

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ BIM И POINT CLOUD В ДИГИТАЛЬНОМ И ИНЫХ ФОРМАХ АНАСТИЛОЗА**

*Артур Дмитриевич Федоренко*

Архитектор бюро REZEDA, 664007, Иркутск, Октябрьской Революции, 1/16, BIM-разработчик, тел. 89834153676, e-mail: Terra6018059155@gmail.com

Актуальность исследования заключается в отсутствии теоретически разрабатываемого подхода к конкретизированному пониманию необходимости более глубокого анализа выполняемых работ по отношению к зданиям из Единого государственного реестра культурного наследия (памятников истории и культуры), Списка объектов архитектурного наследия Юнеско и вновь выявленным объектам.

В последнее десятилетие интерес к архитектурному наследию в Европе и России заметно возрос, но метод осмысления остается сведенным к выстраиванию визуальных образов, отзеркаливающих сегодняшние привилегированные нормы отношения к памятникам, (например, выставки «RUIN LUST» в британской галерее Тэйт 2014 г. и «MODERNISM AS A RUIN. An Archaeology of the Present» в Generali Foundation, Вена 2009 г.), тогда как теоретизация современных подходов к глобальной работе с памятниками достаточно редкое явление [1].

Недостаток информации в этой сфере влечет за собой зачастую нерациональные финансовые потери в попытках консервации руинированных объектов, не имеющих исторического подтвержденного фона, в реставрации разрушенных памятников путем дигитального анастилоза и в редких, идущих на большие компромиссы приспособленческих и реконструкционных работах.

**Ключевые слова:** руины, цифровые модели, лазерное сканирование, облака точек, архитектурное наследие, дигитальный анастилоз, реконструкция

## **USING BIM AND POINT CLOUD IN DIGITAL AND OTHER FORMS OF ANASTYLOSIS**

*Artur D. Fedorenko*

REZEDA bureau architect, BIM developer. Student of the direction of Architecture / Reconstruction and restoration of world heritage. tel. : 89834153676, e-mail: Terra6018059155@gmail.com

The relevance of the study lies in the absence of a theoretically developed approach to a concrete understanding of the need for a deeper analysis of the work performed in relation to buildings from the Unified State Register of Cultural Heritage (Historical and Cultural Monuments), the List of Unesco Architectural Heritage Sites and newly identified objects.

In the last decade, interest in the architectural heritage in Europe and Russia has increased markedly, but the method of reflection remains reduced to the construction of visual images that mirror today's privileged norms of attitudes towards monuments, (for example, the exhibitions "RUIN LUST" in the British gallery Tate 2014 and "MODERNISM AS A RUIN. An Archeology of the Present" at the General Foundation, Vienna 2009), while theorization of modern approaches to global work with monuments is a rather rare phenomenon. [1]

Lack of information in this area often entails irrational financial losses in attempts to preserve ruined objects that do not have a historically confirmed background, in the restoration of destroyed monuments by means of digital anastilosis and in rare adaptive and reconstruction works that go to great compromises.

**Keywords:** ruins, digital models, BIM, point clouds, architectural heritage, digital anastilosis, reconstruction

ВМ технологии в данной работе рассматриваются не в рамках узконаправленного помощника реставратора, основной задачей в анастилозе которого является грамотно составленная объемная модель, по методам 3D сканирования и разработки плана консервации сооружения минувшей эпохи в виде руинированный, но дополненный.

В данном рассуждений уникальный вид умной аппаратной вычислительной машины взят на вооружение, как потенциальный носитель информации гораздо большей, чем кто-либо мог когда-то предложить на него возложить. А именно, полную базу оцифрованных объектов из списка не только включенных в Архитектурное наследие, но и с замахом на те монументы и здания, что потенциально обладают критериями, в него войти.

Такой подход позволит не только сохранить самую подробную информацию о сооружениях, времени, сил или средств на реставрацию или консервирование которых в запасе не осталось, но и проанализировать необходимость реформирования отношения к культурному наследию не в частности, а в целом. Дифференциальность отношения к необходимости заботы о памятниках последние двадцать лет светит тревожными знаками в лицо прохожим все чаще.

Стоит вспомнить, что подход сбора данных путем 3д лазерного и фото сканирования явление не новое. Аббревиатура LIDAR впервые появилась в работе Миддлтона и Спилхауса «Метеорологические инструменты» 1953 года, задолго до изобретения лазеров. Первые лидары использовали в качестве источников света обычные или импульсные лампы со скоростными затворами, формировавшими короткий импульс. [2]

Технология, после обоснования принципа действия и, начавших показывать результаты, прототипов, закрепилась на ближайшие 30 лет после первого упоминания в топологии и астрофизике. СССР и США активно продвигали лазерную фотометрию, как способ отслеживания удаления космических тел, и благодаря вкладу двух сверхдержав лазерное сканирование к 2000 стало активно применяться в геодезии, а к 2007 и в архитектуре. Попутно с LIDAR было положено начало использования программного обучения в фотометрии и фото-реконструкции. Данная сфера была под эгидой реставраторов практически с момента изобретения фотоаппарата, ведь из информации с фото можно восстановить вид утерянного сооружения. Чем больше фотографий, чем разноразмернее они, тем большее количество векторов подскажет, где и какой величины был тот или иной объект [4].

Программно выполнить такой интуитивный поиск сходств компьютеру было не под силу долгие годы. И в некоторых случаях не под силу до сих пор. Но два года назад машинное обучение дало результаты сбора и анализа данных выполненных работ и сразу несколько компаний-разработчиков фотометрических point cloud программ стали использовать новые алгоритмы в своих приложениях.

Результаты интуитивной AI обработки фото не идут ни в какое сравнение с программными попытками внедрить векторную фотометрию человеком. Минимальные ошибки, четкое облачное представление и характеристики люфтинга 5-11 мм на 100 метров действительно можно назвать впечатляющими [10].

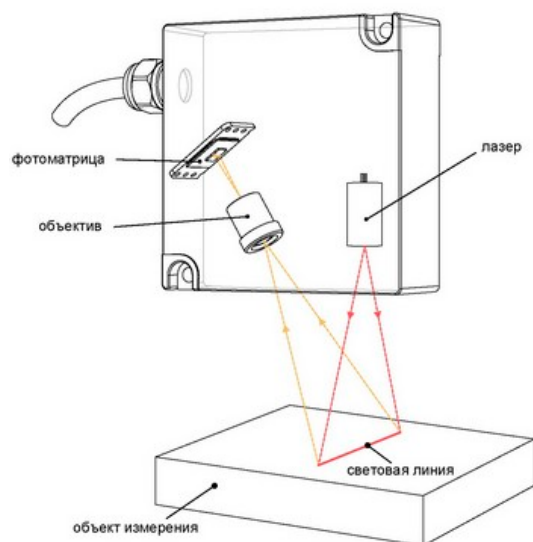


Рис. 1. Принцип действия фотометрических сканеров

И раз технология наших дней позволяет выполнять обмеры даже людям без спец-образования, то подобными новшествами необходимо пользоваться без сдерживания и ожиданий. Ресурсная необходимость в создании интер-наполненной базы будет заключаться лишь в драйверной системе данных с серверами способными удерживать объем информации не менее 0.76 ГБ данных на объем сканируемого пространства 100 на 100 на 100 м<sup>3</sup> без колоризации точек в облаке. И не менее 1.98 ГБ на тот-же объем с колоризацией. (значения взяты из эмпирических данных студии rezeda).

Т.е. исходя из максимальных значений необходимого ресурса для окрашенных точек и представив, что все здания занимают объем не меньший чем 100\*100\*100 м<sup>3</sup>, для примера возьмем город Иркутск. Получим, что при 662 объектах, вошедших на момент 21 марта 2020 года в перечень культурного местного, регионального и федерального значения по Иркутской области, объем необходимого ресурсного пакета будет равен 1310 ГБ. Для сравнения, хочется привести пример объема среднестатистического портативного жесткого диска, чей объем равен 2000 ГБ [10].

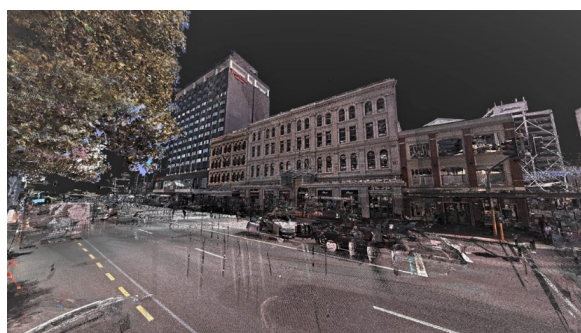


Рис. 2. Фрагмент улицы в отсканированном 3д представлении, собранном из облаков точек

Потенциально, приведенная база данных может существовать в более широком и удобном для использования представлении. С загруженными отсканированными документами по объектам, приложенными к ним чертежами и облаками точек. Составление и полная общедоступность такой базы вовсе не обязательна, в целях полит. безопасности, но ее наличие сейчас необходимо, как никогда. Ведь ее создание даст реставраторам и архитекторам одну из мощнейших в двадцать первом веке возможностей сбора и анализа данных, в последствии способной прийти к созданию слаженного универсального подхода к объектам наследия и новостроящихся рекреаций. Без базы, дающей такую возможность анализа, ошибки и не делегированные подходы по «спасению капитана Эдварда Смита» будут продолжаться в считанных метрах от остального корабля утопающего наследия.

Показательной ошибкой такого рода может стать история, происходившая в комплексе Кижы. В группе реставраций Кижского погоста наибольшее внимание было уделено тридцати трех-купальному храму (Храму преображения Господня). Реставрация храма началась еще в конце 18 века, но беря во внимание лишь то, что успело произойти с ним за последние 50 лет в рамках реставрационных программ, можно уже писать статьи на тему гордости реконструкционно-реставрационного потенциала современности.

Ремонтно-реставрационные работы на Кижском погосте возобновились в 1948 г. под руководством архитектора Б.В.Гнедовского, с 1949 г. руководителем работ становится архитектор А.В.Ополовников. Реставрация продолжалась в течение 7 лет, до 1955 г. В ходе работ были восстановлены тесовые кровли, исправлены повреждения железных кровель глав и бочек.

С 1980 Государственным предприятием НИИ «Спецпроектреставрация» и карельской специальной научно-реставрационно-производственной мастерской был выполнен демонтаж иконостаса и интерьера церкви. Затем, в 1982–1983 гг., Петрозаводским СМУ треста «Союзпромбумонтаж» осуществлен монтаж внутреннего металлического каркаса, предназначенного для предотвращения увеличения деформаций памятника, а в последующем – для вывешивания сруба при проведении реставрации [3].

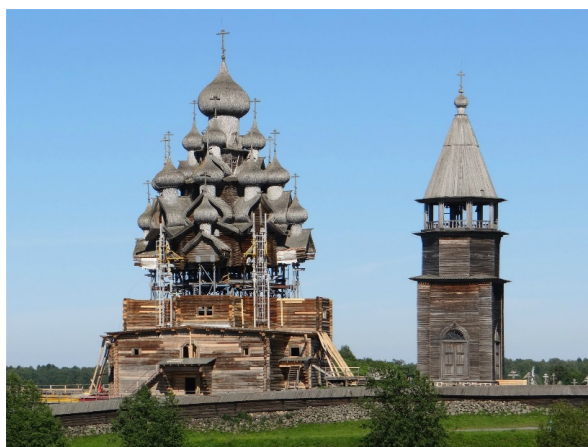


Рис. 3. Реконструкция храма в Кижях

Данная конструкция не учла лишь усыхания бруса после послойного открытия брусовых слоев. Проблема была заключена в сапраматическую ошибку и не учёт возможного набора влаги при отделении брусовых деталей, прибывающих в сцепке несколько столетий и усыхании с сдвигом точки крайней усталости материала.

После завершения сложной системы металлических опорных систем усыхание бруса открыло просветы между некоторыми слоями и оголило инженерную систему на которой держался основной конструкт храма. Встала необходимость в пересчете нагрузок, закладывании потенциального усыхания и усложнением подпорных систем с возможностью люфта при сдвиге бревен.

В 1983 г. организован постоянный мониторинг деформаций памятников кижского архитектурного ансамбля. Московским институтом «Спецпроектреставрация» разработана схема мониторинга и разбита сеть стационарных штативов для геодезического наблюдения отражающая и прогнозирующая изменения.

В 1997 г. для музея был открыт институт Плотников, с углублением в историческое воссоздание механизмов обшивки под руководством Н.Л. Попова. В 2000 г. по его же инициативе был разработан эскизный проект реставрации памятника, с которого началась нынешняя реставрация Преображенской церкви [9].

Том-же комплексе Кижского на какое-то время пребывало в безмолвии Архитектурное эхо ансамбля - Шатровая колокольня. Здание перестраивалось в 19 веке за ветхостью основных несущих стен. 60 лет колокольня не звучала и звон ее колоколов был под запретом, но, возможно, в последний момент возникшая инициатива спасла это замечательное строение. В 1987 году началась реставрация колокольни и за два года система из заглубленных металлических штырей в тело бревен и фундаментного основания из камня позволила спасти памятник от дальнейших разрушений, а покрытия гидрофобными матовыми лаками на прозрачной основе законсервировало то состояние, в котором пребывают стены памятника до наших дней.

В чем встречается сопутствующая критика этих двух подходов. Первого: в невозможно долгой реставрации (реконструкция подпорных систем и реставрация памятника идет по сей день) и в оспаривании необходимости такой «частоты» материала, какой пытаются добиться реставраторы. Ведь даже строительные болты подпорной системы были специальным заказом, с учетом характеристик волокон древесины из которой построен храм, для наименьшего удаления оригинального материала.

Второго: в, напротив, небрежном отношении к оригинальному материалу памятника, ведь дешевое покрытие, хоть и увеличило срок службы материала основного конструкта колокольни, но также изменило его цвет на более темный оттенок, выдающий себя еще и не естественным для здания своей эпохи блеском. А в добавок стержни, пронизывающие стены колокольни были вставлены в невыверенные, превышающие диаметр самих стержней, сквозные просверленные отверстия.

Современные технологии программного анализа, убежавшие за горизонты САПР, и представшие в BIM, позволили посмотреть свежим взглядом на работы

в Кижях и оценить, как делегирование средств и инструментов на одних объектах, допустимость потери трудноостанавливаемого оригинального материала и создание единой концепции консервирования памятников позволило бы за сумму вложенных средств восстановить весь комплекс. К ужасу музейных ценителей ансатилоза, с просверленными сквозными отверстиями в стенах, невидимых не с наружи ни изнутри, с заказыванием на сэкономленные средства, впитываемые в древесину более современные гидрофобные напылители и фрагментарную перестройку зданий, чей целостный перенос будет стоить суммы не способной окупиться ни за счет туристического потока на за счет исторической, архитектурной или культурной уникальности [3].

А заходя в рассуждениях в потенциальное, при развитиях подобного подхода, будущее, ВІМ база данных, собранная в единую общедоступную сеть, позволит рассматривать проблемы по сохранению наследия и переносе средств и систем не только в рамках целых рекреаций, но и городов, регионов, стран и даже мира.

Благодаря технологиям программного обучения для этого есть потенциальная возможность, не только заключенная в программную выносливость, но и значительно сокращающая человеческий фактор участия уже на начальном - обмерном этапе. В качестве инструментария программное обеспечение RealityCapture, ReCap и многие другие, позволяющее собрать модель облака точек из фотографий, которые, в приятном отличие от Гео-сканов, не нуждаются более в GPS трекинге и обладают погрешностью вычисления 30 мм, при 100 совершенных снимках с учетом захвата общих зон не менее 30 процентов, на расстояние 100 метровой дальности, что является достаточно впечатляющим результатом для уточненной модели созданной при помощи смартфона с не дуо пиксельной матрицей и разрешением не менее 1900 на 2000, то есть для модели созданной при помощи практически любого смартфона. На другой чаше весов, для объектов, чей потенциал попасть в касту тех, на ком применение сигнации выше, может быть использовано оборудование лазерного сканирования и создания облаков точек по средствам вычисления обратно-отраженной волновой фотонной скорости. При таких измерениях цена итоговой работы возрастет, но погрешность на ста метрах будет уже 3 мм, а не 30, что в случае, когда речь заходит об экономии крепежного материала для установки канелюра от которого сохранилась лишь верхняя часть, будет иметь существенную экономию в итоговом чеке.

Бывший заместитель главы Комитета Совета Федерации по науке, образованию и культуре Сергей Рыбаков, который занимался проблемами восстановления культурного наследия долгие годы, говорил: сегодня деревянные постройки фактически рассматриваются не как объекты культурного наследия, а как объекты, «мешающие развитию города».

Подобное отношение к объектам наследия сложилось по причине невозможности внесения видоизменений. Самый зарекомендовавший себя способ «оживления» сооружений заключается сейчас в приспособление. Данный вид работ, обращая минимальным вмешательством в историческую форму и с максимально возможным анастилозным подходом, подводит сооружение к нормам

действующего законодательства. Но приспособление объектов сейчас все чаще заходит в тупиковые ситуации, связанные с наложением законодательства для желающих вдохнуть городскую жизнь в стены исторического объекта.

Показательным примером грамотного третирования исторического центра может послужить Париж, где разработанный план рекреации развития центральных территорий города был дополнен Жаном Нувелем в начале нулевых. Идея заключалась в снижении нагрузки личного автотранспорта на центральную часть города, где находится наибольшее сосредоточение историко-культурных объектов, и развязывании рук архитекторам, дабы последние под чутким надзором реставраторов, приспособляли старые сооружения под современные нормы строительства и безопасности. После приспособления здания распределились по арендным площадям, необходимым городу, и во многих из них сейчас открыты офисные центры, кафе и отели. Сейчас исторические монументы Парижа самокупают свою реставрацию уже более 20 лет [6].

История приспособления в России обстоит немного сложнее.

Объекты архитектурного наследия городами сдаются в долгосрочную аренду предпринимателям и различным фирмам, но приобретаемые вместе с этим последствия немного отягощают владения бизнесом в подобных зданиях. Для примера можно рассмотреть с какими трудностями столкнется арендатор, получивший разрешение открыть в объекте такого рода кафе. СП 112.13330.2011 и СНиП по пожарной безопасности будут обязывать владельца в помещении площадью более 300 кв.м. сделать второй пожарный выход [7]. А закон о приспособлении общественных мест для малогабаритных групп населения обяжет владельца сделать пандус и расширить туалетное помещения до необходимых шести м.кв. В это же время ФЗ №73-ФЗ запрещает арендатору вносить изменения в памятник наследия и обязывает сохранять сооружение в первоначальном виде. [8] Как итог из-за нежелания общества по сохранению наследия прийти к компромиссу и не отстаивать каждый грамм оригинального материала и конструкта, здания рискуют быть заброшенным и не самокупаемым. Что поставит, их в числе тысяч других, как доноров на пересадку сердца, на ожидание фасадной реставрации.

Архитектурное наследие сейчас перестало претерпевать революционные вмешательства в свою среду. С одной стороны, повышенная забота о сохранности оригинальных материалов дает современникам более полную картину об историческом наследии, с другой не способность презентовать, потенциально возобновляемые, культурные монументы несет утерю последних в сознании общества. Монументы культуры претерпевают забвение, а вместе с ними, порой, и малые временные отрезки анналов истории уходят из памяти народов. Исключением в подобном суждении могут стать сооружения, чей невозстановленный вид является немым памятником минувших дней, как это случилось с проектом Эгона Айермана, реставрацией Гедехтнискирхе. Первоначальный проект предполагал целостное воссоздание сооружения после разрушения в 1943, но общество настояло на обратном и здание было законсервировано, дабы предстать военным монументом Западного Берлина [6].

Современная проблема в отношении к архитектурному наследию может быть представлена на примере Казанского кафедрального собора (собора во имя Казанской иконы Божией Матери) — ныне утраченного православного храма в Иркутске и Фрауэнкирхе в Дрездене - одной из наиболее значительных лютеранских церквей города [5].

И в первом и во втором примере культовые сооружения были полностью уничтожены в августе 1932 и в феврале 1945. Но после признания каждой историко-культурным наследием храм в Иркутске удостоился перестройки одной из своих башен в Казанскую часовню, а память о великом сооружении осталась лишь запечатлена на фотохронике, а Фрауэнкирхе стал прецедентом в реставрационном ремесле, чьи завалы с 1992 года по 2005 аккуратно, камешек за камешком, были пронумерованы, учтены, осмечены и собраны обратно в пазл, чья сигнация сейчас скорее похожа на калейдоскоп из оттенков, понятный лишь узконаправленным специалистам, нежели всем тем, кто пытается насладиться архитектурой памятника.

И, к прискорбию, Николаоса Баланоса, реставрационное дело в наши дни в самых ярких его представлениях добилось небывалых контрастов черного и белого, приспособления и консервирования, уничтожения с новоделом и дигитального анастилоза. Крайностям необходимо давать отпор и создавать унифицированную базу данных, наполненную всеми сооружениями, обладающими потенциалом быть увековеченными символами своих эпох. В обратном случае мы рискуем потратить все финансы и силы на сооружения подпорной системы для удержания кирпича на сандрике псевдороманской церкви, по которой были созданы все, что только могут быть обмерные документы и совершенно забыть о деревянном представителе зодчества за углом улицы, документации, обмеров и даже фото по которому нет и в помине, изо всех сил пытающегося не упасть на последней, еще не сгнившей до конца подпорной стене.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Витторио П.А. Возможность абсолютной архитектуры. – Москва. : Strelka Press, 2014. – 304 с.
2. Буш П. Д. Интеграция руинированных объектов исторического наследия в современный архитектурный контекст. – Москва, 2017. – 257 с.
3. Подъяпольский С. С., Бессонов Г. Б., Беляев Л. А., Постникова Т. М. Реставрация памятников архитектуры : учебное пособие для вузов. – М. : – 2000. – 264 с.
4. Щенков А. С. Реконструкция исторических городов : учебное пособие – М. : Памятники исторической мысли. – 2013. – 420 с.
5. Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации [Электронный ресурс] : федер. закон от 25.06.2002 № 73-ФЗ. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
6. Benndorf W. u. a. Die Frauenkirche zu Dresden. Dresden. – 2005.
7. Hamm O. G. (Red.). Das Neue Museum Berlin. Leipzig. – 2009.
8. Middleton, W. E. K, and Spilhaus, A. F., Meteorological instruments, University of Toronto, 3rd ed. – 1953.

© А. Д. Федоренко, 2021