

А. Ю. Майничева^{1✉}, А. В. Радзюкевич², А. В. Талашкин^{3, 4}

¹Институт археологии и этнографии СО РАН
Новосибирск, Россия

²Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)
Новосибирск, Россия

³Сибирский центр колокольного искусства
Новосибирск, Россия

⁴Новосибирская духовная семинария
Новосибирск, Россия

E-mail: annmaini@gmail.com

Комплексность использования информационных технологий в изучении культурного наследия: к постановке проблемы

В статье впервые предложена модель исследований недвижимых объектов культурного наследия с комплексным применением информационных технологий. На примере выполнения обмерных чертежей памятников архитектуры регионального значения продовольственного склада медеплавильного завода в р.п. Сузун, Сузунского р-на, Новосибирской обл. и школы, построенной по проекту А. Д. Крячкова, г. Новосибирск, а также памятника федерального значения Спасской церкви из Зашиверска, экспоната Историко-архитектурного музея Института археологии и этнографии СО РАН построена базовая модель, которая включает характеристику зданий, основанную на визуальном исследовании, привлечении баз данных документальных, архивных и других письменных источников, справочных материалов, размещенных в сети Интернет, и прочих цифровых ресурсов; выбор IT по ранжированным с учетом конкретных условий критериям, которыми выступают выполнение задач исследования, удобство и рациональность использования, сроки и длительность проведения, стоимость работ, наличие и стоимость оборудования, наличие программных средств, квалификация сотрудников; комплекс информационных технологий с учетом вариативности и совместимости применения каждой технологии в конкретных условиях, необходимых для составления информационной модели здания и дальнейших работ по изучению, реконструкции и музеефикации. Базовая модель обладает гибкостью, возможностью видоизменения и развития. При постановке новых задач исследования и появления современных цифровых технологий модель может быть уточнена, а поставленная проблема комплексности использования IT будет находить новые варианты решения. Проведенная работа и полученный опыт позволяют поставить вопрос о выработке моделей применения информационных технологий и их адаптации к изучению культурного наследия в широком смысле.

Ключевые слова: недвижимые объекты культурного наследия, информационные технологии, базовая модель исследования объектов культурного наследия, обмерные чертежи.

A. Y. Mainicheva^{1✉}, A. V. Radzyukevich², A. V. Talashkin^{3, 4}

¹Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS
Novosibirsk, Russia

²Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin)
Novosibirsk, Russia

³Siberian Center of Bell Art
Novosibirsk, Russia

⁴Novosibirsk Orthodox Theological Seminary
Novosibirsk, Russia

E-mail: annmaini@gmail.com

Integrated Use of Information Technologies for Studying Cultural Heritage: Formulation of the Problem

For the first time a model for studying immovable objects of cultural heritage using the integrated application of information technologies is described in this article. The basic model has been constructed using the experience of producing measured drawings of food storage warehouse at the copper smelting plant in Suzun in Novosibirsk Region, school designed by A.D. Kryachkov

in Novosibirsk, and Spasskaya church from Zashiversk (exhibit from the Museum of History and Architecture at the Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS). This model includes description of the buildings based on visual examination, use of databases of documents as well as archival and other written sources, reference materials available on the Internet and other digital resources, selection of IT according to the criteria which were ranked depending on specific conditions (accomplishing the research objectives, convenience and rationality of use, timing and duration of works, cost of works, availability and cost of equipment, availability of software, and staff qualifications), and a set of information technologies which take into account variability and compatibility of each technology in specific conditions and are needed for creating an information model of the building and for subsequent research, reconstruction, and museumification. The basic model is flexible and capable of modification and development. When new research objectives are formulated and new digital technologies emerge, the model can be adjusted, and the problem of the integrated use of IT will find new solutions. The work which was done and experience we have gained make it possible to propose further development of models for application of information technologies and their adaptation to the study of cultural heritage in the broader context.

Keywords: *immovable objects of cultural heritage, information technologies, basic model for the study of cultural heritage objects, measured drawings.*

Сохранение культурного наследия остается насущной проблемой современности, поиск путей наилучшим способом добиться решения ее остается приоритетным направлением развития гуманитарной науки. Внедрение новейших цифровых технологий в методологический арсенал дисциплин, занимающихся изучением культурного наследия, может выступать одним из эффективных способов его сохранения, преимущественно в музейной среде, о чем свидетельствуют публикации в научных изданиях и материалах конференций, напр., ежегодной конференции АДТИ 1999–2020 гг. [Историко-культурное..., 2009; Современные тенденции ..., 2011; Современные тенденции ..., 2014; Ковалева, 2015; Современные тенденции ..., 2017; XIII Конгресс..., 2019; Автоматизация..., 2020]. В настоящее время разнообразие видов информационных технологий позволяет поставить вопрос не только о выборе и адаптации методик, применяемых для изучения объектов культурного наследия [Майничева и др., 2019], но и об обеспечении комплексности их использования для достижения наилучшего результата в решении поставленных задач. В данном случае под комплексностью понимается системность и взаимосвязанность применения ИТ для интегрального исследования объектов культурного наследия. В статье впервые предлагается модель исследований с комплексным применением ИТ, на примере выполнения обмерных чертежей, которые являются основой и необходимым условием для проведения работ по сохранению и реконструкции построек. Модель построена с учетом опыта работы на зданиях, являющихся объектами культурного наследия регионального значения: продовольственного склада медеплавильного завода в р.п. Сузун, Сузунского р-на, Новосибирской обл. и школы, автор проекта А. Д. Крячков, г. Новосибирск, а также памятника федерального значения церкви Нерукотворного Образа из Зашиверска, экспоната Историко-архитектурного музея Института археологии и этнографии СО РАН (ИАМ ИАЭТ СО РАН). Здания различны по типологии, датировке, материалам и конструкциям, что позволяет выявить общее и особенное в стратегии их изучения с применением ИТ. В задачи изучения зданий входило получение обмерных чертежей, уточнение датировок, анализ метрологических систем.

Краткая характеристика зданий

Продовольственный склад медеплавильного завода, расположенный в р.п. Сузун Сузунского р-на, Новосибирской обл., – одноэтажное бревенчатое здание складского назначения, находится в составе комплекса медеплавильного завода (XVIII–XX вв.). В ходе работы потребовалось уточнение его датировки.

Школа, г. Новосибирск, ул. Якушева, 21 – двухэтажное кирпичное здание в стиле рационалистического модерна, одно из двенадцати учебных заведений, построенных по проектам выдающегося сибирского архитектора А. Д. Крячкова по программе строительства городских начальных училищ. Построено в 1909–1912 гг.

Церковь Нерукотворного Образа из Зашиверска, экспонат Историко-архитектурного музея ИАЭТ СО РАН, – православная церковь, возведенная в 1700 г. в г. Зашиверске (ныне – территория Республики Якутия (Саха), а затем перемещенная на площадку музея ИИФиФ СО АН СССР (сейчас – ИАМ ИАЭТ СО РАН). Бревенчатое здание с традиционной трехчастной структурой «алтарь – собственно церковь – трапезная», галереей, крыльцом, шатровым завершением восьмерика, покрытием трапезной на два ската и боковым покрытием алтарной части.

Выбор и результат применения информационных технологий

Была поставлена задача создания обмерных чертежей построек. С учетом высокой трудоемкости работ традиционным способом – вручную с помощью рулетки или дальномера, – выбор был сделан в пользу применения информационных технологий. Для рационализации выполнения обмеров и повышения точности результатов были проанализированы характеристики зданий. Для церкви как первого изучаемого объекта, были выполнены съемки двумя методами – фотограмметрии и наземного лазерного сканирования, чтобы получить результаты для сравнения. В силу значительности плановых и высотных размеров склада и школы был сделан выбор в пользу метода фотограмметрии. Привлекла и относительная

дешевизна выполнения установленного объема работ, поскольку для наземного лазерного сканирования характерна высокая стоимость часа работы, а точность результатов применения обоих методов сопоставима. Последовательность действий следующая.

Вначале стандартным зеркальным фотоаппаратом Canon EOS 600D с объективом EFS 18–55 mm со штатива была выполнена наземная съемка фасадов каждого объекта с высоким разрешением кадра. Затем, в связи с трудностью фотофиксации с земли и появляющимися значительными искажениями, с помощью фотокамеры, прикрепленной к беспилотному летательному аппарату (БЛА) Phantom-4, была проведена съемка верхних частей зданий и кровли. Камера квадрокоптера имеет разрешение 720 p.

Получено более двух тысяч фотографий всех объектов. Более сложное объемно-планировочное решение здание потребовало и большее количество фотофиксаций. Так, например, для склада было сделано наземной съемкой 355 фотографий, камерой квадрокоптера – 185, для школы потребовалось 640 наземных фотографий и сделанных камерой квадрокоптера – 370, для Спасской церкви из Зашиверска выполнено более 550 фотографий наземной съемкой и более 1 000 снимков лазерным сканированием.

Возникли сложности с использованием метода фотограмметрии при фиксации форм элементов чердака школы, конструктивных деталей и декора. В этих случаях был использован ручной оптический 3D-сканер EinScan-PRO, работающий на основе структурированной подсветки. Такое сканирование позволяет значительно снизить время на съемку и обработку файлов. При этом в результате обработки качество облаков точек, мэш-поверхностей и 3D-моделей получается гораздо более высоким.

Полученные в виде файлов растровые графические изображения были загружены в программу Agisoft. Для повышения скорости обработки все фотографии были разбиты на 5 групп (боковые фасады и кровля по отдельности). По алгоритму программы пакетная обработка изображений состояла из выравнивания фотографий, построения плотных облаков точек, 3D-моделей, полигональных текстур, ортофотопланов. Проверка качества полученных ортофотопланов показала, что один

пиксель растрового изображения соответствует реальному размеру 5 мм, что превышает погрешность при ручной съемке (рис. 1).

Ортофотопланы были импортированы в графическую среду программы AutoCAD с последующим масштабированием и обводкой векторами. Результирующие обмерные чертежи выполнены в формате dwg для Autodesk AutoCAD версии 2012 (рис. 2).

В дальнейшем полученные облака точек, ортофотопланы могут быть использованы для формирования информационных моделей зданий, включая их модели как «умных памятников» [Майничева, Талапов, 2020], что позволит не только выполнить реконструкцию зданий, но и вести мониторинг его состояния, своевременно реагировать на деформации его конструктивных элементов, подверженность внешним негативным влияниям, процессам гниения, разрушения и пр., а также рассматривать их вместе с прилегающей территорией как первичные элементы земельно-информационной системы (ЗИС), части геоинформационной системы (ГИС).

Рис. 1. Церковь Нерукотворного Образа из Зашиверска. Результат лазерного сканирования.

а – вид с юго-запада; *б* – интерьер церкви.





Рис. 2. Школа, архитектор А. Д. Крячков. Фрагмент обмерных чертежей.

Метрологический анализ и датировка

В задачи исследования входило требование установить соответствие размеров построек метрической и старорусской системам мер. Полученные обмерные чертежи позволили провести метрологический анализ зданий.

Проверка основных размеров склада медеплавильного завода показала их кратность метру – 100 см. Общая длина склада, измеренная по осям бревен равна

21 м с небольшой погрешностью. Шаг вертикальных пилонов боковых фасадов равен 3 м, на один шаг пилонов приходится три шага балок перекрытия, каждый равен 1 м. Ширина склада в осях равна точно 8 м. На основании полученных данных можно утверждать, что здание было запроектировано в советский период, после введения метрической системы измерений. Дальнейшее уточнение датировок можно выполнить на основании документальных источников (напр., материалов Бюро технической инвентаризации) и сформированных на их основе баз данных и выполнением дендрохронологических исследований бревен здания.

Обмеры школы показали, что метрологический строй здания соответствует старорусской системе мер, основанной на длине сажени в 2,1336 м и аршина 0,712 м. Основные измерения здания, его длина и ширина кратны измерениям в аршинах и сажнях. Толщина стен составляет 2,5 кирпича (2,5 ложка или 5 тычков), что дает размер в 1 аршин, что характерно для других школ А. Д. Кряčkова, а также построенных по его проектам военных казарм и Торгового корпуса. Высотные размеры также увязываются с величиной аршина. Девять рядов кладки равны ровно одному аршину. Фактически получается, что кирпич (со швами) является мерой и модулем здания (рис. 3).

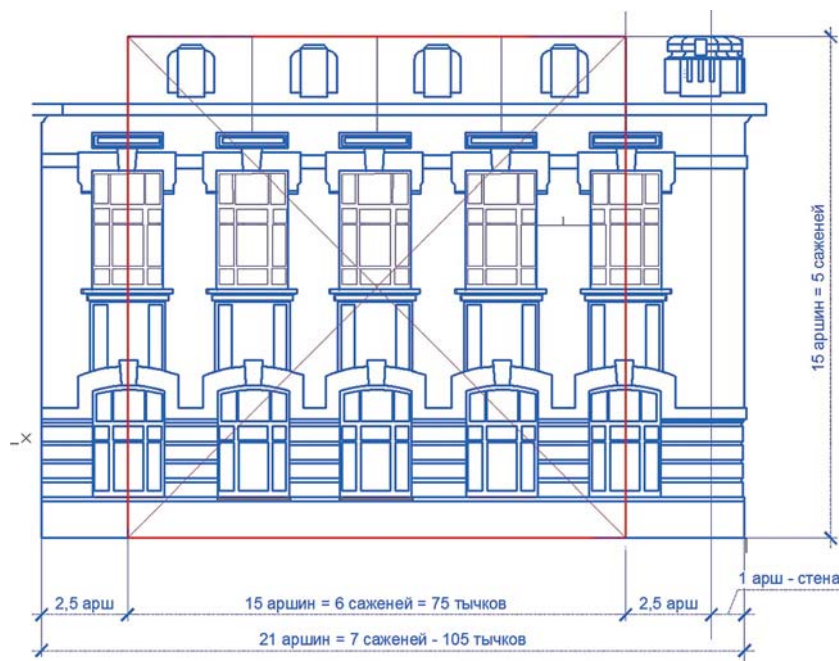


Рис. 3. Фрагмент обмерного чертежа школы с метрологическим анализом.

Метрологический анализ Зашиверской церкви позволил высказать гипотезу об особенностях размерной основы конструкций срубов по внутренним стенам и по выпускам бревен, что могло быть связано с использованием стандартных по размерам заготовленных бревен. Правильность гипотезы требует дальнейших исследований и подтверждения, путем работы с постройками той же или близкой датировки.

Выводы

При проведении исследовательских работ по получению обмерных чертежей зданий были использованы и взаимоувязаны несколько методов информационных технологий: фотограмметрия, съемка с БЛИА, лазерное сканирование, программная обработка первичных данных для получения основы для чертежей, выполнение результирующей графики, прототипирование элементов. Наибольшее влияние на выбор оказали задачи исследования, условия съемки, точность и качество результата, стоимость работ, а также характеристика зданий, включающая особенности объемно-пространственного решения и конструктивных элементов. Работы с одинаковым качеством были выполнены на зданиях, различных по типологии, датировке, материалам. В изучении объектов культурного наследия немалую роль играет 3D-моделирование, позволяющее визуализировать полученную цифровую модель, придать ей наглядность, что важно для понимания всей структуры здания, его стилистических и конструктивных особенностей, а также для дальнейшего его экспонирования. Привлеченные технологии дали все необходимые для этого первичные данные. Кроме того, для элементов декора оказалось возможным осуществление прототипирования с использованием станка с числовым программным управлением. Утраченный декор можно было восстановить в масштабе 1 : 1.

В исследованиях объектов культурного наследия необходимо принимать во внимание возможность использования комплекса информационных технологий. Разумеется, не исключаются и традиционные методы, ИТ служат для повышения точности и качества работ, сокращения их сроков. Применение цифровых технологий требует соответствующей квалификации сотрудников, часто наличия дорогостоящего оборудования, что также должно учитываться при выборе технологий. Базовая модель изучения объектов культурного наследия с комплексным применением информационных технологий входит в общий сценарий исследований и включает несколько взаимосвязанных компонентов:

– характеристика зданий, основанная на визуальном исследовании, привлечении баз данных документальных, архивных и других письменных источников, справочных материалов, размещенных в сети Интернет, и прочих цифровых ресурсов;

– выбор информационных технологий по набору критериев, ранжированных с учетом конкретных условий (выполнение задач исследования, удобство и рациональность использования, сроки и длительность проведения, стоимость работ, наличие и стоимость оборудования, наличие программных средств, квалификация сотрудников и пр.);

– формирование комплекса ИТ с учетом вариативности и совместимости применения каждой технологии в конкретных условиях, необходимых для составления информационной модели здания и дальнейших работ по изучению, реконструкции и музеефикации объекта.

В ходе дальнейших работ по изучению недвижимых объектов культурного наследия, постановки новых задач исследования, появления новых цифровых технологий предложенная базовая модель будет уточняться, а поставленная проблема комплексности использования ИТ будет находить новые варианты решения. Кроме того, уже проведенная работа и полученный опыт позволяют поставить вопрос о выработке моделей применения информационных технологий и их адаптации к изучению культурного наследия в широком смысле.

Финансирование

Работа выполнена в рамках проекта НИР ИАЭТ СО РАН № FWZG-2025-0011 «Этнокультурные и этносоциальные процессы у народов Сибири и Дальнего Востока в XVII–XXI веках: формирование и динамика».

Список литературы

XIII Конгресс антропологов и этнологов России. Казань, 2–6 июля 2019 г. / отв. ред. М. Ю. Мартынова. – Москва; Казань: ИЭА РАН, КФУ, Институт истории им. Ш. Марджани АН РТ, 2019. – 516 с.

Автоматизация деятельности музеев и информационных технологий. – URL: <https://www.adit.ru/ru/archive/konferentsii> (дата обращения 30.04.2026).

Историко-культурное наследие и информационно-коммуникационные технологии: сохранение и исследование: материалы научной конференции (Пермь, 13–14 ноября 2009 г.) / под ред. С. И. Корниенко. – Пермь: Изд-во Перм. гос. ун-та, 2009. – 238 с.

Ковалева Е. С. Информационные технологии в сохранении и презентации нематериального культурного наследия в музее. // Современные научные исследования и инновации. – 2015. – № 5, ч. 5. – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2015/05/52569> (дата обращения: 30.04.2026).

Майничева А. Ю., Груздева Е. А., Орлова Е. Ю., Радзюкевич А. В. Выбор методики фиксации этнографического объекта с использованием информационных технологий // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. – Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2019. – Т. XXV. – С. 714–719. – doi:10.17746/2658-6193.2019.25.714–719

Майничева А. Ю., Талапов В. В. Информационное моделирование зданий и сооружений: «умные памятники деревянного зодчества» // Вестн. Том. гос. ун-та. – История. – 2020. – № 65. – С. 135–140. – doi:10.17223/19988613/65/17

Современные тенденции в развитии музеев и музееведения: Мат-лы II Всерос. Науч.-практ. конф. (Новосибирск, 29 сентября – 3 октября 2014 г.) / отв. ред. В. А. Ламин, О. Н. Шелегина. – Новосибирск: Автограф, 2014. – 224 с.

Современные тенденции в развитии музеев и музееведения: Мат-лы III Всерос. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 9–12 октября 2017 г.) / отв. ред. В. А. Ламин и др. – Новосибирск: ИИ СО РАН, 2017. – 384 с.

Современные тенденции в развитии музеев и музееведения: мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 3–5 октября 2011 г.) / отв. ред. В. А. Ламин, Н. М. Щербин. – Новосибирск: ИИ СО РАН, 2011. – 398 с.

References

Avtomatizatsiya deyatel'nosti muzeev i informatsionnye tekhnologii. URL: <https://www.adit.ru/ru/archive/konferentsii> (Accessed: 30.04.2026). (In Russ.).

Kornienko S. I. (ed.). Istoriko-kul'turnoe nasledie i informatsionno-kommunikatsionnye tekhnologii: sokhranenie i issledovanie: materialy nauchnoi konferentsii (Perm, 13–14 November 2009). Perm: Perm State Univ. Press, 2009. 238 p. (In Russ.).

Kovaleva E. S. The Use of IT for the Conservation and Presentation of Intangible Cultural Heritage in Museums. In *Modern scientific researches and innovations*, 2015. No. 5. Pt. 5. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2015/05/52569> (Accessed: 30.04.2026). (In Russ.).

Lamin V. A., Shcherbin N. M. (ed.). Sovremennye tendentsii v razvitii muzeev i muzeevedeniya: materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Novosibirsk,

3–5 October 2011). Novosibirsk: Institute of History SB RAS, 2011. 398 p. (In Russ.).

Lamin V. A., Shelegina O. N. (ed.). Sovremennye tendentsii v razvitii muzeev i muzeevedeniya: materialy II Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Novosibirsk, 29 September – 3 October 2014). Novosibirsk: Avtograf, 2014. 224 p. (In Russ.).

Lamin V. A. (ed.). Sovremennye tendentsii v razvitii muzeev i muzeevedeniya: materialy III Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Novosibirsk, 9–12 October 2017). Novosibirsk: Institute of History SB RAS, 2017. 384 p. (In Russ.).

Mainicheva A. Y., Gruzdeva E., Orlova E. Y., Radzyukevich A. V. Choice of Methodology for Recording Ethnographic Structures Using Information Technologies. In *Problems of Archaeology, Ethnography, Anthropology of Siberia and Neighboring Territories*. Novosibirsk: IAET SB RAS Publ., 2019. Vol. XXV. P. 714–719. (In Russ.). doi:10.17746/2658-6193.2019.25.714–719

Mainicheva A. Y., Talapov V. V. Information Modeling of Buildings and Structures: “Smart Monuments of Wooden Architecture”. *Tomsk State Univ. J. of History*, 2020. No. 65. P. 135–140. (In Russ.). doi:10.17223/19988613/65/17

Martynova M. Y. (ed.). XIII Kongress antropologov i etnologov Rossii. Kazan, 2–6 July 2019. Moscow; Kazan: Institute of Ethnology and Anthropology RAS, Kazan Federal University, Märçani Institute of History of Tatarstan Academy of Sciences, 2019. 516 p. (In Russ.).

Майничева А. Ю. <https://orcid.org/0000-0002-0784-4252>

Радзюкевич А. В. <https://orcid.org/0000-0001-8726-9886>

Талашкин А. В. <https://orcid.org/0000-0002-4633-8723>

Дата сдачи рукописи: 06.05.2026 г.