвижимости в России. Отмечено, что в нашей стране назрела необходимость замены традиционного двумерного кадастра трехмерным. Особенно это актуально для городов-миллионеров и крупных городских агломераций. Сделан вывод о том, что в целях ведения трехмерного кадастра могут быть технологии наземного и мобильного лазерного сканирования и съемка с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Ключевые слова: *трехмерный кадастр недвижимости, объекты недвижимости, государственный кадастр недвижимости, лазерное сканирование, беспилотные летательные аппараты.*

В условиях становления и развития рынка недвижимости, как во всем мире, так и в России, особую важность приобретают вопросы регулирования земельных отношений. В современном мире земля перестала восприниматься исключительно как средство производства и источник материальных благ, а является объектом правоотношений и рыночного оборота. Появилась необходимость в уточнении налогооблагаемой базы, а также создании эффективной системы обеспечения прав и гарантий правообладателей объектов недвижимости, расположенных над-, под- или на поверхности одного земельного участка.

При проведении кадастровых работ в России на данный момент используется двумерная система кадастра. Она представляет собой кадастровый учёт, основанный на предоставлении сведений об объектах на плоской (двумерной) кадастровой карте, не допускающей взаимного перекрытия земельных участков и объектов недвижимости.

Техническое обеспечение для проведения двумерного (2D) кадастра основано на

использовании классических и современных геодезических приборов. Программное обеспечение представлено множеством программ (ТехноКад, ГИС Панорама, AutoCAD, PlanCAD, Полигон, Геомер PRO, XML-схема и другие). При создании и ведении кадастра задача заключается в создании общей карты (Публичной кадастровой карты), которая базируется на плоских прямоугольных координатах X и Y объектов и их границ. В результате выполнения измерений и расчетов формируется двумерная карта объектов недвижимости, отображающая кадастровые номера объектов, их кадастровую стоимость, площадь, местоположение и т.д. Существенным недостатком такой карты является то, что большое количество реальных объектов пересекаются в горизонтальной плоскости (двумерной проекции), создавая спорные ситуации при установлении границ объектов, давая неполное представление о размерах надземной и подземной части объектов недвижимости. Одним из главных недостатков 2D-кадастра является отсутствие достовер-