

А. Ю. Майничева, В. В. Талапов, С. О. Куликова  
**НОВЫЙ ПОДХОД К СОХРАНЕНИЮ ПАМЯТНИКОВ РУССКОГО  
ДЕРЕВЯННОГО ЗОДЧЕСТВА: ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ BIM\***

doi: 10.30759/1728-9718-2018-1(58)-135-140

УДК 351.853.1

ББК 79.05

Принятые в настоящее время способы и приемы фиксации, документирования и проектирования реконструкции памятников архитектуры страдают неточностью и не соответствуют современному уровню развития техники и технологий. В статье анализируются основные принципы применения технологии информационного моделирования BIM при работе с памятниками архитектуры. Впервые обобщены особенности моделирования, основанные на принципе двухэтапного подхода — первоначального создания многопараметрических библиотек основных конструктивных элементов объектов деревянного зодчества и последующего формирования на их основе геометрической части информационной модели памятника архитектуры. Идеология и инструментарий BIM позволяют эффективно работать с существующими объектами и с полностью или частично утраченными зданиями, поскольку информационная модель выступает основным накопителем, носителем и координатором информации геометрического, физико-технического и историко-культурного характера. Накопленный комплекс данных пригоден для компьютерной обработки, анализа и использования в целях исследования, музеефикации и популяризации, а также эксплуатации зданий и сооружений. Принципы моделирования деревянных объектов заключаются в том, что все элементы здания являются независимыми, а получаемая модель — дискретна. Новый подход к исследованию памятников деревянного зодчества и их сохранению успешно реализуется с помощью технологии информационного моделирования BIM, которая позволяет учитывать конструктивные особенности сооружений и связанную с ними историко-документальную информацию. Основой применения технологии BIM является создание универсальных библиотек элементов, включающих революционную идею использования многопараметрических «интеллектуальных бревен».

Ключевые слова: *сохранение памятников архитектуры, деревянное зодчество, технология BIM, информационная модель, многопараметрические библиотеки*

Сохранение памятников русского деревянного зодчества является насущной научной проблемой современности, что связано не только с особенностями дерева как материала, более подверженного разрушению, чем, например, естественный или искусственный

камень, но и со значимостью его для русской истории. По словам В. О. Ключевского, «лес сыграл крупную роль в нашей истории. Он был многовековой обстановкой русской жизни...»<sup>1</sup> Достаточно сказать, что освоение русскими сибирских земель в XVII–XIX вв., как и в далеком прошлом на других территориях, сопровождалось возведением многочисленных деревянных оборонных, культовых, жилых, хозяйственных и производственных сооружений. Те из них, что дошли до нашего времени, стали символами утверждения российской государственности и православной веры на новых землях, памятниками героических свершений предков, а также образцами технологий строительного дела прошлого, опыт которого важен и сегодня. Вместе с тем очевидно, что существующие способы и приемы фиксации, документирования и проектирования реконструкции памятников архитектуры страдают неточностью и не соответствуют современному уровню развития техники

Майничева Анна Юрьевна — д.и.н., в.н.с., Институт археологии и этнографии СО РАН; Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств (г. Новосибирск)  
E-mail: annmaini@gmail.com

Талапов Владимир Васильевич — к.ф.-м.н., доцент, Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств (г. Новосибирск)  
E-mail: talapoff@yandex.ru

Куликова Софья Олеговна — архитектор-реставратор, ООО «Synergy Systems» (г. Новосибирск)  
E-mail: s\_sorena@mail.ru

\* Исследование выполнено за счет гранта РФФИ, проект № 14-50-00036 «Мультидисциплинарные исследования в археологии и этнографии Северной и Центральной Азии»

<sup>1</sup> Ключевский В. О. Курс русской истории. М., 1956. Т. 1. С. 66.

и технологий. Главные причины подобного положения — это низкая производительность труда (используется преимущественно ручная работа), неудовлетворительная информационная интеграция работ по отдельным памятникам и плохая доступность данных по самим этим работам.

Рассмотрим основные принципы применения технологии информационного моделирования BIM при работе с памятниками архитектуры, что является новым подходом к сохранению памятников русского деревянного зодчества, а также обобщим особенности такого моделирования, основанные на принципе двухэтапного подхода — первоначально создания многопараметрических библиотек основных конструктивных элементов объектов деревянного зодчества и последующего формирования на их основе основной геометрической части информационной модели памятника архитектуры.

Технология BIM, переживающая период бурного развития в проектировании новых зданий и сооружений,<sup>2</sup> полезна и в работе с памятниками архитектуры.<sup>3</sup> Идеология и инструментарий BIM позволяют эффективно работать как с существующими объектами, так и с полностью или частично утраченными зданиями, поскольку информационная модель выступает основным накопителем, носителем и координатором информации геометрического, физико-технического и историко-культурного характера. Такой комплекс данных пригоден для компьютерной обработки, анализа и использования в целях исследования, музеефикации, популяризации, а также эксплуатации зданий и сооружений.<sup>4</sup> Уже имеющийся опыт применения технологии BIM к памятникам архитектуры говорит о целесообразности выделения объектов деревянного зодчества в отдельную категорию, где появляются только ей присущие методы моделирования, связанные как с историческими и техническими особенностями строительства деревянных зданий, так и с необходимостью учета всех составляющих элементов соору-

жения при паспортизации, эксплуатации и реставрации.

В отечественной науке существует корпус публикаций, в которых дается подробное описание основных элементов памятников деревянного зодчества. В силу его обширности приведем лишь некоторые труды, опубликованные в XX — начале XXI в., оформленные в виде монографий или значительных статей в этнографических атласах и специализированных изданиях.<sup>5</sup> Все данные по элементам и конструкциям деревянных построек, аккумулярованные в указанных публикациях, лежат в основе разработки компьютерной библиотеки элементов.

Технология BIM является объектно-ориентированной, поэтому основная геометрически-информационная часть модели собирается из заранее созданных библиотечных элементов, повторяя в определенной степени процесс строительства самого здания. При моделировании памятников деревянной архитектуры библиотечными элементами выступают выполненные по правилам технологии BIM бревна, доски, балки, лемехи, кобылки, коньки и прочие конструкции и детали конкретных размеров, поэтому представительная и модифицируемая (многопараметрическая) библиотека элементов является основой успешного использования BIM.

<sup>5</sup> См.: Ащепков Е. А. Русское народное зодчество в Западной Сибири. М., 1950; Он же. Русское народное зодчество в Восточной Сибири. М., 1954; Баландин С. Н. История архитектуры русских земледельческих поселений в Сибири (XVII — начало XX в). Новосибирск, 1984; Белов М. И., Овсянников О. В., Старков В. Ф. Мангазея. М., 1981. Ч. 2: Материальная культура русских полярных мореходов и землепроходцев XVI—XVII вв.; Бломквист Е. Э. Крестьянские постройки русских, украинцев и белорусов // Восточнославянский этнографический сборник. Тр. Ин-та этнографии АН СССР. Новая серия. М., 1956. Т. 31; Ганцкая О. А. Строительная техника русских крестьян // Русские: ист.-этногр. М., 1967. С. 166–190; Косточкин В. В. Русское оборонное зодчество конца XIII — начала XVI веков. М., 1962; Крадин Н. П. Русское деревянное оборонное зодчество. М., 1988; Липинская В. А. Русское население Алтайского края: Народные традиции в материальной культуре (XVIII—XX вв.). М., 1987; Майничева А. Ю. Архитектурно-строительные традиции крестьянства северной части Верхнего Приобья: проблемы эволюции и контактов. Середина XIX — начало XX вв. Новосибирск, 2002; Маковецкий И. В. Архитектура русского народного жилища Забайкалья // Быт и искусство русского населения Восточной Сибири. Новосибирск, 1975. Ч. 2. С. 33–47; Он же. Деревянное зодчество Среднего Приангарья // Быт и искусство русского населения Восточной Сибири. Новосибирск, 1971. Ч. 1. С. 106–143; Окладников А. П., Гоголев З. В., Ащепков Е. А. Древний Зашиверск. Древнерусский заполярный город. М., 1977; Ополовников А. В. Русское деревянное зодчество. М., 1986; Он же. Русское деревянное зодчество: Гражданское зодчество. М., 1983; Плотночное искусство, изложенное полковником Дементьевым. СПб., 1902.

<sup>2</sup> См.: BIM Handbook / Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K. Second edition. New Jersey, 2011.

<sup>3</sup> См.: Талапов В. В. Технология BIM: суть и основы внедрения информационного моделирования зданий. М., 2015.

<sup>4</sup> См.: Талапов В. В. О некоторых закономерностях и особенностях информационного моделирования памятников архитектуры // «АМТ»: междунар. электрон. науч.-образоват. журн. 2015. Вып. 2 (31). URL: <http://www.marhi.ru/AMT/2015/2kvart15/talapov/abstract.php> (дата обращения: 15.06.2017).

Даже в случае уникальности объекта моделирования создание его «персональной» библиотеки элементов является процессом несложным и экономным по времени. Такой подход был успешно реализован, например, при моделировании Спасской церкви из Зашиверска, являющейся в настоящее время экспонатом Историко-архитектурного музея под открытым небом Института археологии и этнографии СО РАН.<sup>6</sup> Работа была проведена на основе натуральных обмеров с использованием разработанного в 1980-х гг. институтом «Спецпроектреставрация» (Москва) проекта восстановления сооружения после его разборки и перевозки на территорию музея. Однако проделанная работа имеет одну особенность: «персональная» библиотека элементов для Спасской церкви из Зашиверска применима только для этого объекта, поскольку все элементы имеют уникальную фиксированную форму, определяемую положением в общей модели, и не зависят от каких-либо параметров.

Принципиально больший эффект, чем сбор и обработка информации по одному памятнику архитектуры, технология BIM дает в случае ее применения к целому корпусу однотипных сооружений. Тогда становится возможным дополнительно:

— объединить все памятники деревянного (и не только) зодчества в одну информационную систему;

— вести компьютерный поиск и обработку информации о памятниках в рамках всей этой системы в области научных исследований, для нужд эксплуатации и культурно-образовательной деятельности;

— унифицировать, т. е. существенно упростить, процесс информационного моделирования сооружений, что позволяет в дальнейшем облегчить поиск и обработку информации;

— оптимизировать общие расходы на исследование и содержание памятников архитектуры, в том числе на восстановление и реставрацию;

— вернуть в культурный контекст (в виртуальном виде) утраченные памятники, а также создать виртуальные копии существующих памятников, что значительно снизит эксплуатационную нагрузку на такие сооружения, а

также повысит их доступность при осуществлении музейной деятельности.

В итоге станет возможным выполнение массового информационного моделирования памятников, что приобретает в современных условиях особую актуальность, поскольку в ходе научно-изыскательских работ в зонах затопления гидроэлектростанций создается огромный объем документального и обмерного материала, например в результате исследований зоны затопления Богучанской ГЭС в Красноярском крае и Иркутской области (см. цв. вклейку).<sup>7</sup>

Главной и наиболее трудоемкой задачей при массовом использовании BIM в работе с памятниками архитектуры является выработка правил моделирования, чтобы получающиеся информационные модели можно было использовать в единой информационной системе учета и работы с историческими объектами. А это, в свою очередь, предполагает создание унифицированной многопараметрической библиотеки элементов, учитывающей основные особенности деревянного зодчества и максимально пригодной если не для всех, то хотя бы для большинства памятников архитектуры.

Методика информационного моделирования сооружений из камня предполагает, что создаваемые объекты носят протяженный характер и объединяются в непрерывную модель. При моделировании же деревянных объектов следует учитывать то, что все элементы здания являются независимыми, а модель складывается из них как из блоков, т. е. она дискретна. Поэтому библиотеки элементов для каменного и деревянного зодчества должны создаваться на совершенно разных принципах и в одну общую библиотеку могут объединяться лишь формально. Если сузить область исследования до памятников только деревянного зодчества, то все равно придется констатировать, что они существенно различаются по стилям, эпохам и странам, что также сказывается на принципах и методах создания библиотек элементов для BIM. Например, сегодня уже создана для целей информационного моделирования в виде многопараметрической библиотеки элементов древнекитайской архитектуры система дере-

<sup>6</sup> См.: Козлова Т. И. Информационная модель недвижимого объекта культурного наследия как новый инструмент работы в музейно-экспозиционной практике // Вестн. Том. гос. ун-та. История. 2013. № 3 (23). С. 33–37.

<sup>7</sup> Аникеева С. О. Об опыте использования технологии BIM для музейфикации деревянных памятников архитектуры // Вестн. Том. гос. ун-та: Культурология и искусствоведение. 2014. № 1 (13). С. 31–36.

вянных кронштейнов доугун.<sup>8</sup> Такая библиотека элементов допускает адаптацию для любой системы построения деревянных сооружений, аналогичной доугун, поэтому пригодна для моделирования памятников деревянного зодчества всего Буддистского Востока, но она совершенно не подходит для моделирования памятников русского деревянного зодчества, которое опирается на иные принципы.

Элементы русских деревянных построек можно условно разделить на две категории:

— протяженные элементы, получаемые из обычного бревна или бруса различными врубками, врезками и другими способами инструментального воздействия, не меняющими принципиально изначальную цилиндрическую форму предмета, что требует особого подхода;

— конструктивные составные элементы сложной конфигурации (окна, двери, лемехи, коньки, наличники и т. п.), моделирование которых ведется на основе общих принципов покомпонентной работы, уже отработанных на кронштейнах доугун или на других независимых элементах деревянных сооружений.

Первую категорию элементов отличает то, что они настолько разнообразны по форме и размерам, что создать их библиотеку «на все случаи жизни» невозможно из-за огромного количества не заменяющих друг друга элементов. Другими словами, количество элементов в такой библиотеке совпадало бы с количеством бревен во всех памятниках деревянного зодчества. Остается единственный выход — разработка так называемых «интеллектуальных бревен», т. е. многопараметрических семейств элементов, учитывающих все врезки, врубки и даже разные диаметры на концах бревна, из которых можно получать все необходимые элементы для деревянного каркаса памятника архитектуры. В этом случае при создании информационной модели, нет необходимости абсолютно точно воссоздавать всю геометрию (естественные искривления, дефекты и т. п.) того или иного деревянного элемента, поскольку его геодезически точный образ содержится в облаке точек, полученном в результате лазерного сканирования и приложенном к соответствующему эле-

менту в информационной модели. Задача библиотечных элементов — создать максимально точную схему соединения компонентов, из которых образуется здание.

Такой подход позволяет облегчить процесс моделирования и упростить саму модель, поскольку «интеллектуальных бревен» как шаблонов для создания элемента модели требуется всего несколько десятков в зависимости от функции этого элемента. Использование же единого многопараметрического «интеллектуального бревна» неудобно, поскольку приводит к «утяжелению» модели уже на начальном этапе ее создания. К тому же на современном уровне развития компьютерных программ одновременная обработка большого количества значений общих параметров может непосредственно сказаться на работоспособности этих программ, что также делает сам процесс информационного моделирования неэффективным.

Некоторое количество универсальных многопараметрических семейств бревен было разработано авторами, а при работе с конкретными историческими объектами была усовершенствована методика их создания и использования. Практическое применение созданная библиотека элементов получила при моделировании нескольких объектов, относящихся к старым сибирским поселениям, а также уникального деревянного терема в селе Асташово Костромской области, отреставрированного московским предпринимателем А. Павличенковым и архитектурным бюро Александра Попова.<sup>9</sup>

Все элементы библиотеки «интеллектуальных бревен» разрабатывались в программе Autodesk Revit, поскольку эта программа является одним из наиболее современных и мощных средств информационного моделирования, позволяющих работать с большим количеством параметров геометрической формы, а также насыщать модель разносторонней информацией. Библиотека получилась в значительной степени универсальной. Например, другая сопоставимая по возможностям и популярности BIM-программа, Bentley AECOsim Building Designer, хорошо совместима с Autodesk Revit по форматам используемых файлов и по библиотекам элементов, практически полностью воспринимает их свойства и параметризацию. Это означает, что со-

<sup>8</sup> См.: Талапов В. В., Чжан Гуаньин. Информационное моделирование памятников архитектуры на примере древнекитайской системы доугун. Новосибирск, 2016; Mainicheva A. Y., Talapov V. V., Zhang Guanying. Principles of the information modeling of cultural legacy objects: The case of wooden Buddhist temples // Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia. 2017. Vol. 45, № 2. С. 142–148.

<sup>9</sup> См.: Терем в Асташово // Славянская культура. URL: <http://slavyanskaya-kultura.ru/slavic/russkoe-zodchestvo/terem-v-astashovo.html> (дата обращения: 15.06.2017).

зданный набор «интеллектуальных бревен» подходит и для этой программы. Если же программы, реализующие в той или иной степени концепцию информационного моделирования, являются более ранними по времени выпуска и потому не поддерживают возможности своих более современных «собратьев», то для взаимодействия с ними существует специальный формат обмена данными IFC, в который элементы библиотеки легко переводятся. Это же относится и к передаче элементов в некоторые популярные программы геометрического моделирования и визуализации. Такой перевод весьма прост и предусмотрен и в программе Autodesk Revit, но он приводит к потере свойства многопараметричности элементов. Так что полноценное использование созданной би-

блиотеки элементов на сегодняшний день возможно в программах Autodesk Revit и Bentley AECOSim Building Designer, а также в хорошо совместимых с ними программах.

Таким образом, новый подход к исследованию памятников деревянного зодчества и их сохранению может успешно реализовываться с помощью технологии информационного моделирования BIM, которая позволяет учитывать как все конструктивные особенности таких сооружений, так и связанную с ними историко-документальную информацию. Основой такого применения технологии BIM является создание универсальных библиотек элементов. В этом процессе важная роль отводится революционной идее использования многопараметрических «интеллектуальных бревен».

**Anna Yu. Mainicheva**

Doctor of Historical Sciences, Institute of Archaeology and Ethnography, Siberian Branch of the RAS; Novosibirsk State University of Architecture, Design and Arts (Russia, Novosibirsk)  
E-mail: [annmaini@gmail.com](mailto:annmaini@gmail.com)

**Vladimir V. Talapov**

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Novosibirsk State University of Architecture, Design and Arts (Russia, Novosibirsk)  
E-mail: [Talapoff@yandex.ru](mailto:Talapoff@yandex.ru)

**Sofya O. Kulikova**

Architect-Restorer, Synergy Systems LLC (Russia, Novosibirsk)  
E-mail: [S\\_sorena@mail.ru](mailto:S_sorena@mail.ru)

#### NEW APPROACH TOWARDS THE PRESERVATION OF THE RUSSIAN WOODEN ARCHITECTURE OBJECTS: THE USE OF BIM TECHNOLOGY

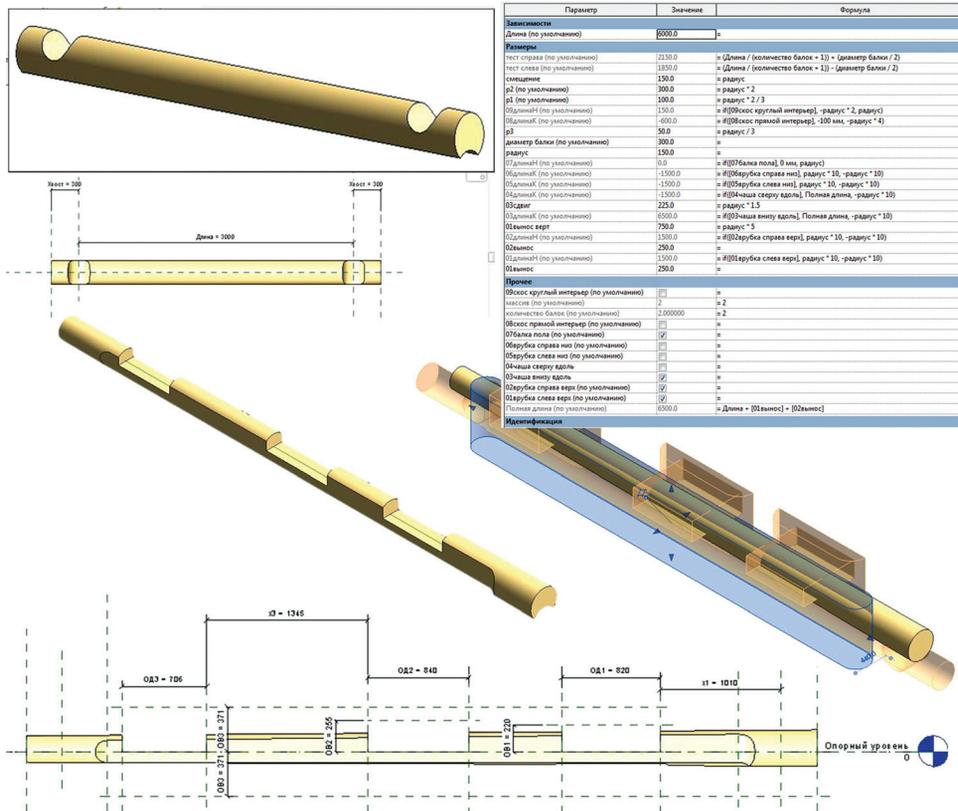
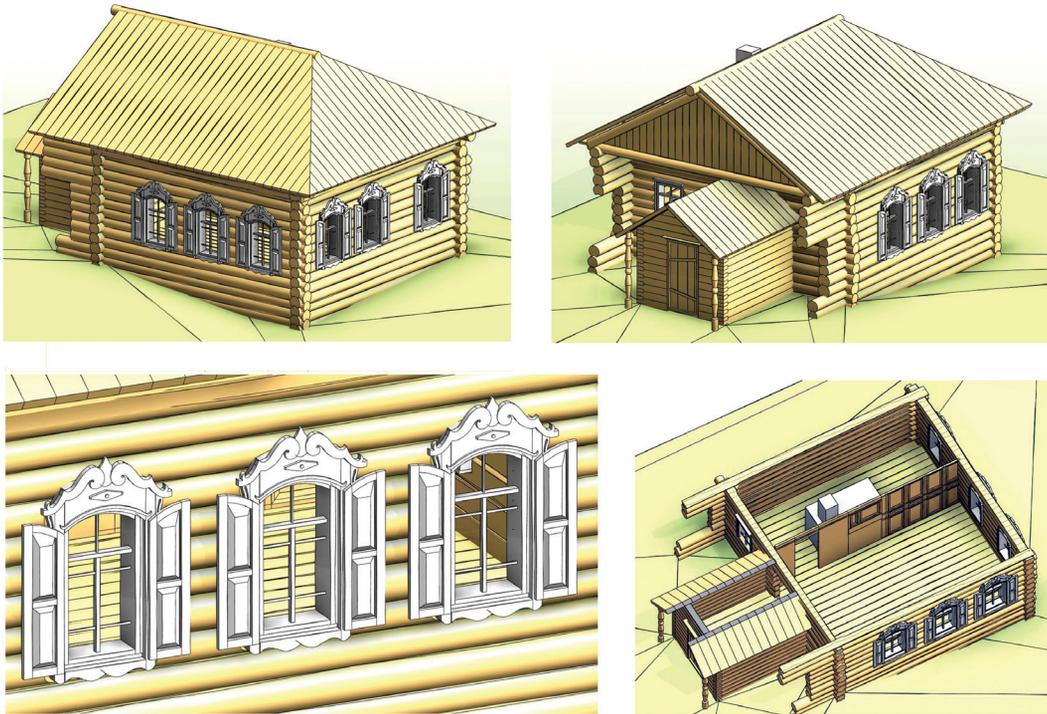
Currently adopted methods and techniques for fixing, documenting and designing the reconstruction of architectural monuments suffer from inaccuracy and do not correspond to the current level of development of technology. The article is devoted to the analysis of the basic principles of application of BIM information modeling technology when working with architectural monuments. It first summarizes the features of modeling, based on the principle of a two-stage approach: the initial creation of multiparameter libraries of the main structural elements of the objects of wooden architecture and the subsequent formation on their basis of geometric part of the information model of the architectural monument. The ideology and tools of BIM allow to work effectively with existing and completely or partially lost buildings, as the information model acts as the main storage, carrier and coordinator of information of geometric, technical and historical-cultural nature. The data set used is suitable for computer processing, analysis and use for research, museum using and popularization, as well as the operation of buildings and structures. Principles of modeling of wooden objects is that all elements of the building are independent, the resulting model is discrete. A new approach to the study of monuments of wooden architecture and their preservation is successfully implemented with the help of BIM information modeling technology, which allows to consider the structural features of structures and the associated historical and documentary information. The basis of BIM technology is the creation of universal libraries of elements, including the revolutionary idea of using multiparameter “intelligent logs”.

Key words: *preservation of architectural monuments, wooden architecture BIM technology, information model, multiparameter libraries*

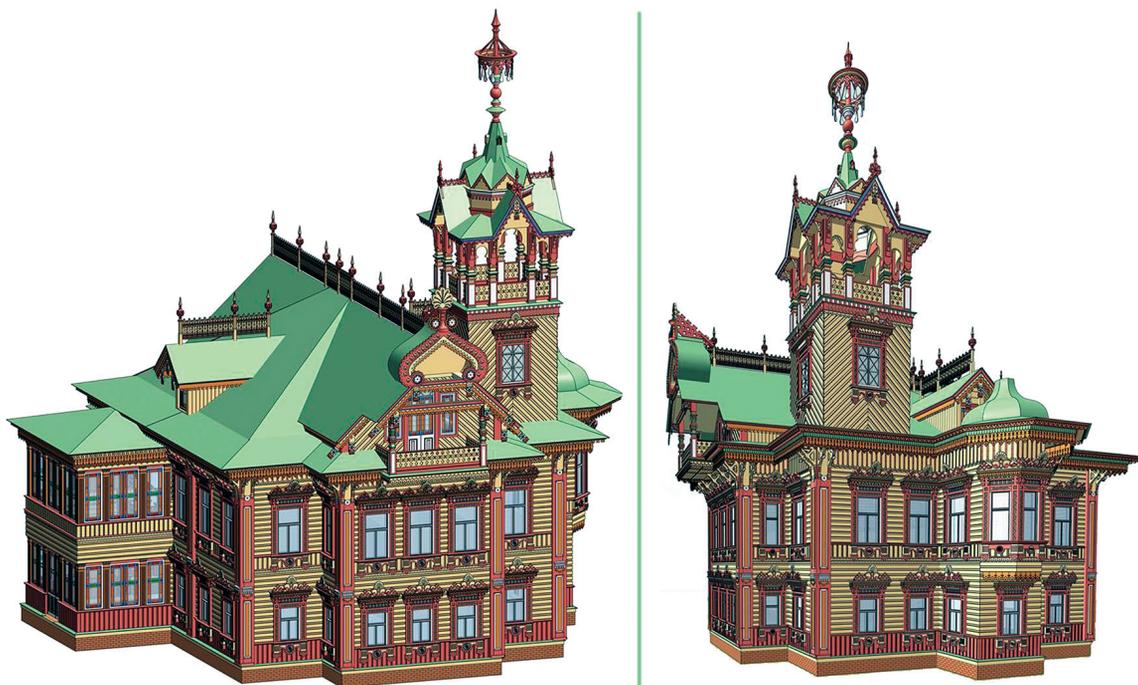
#### REFERENCES

- Anikeeva S. O. [Experience using BIM technology for museification wooden architectural monuments]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta: Kulturologiya i iskusstvovedenie* [Tomsk State University Journal of Cultural Studies and Art History], 2014, no. 1 (13), pp. 31–36. (in Russ.).

- Ashchepkov E. A. *Russkoe narodnoe zodchestvo v Vostochnoy Sibiri* [Russian folk architecture in Eastern Siberia]. Moscow: Akademiya arkhitektury SSSR Publ., 1954, 279 p. (in Russ.).
- Ashchepkov E. A. *Russkoe narodnoe zodchestvo v Zapadnoy Sibiri* [Russian folk architecture in Western Siberia]. Moscow: Akademiya arkhitektury SSSR Publ., 1950, 141 p. (in Russ.).
- Balandin S. N. *Istoriya arkhitektury russkikh zemledelcheskikh poseleniy v Sibiri (XVII — nachale XX v.)* [History of the architecture of Russian agricultural settlements in Siberia (17<sup>th</sup> — early 20<sup>th</sup> century)]. Novosibirsk: NISI Publ., 1984, 67 p. (in Russ.).
- Belov M. I., Ovsyannikov O. V., Starkov V. F. *Mangazeya* [Mangazeya]. Moscow: Nauka Publ., 1981, part 2, 148 p. (in Russ.).
- Blomkvist E. E. [Peasant constructions of Russians, Ukrainians and Belarusians]. *Vostochnoslavjanskiy etnograficheskiy sbornik: trudy instituta etnografii AN SSSR* [East Slavic Ethnographic collection: proceedings of the Institute of Ethnography of the USSR Academy of Sciences]. Moscow: AN SSSR Publ., 1956, vol. 31, 458 p. (in Russ.).
- Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K. *BIM Handbook*. Second edition. New Jersey: Wiley, 2011, 626 p. (in English).
- Gantskaya O. A. [Construction technique of Russian peasants]. *Russkie. Istoriko-etnograficheskiy atlas* [The Russians. Historical and ethnographic atlas]. Moscow: Nauka Publ., 1967, pp. 166–190. (in Russ.).
- Kostochkin V. V. *Russkoe oboronnoe zodchestvo kontsa XIII — nachala XVI vekov* [Russian defense architecture of the late 13<sup>th</sup> — early 16<sup>th</sup> centuries]. Moscow: AN SSSR Publ., 1962, 286 p. (in Russ.).
- Kozlova T. I. [The information model of a real object of cultural heritage as a new tool to work museumification practice]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Istoriya* [Tomsk State University Journal of History], 2013, no. 3(23), pp. 33–37. (in Russ.).
- Kradin N. P. *Russkoe derevyannoe oboronnoe zodchestvo* [Russian wooden defense architecture]. Moscow: Iskusstvo Publ., 1988, 192 p. (in Russ.).
- Lipinskaya V. A. *Russkoe naselenie Altayskogo kraja: narodnye traditsii v materialnoy kulture (XVIII–XX vv.)* [Russian population of the Altai territory: folk traditions in material culture (18<sup>th</sup>–20<sup>th</sup> centuries)]. Moscow: Nauka Publ., 1987, 224 p. (in Russ.).
- Mainicheva A. Y., Talapov V. V., Zhang Guanying. Principles of the information modeling of cultural legacy objects: The case of wooden Buddhist temples. *Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia*, 2017, vol. 45, no. 2, pp. 142–148. (in English).
- Makovetskiy I. V. [Architecture of the Russian national dwelling of Transbaikalia]. *Byt i iskusstvo russkogo naseleniya Vostochnoy Sibiri* [Life and art of the Russian population of Eastern Siberia]. Novosibirsk: Nauka Publ., 1975, part 2, pp. 33–47. (in Russ.).
- Makovetskiy I. V. [Wooden architecture of the Middle Angara region]. *Byt i iskusstvo russkogo naseleniya Vostochnoy Sibiri* [Life and art of the Russian population of Eastern Siberia]. Novosibirsk: Nauka Publ., 1971, part 1, pp. 106–143. (in Russ.).
- Maynischeva A. Yu. *Arkhitekturno-stroitelnye traditsii krestyanstva severnoy chasti Verkhnego Priobya: problema evolyutsii i kontaktov. Seredina XIX — nachalo XX vv.* [Architectural and construction traditions of the peasantry in the northern part of the Upper Ob region: the problems of evolution and contacts. Middle 19<sup>th</sup> — the beginning of the 20<sup>th</sup> centuries.]. Novosibirsk: IAET SO RAN Publ., 2002, 144 p. (in Russ.).
- Okladnikov A. P., Gogolev Z. V., Ashchepkov E. A. *Drevniy Zashiversk. Drevnerusskiy zapolyarnyy gorod* [Ancient Zashiversk. Ancient Russian Arctic city]. Moscow: Nauka Publ., 1977, 212 p. (in Russ.).
- Opolovnikov A. V. *Russkoe derevyannoe zodchestvo* [Russian wooden architecture]. Moscow: Iskusstvo Publ., 1986, 312 p. (in Russ.).
- Opolovnikov A. V. *Russkoe derevyannoe zodchestvo: Grazhdanskoe zodchestvo* [Russian wooden architecture: Civil architecture]. Moscow: Iskusstvo Publ., 1983, 288 p. (in Russ.).
- Talapov V. V. [On some regularities and features of information modeling of architectural monuments]. Available at: <http://www.marhi.ru/AMIT/2015/2kvart15/talapov/abstract.php> (accessed: 15.06.2017). (in Russ.).
- Talapov V. V. *Tekhnologiya BIM: sut i osnovy vnedreniya informatsionnogo modelirovaniya zdaniy* [BIM technology: the essence and basics of implementing information modeling of buildings]. Moscow: DMK-press Publ., 2015, 410 p. (in Russ.).
- Talapov V. V., Zhang Guanying. *Informatsionnoe modelirovanie pamyatnikov arkhitektury na primere drevnekitayskoy sistemy dougun* [Information modeling of architectural monuments on the example of the ancient Chinese dougun system]. Novosibirsk: NGUADI Publ., 2016, 186 p. (in Russ.).
- [Terem in Astashovo]. Available at: <http://slavyanskaya-kultura.ru/slavic/russkoe-zodchestvo/terem-v-astashovo.html> (accessed: 15.06.2017). (in Russ.).



Модель крестьянского дома из деревни Ёдарма Усть-Илимского района Иркутской области (зона затопления Богучанской ГЭС), некоторые виды «интеллектуальных бревен» и пример таблицы их изменяемых параметров. Авторы В. В. Талапов, С. О. Куликова. Компьютерная графика С. О. Куликовой



Библиотечные элементы псевдорусского стиля, созданные для моделирования терема в селе Асташово Костромской области и общий вид модели терема.  
Авторы В. В. Талапов, С. О. Куликова. Компьютерная графика С. О. Куликовой