

## **Визуализация былых образов разрушенных православных храмов на фоне современной действительности с использованием технологии дополненной реальности**

В.А. Немтинов<sup>1,А</sup>, В.Ф. Лисюнин<sup>2,В</sup>, А.Б. Борисенко<sup>3,А</sup>, В.В. Морозов<sup>4,А</sup>,  
Ю.В. Протасова<sup>5,А,С</sup>, К.В. Немтинов<sup>6,А</sup>

<sup>А</sup> Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

<sup>В</sup> Тамбовская духовная семинария, Тамбов, Россия

<sup>С</sup> Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, Тамбов, Россия

<sup>1</sup> ORCID: 0000-0003-2917-3610, [nemtinov.va@yandex.ru](mailto:nemtinov.va@yandex.ru)

<sup>2</sup> ORCID: 0000-0002-4838-2939, [ovlio9@mail.ru](mailto:ovlio9@mail.ru)

<sup>3</sup> ORCID: 0000-0001-9315-6167, [borisenko.ab@mail.tstu.ru](mailto:borisenko.ab@mail.tstu.ru)

<sup>4</sup> ORCID: 0000-0001-8839-3387, [tmb-morozov@yandex.ru](mailto:tmb-morozov@yandex.ru)

<sup>5</sup> ORCID: 0000-0001-9047-2535, [julia.nemtinova@yandex.ru](mailto:julia.nemtinova@yandex.ru)

<sup>6</sup> ORCID: 0000-0001-7830-300X, [kir155@mail.ru](mailto:kir155@mail.ru)

### **Аннотация**

В настоящее время виртуальная и дополненная реальности являются одними из перспективных технологий, внедряемых во многие сферы жизнедеятельности человека. Технология дополненной реальности позволяет встраивать в настоящий, физический мир виртуальные объекты. При этом использует три принципа построения дополненной реальности на основе: отслеживания маркеров (Marker Tracking); отслеживания координат местоположения (Location Based); распознавания изображений (Image Tracking). В последние годы технология дополненной реальности широко используется для сохранения и реконструкции объектов культурного наследия. В статье кратко рассмотрены истории строительства, функционирования и разрушения трех из семнадцати существовавших на начало XX-го века храмов г. Тамбова: Храма в честь Покрова Пресвятой Богородицы, церкви во имя первомученика архидиакона Стефана (Уткинской церкви) и церкви во имя великомученицы Варвары (Варваринской церкви). На основе доступных исторических материалов авторами была установлена связь известных людей России, которые жили и работали в Тамбовском крае в конце XIX – начале XX века и часто навещали эти храмы, которые были украшением города. Реконструкция разрушенных православных храмов города Тамбова осуществлялась в программе для визуализации архитектурных проектов Twinmotion. Созданные для этого трёхмерные модели затем были использованы при визуализации былых образов разрушенных православных храмов на фоне действительности XXI века с использованием технологии дополненной реальности, обеспечивающей встраивание в настоящий, физический мир виртуальных объектов. Применение современных информационных технологий способствует не только восстановлению и сохранению исторической памяти о православных храмах, но и развитию и популяризации краеведческой и музейной деятельности, в том числе среди подрастающего поколения.

**Ключевые слова:** виртуальная реальность, технология дополненной реальности, история памятных мест, православные храмы России, Тамбов, Храм в честь Покрова Пресвятой Богородицы, Церковь во имя первомученика архидиакона Стефана, Церковь во имя великомученицы Варвары.

## **Введение**

В настоящее время одной из основных задач развития музейного дела является поиск новых путей взаимодействия с аудиторией с учетом современных технологических трендов, в частности технологий виртуальной и дополненной реальности [1 – 3]. Под виртуальной реальностью (Virtual Reality – VR) понимается программно-аппаратная техническая система, обеспечивающая получение эффекта трёхмерного интерактивного окружения, в котором у пользователя создается ощущение присутствия (иммерсивность) [4 – 7].

Дополненная реальность (Augmented Reality – AR) – это технология, встраивающая в настоящий, физический мир виртуальные объекты. Для реализации этой технологии могут использоваться специальные очки дополненной реальности, например Magic Leap [8] или Microsoft HoloLens [9]. Встречается метод демонстрации дополненной реальности на больших экранах, например в торговых центрах или на остановках общественного транспорта.

В настоящее время в качестве устройств, демонстрирующих объекты дополненной реальности, используются смартфоны и планшеты. Современные мобильные устройства оборудованы GPS/ГЛОНАСС-приёмником, компасом, акселерометром и гироскопом, что позволяет осуществлять так называемый трекинг – отслеживание перемещения и положения устройства в пространстве. С помощью встроенной камеры получают видеопоток реального окружающего пространства. Далее с помощью специального программного обеспечения происходит наложение на видеопоток, получаемый с камеры, виртуального контента (в частности, трёхмерных моделей, анимированных сцен, видео, фотоизображений и пр.), с учетом изменения позиции и ориентации устройства в пространстве. Конечный комбинированный видеопоток отображается на экране мобильного устройства.

В представленной работе авторами рассматриваются вопросы использования технологии дополненной реальности для былых образов разрушенных православных храмов на фоне действительности XXI-го века. Применение современных информационных технологий живущим сегодня позволяет увидеть своими глазами то, что видели люди, живущие 120 – 140 лет назад [10].

## **Технология дополненной реальности при визуализации утраченных объектов культурно-исторического наследия**

В настоящее время наиболее универсальным способом является использование веб-приложений (Web Based App), позволяющих демонстрировать дополненную реальность непосредственно в браузере телефона или планшета. Для этого не требуется устанавливать никаких дополнительных приложений: достаточно просто перейти по ссылке. Одним из инструментов для создания AR-приложений для web является AR.js [11]. Это свободно распространяемое программное обеспечение, разработанное на языке программирования JavaScript, использует три принципа построения дополненной реальности на основе: отслеживания маркеров (Marker Tracking); отслеживания координат местоположения (Location Based); распознавания изображений (Image Tracking).

В качестве маркера (метки) при использовании принципа «отслеживание маркера» служат специальным образом подготовленные изображения. Метки должны быть высококонтрастными (как правило, черно-белые), изображения на них не иметь центральной симметрии. В качестве маркера может, например, служить одиночное изображение символа, буквы или цифры, простые геометрические фигуры типа квадрата или треугольника, а также бар-код. Такие маркеры могут быть напечатаны, например, на странице книги или в рекламном буклете. При наведении камеры на маркер пользова-

тель видит спроецированный на него виртуальный AR-контент. Недостатком такого метода является то, что необходимо заранее разместить в требуемых местах реального физического мира заранее напечатанные маркеры. Однако качество распознавания таких специальных меток весьма высоко и, что немаловажно для мобильных устройств, не требует больших вычислительных затрат.

При использовании принципа «отслеживание координат» пользователь видит виртуальный AR-контент в заданных локациях на основе данных, полученных со встроенных в телефон или планшет приёмников GPS/ГЛОНАСС. К ключевой точке с заранее известными географическими координатам (широте и долготе) привязывается виртуальный AR-контент. При этом следует помнить, что максимальная точность GPS/ГЛОНАСС позиционирования не превышает 3-5 метров. На практике же, на точность позиционирования влияет масса факторов (плотность и тип городской застройки, погодные условия, наличие радиопомех и др.) и она может упасть до нескольких десятков метров. Поэтому ни о каком точном позиционировании объектов речь не идёт. Максимум что можно получить в этом режиме – обеспечить доступ к определённому AR-контенту при нахождении пользователя в некоторой области заданного радиуса вокруг ключевой точки.

При использовании принципа «распознавание изображений» происходит распознавание реальных объектов, изображения которых попали в камеру. По сравнению с распознаванием специальных маркеров данная задача намного требовательнее к вычислительным ресурсам смартфона, планшета, при этом надёжность распознавания ниже.

Проблема использования дополненной реальности для сохранения и реконструкции культурного наследия широко обсуждается в литературе. В исследовании [12] авторы разработали AR-приложение на основе геолокации для демонстрации римских бань Анкары (Roman Baths of Ankara), Турция. Источником данных для построения модели бань послужили фотографии и географические координаты, полученные с дрона.

В городе Бандунг (Bandung) в Индонезии располагается большое количество исторических зданий. Авторы разработали AR-приложение на основе отслеживания координат, которое помогает всем желающим глубже изучить историю этого города [13].

В работе [14] авторами проведено исследование эффективности использования дополненной реальности при изучении истории. В процессе исследования было использовано мобильное приложение, разработанное Музеем МакКорда (McCord Museum), позволяющее находить на основе отслеживания географических координат исторические достопримечательности Монреаля (Montreal).

В настоящее время значительные детализированные виртуальные модели объектов культурного наследия, которые естественно включают в себя много сложных элементов с точки зрения их визуализации, имеют объем более 10 Мбайт. В тоже время, рекомендации по загрузке 3D-моделей в режиме дополненной реальности: для обеспечения наилучшего пользовательского опыта рекомендуемый общий размер 3D-файлов, загружаемых на платформу, должен быть меньше 10 Мбайт (10 Мбайт => 10 секунд загрузки с 4G / 5G / Wifi). Важно минимизировать размер 3D-файла перед его загрузкой [15]. Это ограничение связано с техническими возможностями современной вычислительной техники, в частности сотовыми телефонами и планшетами, а именно для пользователей этих устройств рассчитаны результаты работы авторов.

В связи с этим, при проведении данного исследования авторы упрощали описанные в работе трёхмерные модели для того, чтобы они быстро загружались через мобильную сеть и отображались с приемлемым качеством на экранах сотовых телефонов и планшетов в режиме дополненной реальности на фоне изображения реальной местности. Для хранения 3D-моделей использовались файлы в формате GLB (GL Transmission Format Binary file). Формат GLB представляет собой двоичную версию формата GLTF, который, в свою очередь, основан на JSON (JavaScript Object Notation). В одном автономном бинарном GLB-файле содержится вся информация о геометрии 3D-моделей, сценах, освещении, материалах, иерархии узлов и анимации. Для уменьшения размера

GLB-файла были использованы следующие подходы: уменьшение количества полигонов модели; сглаживание (уменьшение количества узлов) сетки; удаление невидимых частей модели; минимизация количества материалов для уменьшения количества используемых текстур; по возможности замена текстур материалов простой заливкой однотонным цветом; если заливка цветом нежелательна из-за снижения качества визуализации, то снижение разрешения используемых текстур; сжатие текстур в формат jpeg; по возможности удаление всех анимаций; если полностью удалять анимацию нежелательно, то уменьшение количества ключевых кадров. В процессе оптимизации GLB-файлов необходимо с помощью программы для просмотра контролировать промежуточные результаты с целью оценки изменения качества визуализации.

Рассмотрим применение описанной выше технологии для визуализации былых образов разрушенных храмов на фоне действительности XXI-го века на примере трех из семнадцати существовавших на начало XX века храмов г. Тамбова: Храма в честь Покрова Пресвятой Богородицы, церкви во имя первомученика архидиакона Стефана (Уткинской церкви) и церкви во имя великомученицы Варвары (Варваринской церкви).

## **Обоснование выбора объектов исследований**

Научные исследования, проведенные коллективом сотрудников Тамбовского государственного технического университета в рамках выполнения гранта РНФ (проект № 19-14-00044), затрагивают определённые моменты в биографиях известных людей, чьи судьбы были когда-то связаны с городом Тамбовом. Среди них: учёный мирового значения, основоположник учения о ноосфере В.И. Вернадский, общественный деятель, юрист, историк Чичерин Б.Н., политический и государственный деятель, дипломат Чичерин Г.В. [16], композитор, пианист, дирижер Рахманинов С.В. [17], предприниматель, общественный деятель Асеев М. В. [18], лауреат сталинской премии, доктор медицины, профессор, известный архиепископ-хирург и прославленный святитель Лука (Войно-Ясенецкий) [19].

Судьба и трудовая деятельность каждого из них была так или иначе связана с городом Тамбовом, который в годы их жизни, был административным центром одной из самых больших по площади и по населению губерний в европейской части Российской империи. Здесь проживали в своих городских усадьбах дворяне Чичерины, выезжая на лето в своё родовое поместье село Караул. Практически постоянно здесь проживал со своей семьёй известный фабрикант М.В. Асеев. Известный далеко за пределами России великий учёный В.И. Вернадский навещал Тамбов по причине выполнения своих общественных обязанностей, связанных с деятельностью Губернского земского собрания. Наездами оказывался в Тамбове и известный русский композитор С.В. Рахманинов, хотя его посещения губернского центра нельзя назвать редкими. В годы Великой Отечественной войны в городе Тамбове служил и возрождал Тамбовскую епархию прославленный архиепископ-хирург святитель Лука (Войно-Ясенецкий), который старался восстановить храмы города Тамбова.

В ходе выполнения научных исследований авторами был собран необходимый информационный материал по тем местам Тамбовской области, которые были затронуты в биографии, отмеченных выше известных людей России [20 - 23]. В дальнейшем на основе собранных информационных сведений авторами были разработаны виртуальные музеи с использованием современных средств компьютерных технологий, в частности программной среды Twinmotion [24]. В том числе и музеи по месту проживания Чичериных и Асеевых в городе Тамбове [25]. Однако можно утверждать, что все из отмеченных известных соотечественников много раз бывали в непосредственной близости или находились в определённых местах городских объектов, обойти стороной которые, было просто невозможно. В первую очередь, к таковым, можно отнести православные храмы города Тамбова, которых в патриархальном, провинциальном городе в

начале XX века было 17. На фото конца XIX века показана значительная их часть (см. рис. 1) [26].

Именно эти городские объекты в той или иной степени были хорошо знакомы известным людям, о которых отмечено было выше. Каждый из них хорошо знал такие тамбовские храмы, как Спасо-Преображенский кафедральный собор – самый старый храм в городе Тамбове, Покровские церкви на берегу реки Цна, Уткинская церковь первомученика архидиакона Стефана, располагавшаяся в самом центре города на пересечении улиц Дворянской и Долгой, Христорождественский собор, находившейся на Базарной площади, и Варваринская церковь в южной части города.

Ряд храмов сохранился до настоящего времени, но большая часть была уничтожена в годы «воинствующего атеизма». А ведь в то время, когда в Тамбове жили Чичерины, Асеевы, когда его часто навещали Рахманинов и Вернадский, эти храмы были украшением города. Эти храмы всегда служили делу веры - прославлению Бога и свидетельствовали о красоте Божьего мира, они воплощали культуру русского народа, его понимание красоты. Конечно, эти творения не могли оставить равнодушными известных людей, которым посвящена настоящая научная работа. В её завершение был выполнен ряд виртуальных разработок, которые позволяют представить нам, живущим в XXI веке, то, что ещё 120 – 140 лет назад могли видеть своими глазами люди, которых потомки с должным уважением и с любовью вспоминают в наше время.



Рис. 1. Вид на православные храмы города Тамбова со стороны реки Цны (фото конца XIX века)

## Результаты исследования

*Храм в честь Покрова Пресвятой Богородицы.* Начнём с церкви, которая с XVII века называлась Храм в честь Покрова Пресвятой Богородицы. В народе её всегда называли проще – Покровская. Значение этого храма было велико для горожан, так как он являлся своеобразным символом защиты города, который как город-крепость был освящен в день праздника Покрова Пресвятой Богородицы. Первые письменные сведения о ней были обнаружены в середине XIX века в описании, оставленном воеводою Полевым в 1659 году. Там отмечалось, что деревянная церковь находилась в Покровской слободе на берегу реки к югу от укреплений крепости «Тонбов» [27]. После пожара в 1763 году Покровская церковь была заново отстроена в каменном исполнении. Самый большой информационный материал об этой церкви в 2001 году был опубликован в монографии священнослужителя В.Ф. Лисюнина «История Покровского собора города Тамбова» [28].

Из данной работы можно узнать, что здание этой церкви с некоторыми внутренними перестройками, сделанными в разные годы, дошло до наших дней. Последнее было очень важно для нас, поскольку не оставляло сомнений в том, что внешний вид храма



не менялся в течение последних 150-ти лет. К 40-м годам XIX столетия число православных верующих в Тамбове стало так велико, что не могло соответствовать суммарному объёму молебных помещений всех действовавших в то время тамбовских храмов. Исправить создавшееся негативное положение могло только строительство новой церкви. Святейший Синод дал разрешение на её строительство в 1843 году [28]. Сам процесс строительства был связан с целым рядом инженерных проблем, приводивших к остановке процесса и его возобновлению после значительных изменений в проектной документации. Строительство велось на средства, оставленные тамбовским купцом И.М. Байковым. Новая Покровская церковь располагалась буквально в нескольких метрах от старого храма за колокольной к западу от него. Остался невыясненным вопрос, по какой причине новую церковь выстроили вблизи от старой. Она была значительно больше по объёму и доминировала на фоне старой церкви. Последнее хорошо подтверждается фотоснимками архитектурного ансамбля Покровских церквей, которые были сделаны на рубеже XIX и XX веков. Новая Покровская церковь просуществовала с 1869 до конца 30-х годов прошлого века. На рис. 2 представлен вид на Храм в честь Покрова Пресвятой Богородицы (фото типографии П.С. Москалева).



Рис. 2. Вид на Храм в честь Покрова Пресвятой Богородицы (фото типографии П.С. Москалева)

В то время в Тамбове остро стоял вопрос нехватки кирпича для строительства промышленных и военных объектов, которые велись на окраинах города. Это и послужило причиной того, что Новую Покровскую церковь закрыли и разобрали, отправив кирпич на другие нужды. Таким образом, в наше время из рассмотренного ансамбля Покровских церквей сохранилась только Старая Покровская церковь, которая является действующей и в наши дни. Именно в этом храме служил святитель Лука (Войно-Ясенецкий), который в 1944 – 1946 гг., являясь архиепископом Тамбовским и Мичуринским, и начал возрождение Тамбовской епархии.

Десять лет назад по решению руководства Тамбовской епархии были проведены раскопки на предполагаемом месте стояния разобранный Новой Покровской церкви. В результате был полностью расчищен фундамент церкви, что позволило безошибочно определить расположение храма.

Старая и Новая Покровские церкви, находившиеся на Набережной улице города Тамбова, были ближе всего расположены к городской усадьбе дворян Чичериных [26]. Она находилась на углу улиц Большой Астраханской и Покровской в 55-м городском квартале (н. ул. Советская и Кронштадтская). На рубеже XIX и XX веков здесь часто

бывал Б.Н. Чичерин, который всю свою жизнь оставался религиозным человеком. Члены семьи дворян Чичериных были прихожанами Покровской церкви, до здания которой от их городской усадьбы было не более 70-ти метров. На рис. 3 представлена визуализация образа разрушенного Храма в честь Покрова Пресвятой Богородицы на фоне действительности XXI века с использованием технологии дополненной реальности.



Рис. 3. Визуализация образа разрушенного Храма в честь Покрова Пресвятой Богородицы на фоне действительности XXI века с использованием технологии дополненной реальности

*Церковь во имя первомученика архидиакона Стефана (Уткинская Богородицкая церковь).* Второй церковный объект, который в то время был известен всем гостям и жителям Тамбова – это церковь во имя первомученика архидиакона Стефана. Горожане называли её Уткинская по фамилии И.Ф. Уткина – тамбовского купца, который первый финансировал начало строительства этой церкви. Она была обетной и строилась по обету в благодарность за избавление от холерной эпидемии, охватившей Тамбовский край в 1771 году. Первый вариант церкви нам остался неизвестен. Не сохранилось ни чертежей, ни рисунков. В 30-е годы XIX века началась перестройка Уткинской церкви. Второй вариант по внешнему виду воплотил в себе несколько архитектурных направлений в культовых строениях середины позапрошлого столетия. В результате во внешнем облике перестроенной церкви в 1857 году сочетались элементы древнерусского зодчества, византийской архитектуры и русского барокко. В то время это была самая крупная церковь Тамбова. Она была построена по крестообразному плану. Её геометрическую структуру составляли простые геометрические формы – куб, вобравший в себя молебное помещение и алтарь, горизонтальная призма, послужившая каркасной конструкцией для трапезной. Последняя соединила основное молебное помещение с притвором, над которым располагалась трёхъярусная колокольня. Основной объём Уткинской церкви уже во второй половине XIX века был основательно декорирован сложными архитектурными элементами, принёсшими необычайную красоту. К ним следует отнести четырёхколонные портики по трём сторонам основного куба.

Портики со сдвоенными колоннами украсили центральный барабан, возвышавшейся над главным строением, а над его угловыми точками стояли схожие с центральным 4 купола, увенчанных православными крестами. Богатый декор по всему основному строению делал храм самым красивым из всех культовых строений города Тамбова [29]. В 1873 году в юго-восточном углу церковной ограды была построена часовня, в которой хранилась копия иконы Тамбовской Богоматери, поэтому храм еще называли и Богородицким. Она считалась чудотворной. В июне 1918 года в Тамбове произошёл

эсеровский мятеж, при подавлении которого колокольня этой церкви впервые в истории Тамбовского края использовалась в военных целях. Это произвело тогда потрясающее негативное влияние на многих жителей города, оставив в их сознании неизгладимое впечатление. В 1931 году решением горисполкома эта церковь была закрыта. Одной из причин этому послужило место расположение храма, перекрывавшее проезжую часть улицы Интернациональной на пересечении её с улицей К. Маркса (бывшей Дворянской и Долгой).

На сегодняшний день сохранилось 9 фотоснимков Уткинской церкви города Тамбова. Все они были сделаны в последние годы XIX – в первые годы XX веков. Церковь на них запечатлена со всех 4-х сторон, правда, снимки с юга и с севера не удалось сделать перпендикулярно стенам храма – помешали строения, находившиеся вдоль улицы Долгой. По этой причине снимки были сделаны со стороны гостиницы «Цна» – с юго-востока, и со стороны здания Дворянского губернского собрания (ныне – областного драмтеатра) – с северо-востока. На этих снимках, сделанных с боковых ракурсов, хорошо отражена восточная (алтарная) стена храма и частично южная и северная стены. Однако наибольшее значение для определения точного места расположения бывшей церкви имеют снимки, выполненные с западной стороны – со стороны вокзала вдоль улицы Дворянской (н. Интернациональной). На рис. 4 представлен вид на Уткинскую Богородицкую церковь начала XX века.

Тщательный анализ старых фотоснимков, а так же копии плана города Тамбова, выполненного в 1914 году, позволил с большой вероятностью определить место расположения бывшего самого красивого православного храма города Тамбова. Этот план города был первым, на котором в центральных городских кварталах были отмечены расположения основных каменных зданий. На плане видно, что западная стена Уткинской церкви находилась на одной линии с западной стеной, выше упомянутого второго дома на северной стороне улицы, а на противоположной стороне на той же линии находилась западная торцевая стена здания, сохранившегося до наших дней.

Визуализация образа разрушенной Уткинской Богородицкой церкви на фоне действительности XXI века с использованием технологии дополненной реальности представлена на рис. 5.

*Церковь во имя великомученицы Варвары (Варваринская церковь).* Третьим православным храмом города Тамбова, которому мы уделили внимание в наших научных исследованиях с целью введения его в реестр виртуальных музеев прошлого города Тамбова, стала церковь, построенная во имя великомученицы Варвары (Варваринская).



Рис. 4. Вид на Уткинскую Богородицкую церковь





Рис. 5. Визуализация образа разрушенной Уткинской Богородицкой церкви на фоне действительности XXI века с использованием технологии дополненной реальности

Первое упоминание о ней есть в документах 1806 года [30]. Церковь находилась на южной окраине города и являлась своеобразным центром новой застройки, появившейся вокруг неё. К концу XIX века обветшавшее здание требовало капитального ремонта, осуществить который было невозможно из-за отсутствия необходимых денежных средств.

Требуемые средства предоставил в 1909 году тамбовский фабрикант М.В. Асеев, избранный прихожанами за год до этого старостой церковной общины. Вместе с другим тамбовским меценатом Л.В. Вышеславцевым были оплачены все затраты в размере 32 тысяч рублей. К тому времени это было самое крупное денежное вложение для церковных нужд в городе Тамбове.

Сохранились некоторые чертёжные документы, выполненные городским архитектором И.Ф. Федоровским для проведения капитальных ремонтных работ на Варваринской церкви [31, 32], из которых стало известно, что общая длина здания церкви составляла 23 сажени, а высота 15 саженей. Церковь при ремонте была обнесена оградой из металлических секций. Вид на Варваринскую церковь представлен на рис. 6.



Рис. 6. Вид на Варваринскую церковь

В 1929 году начался длительный процесс по привлечению общественности города к вопросу о закрытии этой церкви [32]. Он был положительно решен и в 1935 году Варваринская церковь была разобрана.

Нами были обнаружены только 4 снимка Варваринской церкви. Три из них были сделаны с северной стороны, а на четвёртом церковь представлена с северо-западной стороны. Место расположения церкви было известно по схематичным изображениям на старых картах города Тамбова. По фотоснимкам это определить сложно, поскольку, ни на одном из них нет видовых изображений каких-либо зданий, находившихся вблизи Варваринской церкви. Точно известно, что церковь стояла в южной части Варваринской площади, которую пересекала грунтовая дорога, служившая началом Астраханского тракта. Позже дорогу перенесли в объезд церкви, разместив её с южной стороны от последней. Предположительно церковь стояла перпендикулярно оси площади и разбивалась ею на две примерно равные части.

Визуализация образа разрушенной Варваринской церкви на фоне действительности XXI века с использованием технологии дополненной реальности представлена на рис. 7.



Рис. 7. Визуализация образа разрушенной Варваринской церкви на фоне действительности XXI века с использованием технологии дополненной реальности

## Заключение

В результате проведённых исследований было установлено, что из 17 православных храмов города Тамбова значительная их часть была разрушена в годы «воинствующего атеизма». Эти храмы были украшением города и всегда служили не только религиозным целям, но и воплощали культуру русского народа, его понимание красоты. Конечно, эти творения не могли оставить равнодушными и известных людей России, которые жили и работали в Тамбовском крае в конце XIX – начале XX века.

Авторы работы представили нам, живущим в XXI веке, то, что ещё 120 – 140 лет назад могли видеть своими глазами люди, потомки которых с должным уважением и с любовью вспоминают в наше время.

В качестве иллюстрации технологии дополненной реальности читателям журнала предлагается на плоскости страницы настоящей статьи восстановить образ одного разрушенного православного храма города Тамбова – Храма в честь Покрова Пресвятой Богородицы. Для этого необходимо смартфоном сканировать QR-код на рис. 8, далее перейти на страницу указанного сайта с использованием браузеров Chrome или Safari, разрешить доступ к видеокамере телефона и навести камеру на маркер. На экране телефона появится образ Храма.



а)



б)

Рис. 8. QR-код (а) и маркер (б) для восстановления образа Храма в честь Покрова Пресвятой Богородицы с использованием технологии дополненной реальности

## Список литературы

1. Robles-Ortega M. D., Feito F. R., Jiménez J. J. and Segura R. J. Web technologies applied to virtual heritage: An example of an Iberian Art Museum J. Cult. Herit. 2012. 13(3) P. 326–331 doi: 10.1016/j.culher.2011.10.001
2. Guidi G., Russo M., Angheluddu D. 3D survey and virtual reconstruction of archeological sites // Digit. Appl. Archaeol. Cult. Herit. 2014. Vol. 1. No. 2. pp. 55–69.
3. Nisiotis L., Alboul L., Beer M. Virtual Museums as a New Type of Cyber-Physical-Social System // Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics. AVR 2019. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 11614, 2019. pp. 256–263.
4. Kersten T., Tschirschwitz F., Deggim S., Lindstaedt M. Virtual Reality for Cultural Heritage Monuments – from 3D Data Recording to Immersive Visualisation // Euro-Mediterranean Conference. 2018. P. 74–83. doi: 10.1007/978-3-030-01765-1\_9.
5. Nemtinov V.A., Borisenko A.B., Nemtinova Yu.V., Gorelov A.A., Tryufilkin S.V. Implementation of technology for creating virtual spatiotemporal models of urban development history // Scientific Visualization 2018. № 3, P. 99–107. doi: 10.26583/sv.10.3.07.
6. Gorelov I., Nemtinov V., Nemtinova Yu. Development of an information model of a virtual space of a historically significant territory // Journal of Physics: Conference Series. 2019. Vol. 1278. p. 012007. doi:10.1088/1742-6596/1278/1/012007
7. Martinez1 K. P., Untalan1 M. Z. G., Burgos1 D. F. M., Ramos1 R. V., Germentil1 M. J. Q. Creation of a Virtual Reality Environment of a University Museum Using 3D Photogrammetric Models // Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci. 2019. Vol. 42. No.2. pp. 841–847. doi:10.5194/ISPRS-ARCHIVES-XLII-2-W13-841-2019
8. Magic Leap. Augmented reality platform for Enterprise. Magic Leap [Электронный ресурс]. URL: <https://www.magicleap.com/en-us>.
9. Microsoft. Microsoft HoloLens. Mixed Reality Technology [Электронный ресурс]. URL: <https://www.microsoft.com/en-us/hololens>.
10. Немтинов В.А., Горелов А.А., Борисенко А.Б., Немтинова Ю.В., Морозов В.В. Информационный анализ памятных мест, связанных с пребыванием и деятельностью ученого, биолога-растениевода И.В. Мичурина в Мичуринске // Вопросы истории. 2021. № 8(2), p. 163–171. Doi: 10.31166/VoprosyIstorii202108Statyi43.
11. AR.js org. AR.js - Augmented Reality on the Web [Электронный ресурс]. URL: <https://ar-js-org.github.io/AR.js/>.
12. Unal M., Bostanci E., Sertalp E., Guzel M., Kanwal N. Geo-location Based Augmented Reality Application For Cultural Heritage Using Drones // 2nd International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT): IEEE, 2018. pp. 1–4. doi:10.1109/ISMSIT.2018.8567073
13. Renaldy R., Zakiah A. Development Mobile Application of Bandung Tempo Doeloe based on Augmented Reality Using GPS Tracking Method // Int. J. Inf. Eng. Electron. Bus. 2020. Vol. 12. No. 2. pp. 9–14.
14. Harley J. M., Lajoie S. P., Tressel T, Jarrell A. Fostering positive emotions and history knowledge with location-based augmented reality and tour-guide prompts // Learning and Instruction 2020. Vol. 70. 101163. Doi:10.1016/j.learninstruc.2018.09.001

15. Загрузка 3D моделей на AR Code, какой размер и формат файла? [Электронный ресурс]. URL: <https://ar-code.com/ru/blog/%D0%B7%D0%B0%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%B7%D0%BA%D0%B0-3d-%D0%BC%D0%BE%D0%B4-%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B9-%D0%B2-ar-code-%D0%BA%D0%B0-%D0%BA%D0%BE%D0%B9-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BC%D0%B5%D1%80-%D0%B8-%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82-%D1%84%D0%B0%D0%B9%D0%BB%D0%B0>
16. Томас Л.Я. Жизнь Г.В. Чичерина. Москва: Собрание, 2010. 280 с.
17. Тамбовская энциклопедия / под ред. Л.Г. Протасова. Тамбов: Юлис, 2004. 708 с.
18. Тамбовский паломник. Путеводитель по святым местам Тамбовской митрополии. Тамбов: Юлис, 2014. 248 с.
19. Лисюнин, В.Ф., священник. Тамбовская Голгофа святителя Луки : (по свидетельствам очевидцев) Тамбову : монография / священник Виктор Лисюнин. – Тамбов : Издательский дом ТГУ им. Г.Р.Державина, 2012. – 540 с.
20. Лисюнин, В.Ф., священник. Покровский собор города Тамбова и православные традиции : монография / священник Виктор Лисюнин. – Тамбов : Изд-во ТРОО «Бизнес–Наука–Общество», 2013. – 432 с.
21. Лисюнин, В.Ф., протоиерей. Возрождение Тамбовской епархии в годы служения святителя Луки (Войно-Ясенецкого) на материале государственных, ведомственных и частных архивов) : монография / протоиерей Виктор Лисюнин. – Тамбов : Издательский дом «Державинский», 2021. 676 с.
22. Лисюнин, В.Ф., протоиерей. Навстречу благодати. Паломничество по городу Тамбову : монография / протоиерей Виктор Лисюнин. – Тамбов : Издательский дом «Державинский», 2022. – 256 с.
23. Viazinkin A.Y., Dvuhzhilova I.V., Gorelov A.A. Formation of a “Memorial Place”: Commemorative Materials and Virtual Reconstruction (On the Example of the Memorial Place “Ivanovka”) // Proceedings of the First International Volga Region Conference on Economics, Humanities and Sports (FICEHS 2019). Paris: Atlantis Press, 2020. pp. 570–573. doi:10.2991/aebmr.k.200114.132
24. Twinmotion. Real-time immersive 3D architectural visualization. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.unrealengine.com/en-US/twinmotion>.
25. Немтинов В.А., Горелов А.А., Немтинова Ю.В., Борисенко А.Б. Виртуальное погружение во временные периоды пребывания в Тамбовском крае представителей рода Чичериных – известных деятелей дипломатической службы России // Былые годы, 2020, 58, № 4. С. 2305-2314. doi: 10.13187/bg.2020.4.2305.
26. Лисюнин В.Ф. История Покровского собора города Тамбова. [Электронный ресурс]. URL: <http://pokrov-tmb.prihod.ru/istoriya-pokrovskogo-sobora-goroda-tambova/>
27. Кученкова В.А. Святые Тамбовской Епархии. Можайский полиграфкомбинат, 1993. 43 с.
28. Историко-статистическое описание Тамбовской епархии / под ред. А.Е. Андриевского. Тамбов: канцелярия Тамбовской Духовной Консистории, 1911. 909 с.
29. Самоцветов И.А. Справочная книжка по Тамбовской епархии на 1876 год. Тамбов: Губернская земская типография, 1876. 284 с.
30. Кученкова В.А. Тамбовские православные храмы. – Тамбовская типография отдела печати и информации. 1993. 41 с.
31. ГАТО (Государственный архив Тамбовской области). 1918. Ф. 3-6, оп. 1, д. 186.
32. Материалы Свода памятников истории и культуры РСФСР. Тамбовская область. Москва: Научно-исследовательский институт культуры, 1978. 212 с.



# Visualization of Former Images of Destroyed Orthodox Churches Against the Background of Modern Reality Using Augmented Reality Technology

V.A. Nemtinov<sup>1,A</sup>, V.F. Lisyunin<sup>2,B</sup>, A.B. Borisenko<sup>3,A</sup>, V.V. Morozov<sup>4,A</sup>, Yu.V. Protasova<sup>5,A,C</sup>,  
K.V. Nemtinov<sup>6,A</sup>

<sup>A</sup> Tambov State Technical University, Tambov, Russia

<sup>B</sup> Tambov Theological Seminary, Tambov, Tambov, Russia

<sup>C</sup> Tambov State University named after G. R. Derzhavin, Tambov, Russia

<sup>1</sup> ORCID: 0000-0003-2917-3610, [nemtinov.va@yandex.ru](mailto:nemtinov.va@yandex.ru)

<sup>2</sup> ORCID: 0000-0002-4838-2939, [ovliog@mail.ru](mailto:ovliog@mail.ru)

<sup>3</sup> ORCID: 0000-0001-9315-6167, [borisenko.ab@mail.tstu.ru](mailto:borisenko.ab@mail.tstu.ru)

<sup>4</sup> ORCID: 0000-0001-8839-3387, [tmb-morozov@yandex.ru](mailto:tmb-morozov@yandex.ru)

<sup>5</sup> ORCID: 0000-0001-9047-2535, [julia.nemtinova@yandex.ru](mailto:julia.nemtinova@yandex.ru)

<sup>6</sup> ORCID: 0000-0001-7830-300X, [kir155@mail.ru](mailto:kir155@mail.ru)

## Abstract

Currently, virtual reality and augmented reality are among the most prospective technologies that are being implemented in many areas of human life. Augmented reality allows embedding virtual objects into real physical world. At the same time, it uses three principles of building augmented reality: Marker Tracking, Location-Based coordinate tracking and Image Tracking. In recent years, augmented reality technology has been widely used for preservation and reconstruction of cultural heritage. This article briefly examines the history of construction, operation and destruction of three of the seventeen churches in the city Tambov that existed at the beginning of the XX century: the Church in honor of the Intercession of the Holy Mother of God, the church in the name of Archdeacon Stephen (Utkinskaya Church) and the church in the name of the Great Martyr Barbara (Varvarinskaya Church). Based on available historical materials, the authors established a connection to famous people of Russia who lived and worked in the Tambov Region in the late XIX-early XX century and often visited these cathedrals, which were genuine decorations of the city. Reconstruction of destroyed Orthodox churches of the city of Tambov was carried out in the software for visualization of architectural projects Twinmotion. The images created by Twinmotion were then used to visualize the former images of destroyed Orthodox churches on the XXI century background using augmented reality technology, which provides integration of virtual objects into real physical world. The use of modern information technologies contributes not only to restoration and preservation of historical memory of Orthodox churches, but also to development and popularization of local history and museum activities, especially among the younger generation.

**Keywords:** virtual reality, augmented reality technology, history of memorable places, Orthodox churches of Russia, Tambov, Church in honor of the Intercession of the Most Holy Theotokos, Church in the Name of Archdeacon Stephen the First Martyr, Church in the Name of the Great Martyr Barbara.

## References

1. Robles-Ortega M. D., Feito F. R., Jiménez J. J. and Segura R. J. (2012) "Web technologies applied to virtual heritage: An example of an Iberian Art Museum". *J. Cult. Herit.* 2012. no. 13(3) pp. 326–331 doi: 10.1016/j.culher.2011.10.001

2. Guidi G., Russo M., Angheladdu D. (2014) "3D survey and virtual reconstruction of archaeological sites" *Digit. Appl. Archaeol. Cult. Herit.* 2014. vol. 1. no. 2. pp. 55–69.
3. Nisiotis L., Alboul L., Beer M. (2019) "Virtual Museums as a New Type of Cyber-Physical-Social System". *Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics. AVR 2019*. Lecture Notes in Computer Science, 2019. vol. 11614, pp. 256–263.
4. Kersten T., Tschirschwitz F., Deggim S., Lindstaedt M. (2018) "Virtual Reality for Cultural Heritage Monuments – from 3D Data Recording to Immersive Visualisation". *Euro-Mediterranean Conference*. 2018. pp. 74–83. doi: 10.1007/978-3-030-01765-1\_9.
5. Nemtinov V.A., Borisenko A.B., Nemtinova Yu.V., Gorelov A.A., Tryufilkin S.V. Implementation of technology for creating virtual spatialtemporal models of urban development history // Scientific Visualization 2018. № 3, P. 99–107. doi: 10.26583/sv.10.3.07.
6. Gorelov I., Nemtinov V., Nemtinova Yu. (2019) "Development of an information model of a virtual space of a historically significant territory" *Journal of Physics: Conference Series*. 2019. vol. 1278. pp. 012007. doi:10.1088/1742-6596/1278/1/012007
7. Martinez K. P., Untalan M. Z. G., Burgos D. F. M., Ramos R. V., Germentil M. J. Q. (2019) "Creation of a Virtual Reality Environment of a University Museum Using 3D Photogrammetric Models". *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.* 2019. vol. 42. no.2. pp. 841–847. doi:10.5194/ISPRS-ARCHIVES-XLII-2-W13-841-2019
8. Magic Leap. Augmented reality platform for Enterprise. Magic Leap (2023) [Electronic resource]. URL: <https://www.magicleap.com/en-us>.
9. Microsoft. Microsoft HoloLens. Mixed Reality Technology (2023) [Electronic resource]. URL: <https://www.microsoft.com/en-us/hololens>.
10. Nemtinov V.A., Gorelov A.A., Borisenko A.B., Nemtinova Yu.V., Morozov V.V. (2021) "Information analysis of memorable places associated with the stay and activities of the scientist, plant biologist I.V. Michurin in Michurinsk". *Voprosy Istorii*. 2021. no. 8(2), pp. 163–171. Doi: 10.31166/VoprosyIstorii202108Statyi43 (in Russian).
11. AR.js org. AR.js - Augmented Reality on the Web [Электронный ресурс]. URL: <https://ar-js-org.github.io/AR.js/>.
12. Unal M., Bostanci E., Sertalp E., Guzel M., Kanwal N. (2018) "Geo-location Based Augmented Reality Application For Cultural Heritage Using Drones". *2nd International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT): IEEE*, 2018. pp. 1–4. doi:10.1109/ISMSIT.2018.8567073
13. Renaldy R., Zakiah A. (2020) "Development Mobile Application of Bandung Tempo Doeloe based on Augmented Reality Using GPS Tracking Method". *Int. J. Inf. Eng. Electron. Bus.* 2020. vol. 12. no. 2. pp. 9–14.
14. Harley J. M., Lajoie S. P., Tressel T., Jarrell A. (2020) "Fostering positive emotions and history knowledge with location-based augmented reality and tour-guide prompts". *Learning and Instruction*. 2020. vol. 70. 101163. Doi:10.1016/j.learninstruc.2018.09.001
15. Uploading 3D models to AR Code, what is the file size and format? [Electronic resource]. URL: <https://ar-code.com/ru/blog/%D0%B7%D0%B0%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%B7%D0%BA%D0%B0-3d-%D0%BC%D0%BE%D0%B4-%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B9-%D0%B2-ar-code-%D0%BA%D0%B0-%D0%BA%D0%BE%D0%B9-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BC%D0%B5%D1%80-%D0%B8-%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82-%D1%84%D0%B0%D0%B9%D0%BB%D0%B0>
16. Thomas L.Ya. (2010) "The Life of G.V. Chicherin". Moscow: Sobranie, 2010. 280 p (in Russian). AR.js org. AR.js - Augmented Reality on the Web (2022) [Electronic resource]. URL: <https://ar-js-org.github.io/AR.js/>.
17. Tambov Encyclopedia (2004) / edited by L.G. Protasov. Tambov: Yulis, 2004. 708 p. (in Russian)
18. Tambov pilgrim. A guide to the holy places of the Tambov Metropolis (2014). Tambov: Yulis, 2014. 248 p (in Russian).

19. Lisyunin, V.F., priest.(2012) "Tambov Golgotha of St. Luke : (according to eyewitnesses) Tambov" : monograph / priest Viktor Lisyunin. – Tambov : Publishing House of TSU named after G.R.Derzhavin, 2012. – 540 p. (in Russian).
20. Lisyunin, V.F., priest. (2013) "The Intercession Cathedral of Tambov and Orthodox traditions" : a monograph / Priest Viktor Lisyunin. – Tambov : Publishing house of the TROO "Business Science–Society", 2013. – 432 p. (in Russian).
21. Lisyunin, V.F., Archpriest. (2021) "The revival of the Tambov Diocese during the ministry of St. Luke (Voino-Yasenetsky) on the material of state, departmental and private archives)" : monograph / Archpriest Viktor Lisyunin. – Tambov : Publishing House "Derzhavinsky", 2021. 676 p. (in Russian).
22. Lisyunin, V.F., Archpriest. (2022) "Towards grace. Pilgrimage to the city of Tambov" : monograph / Archpriest Viktor Lisyunin. – Tambov : Publishing House "Derzhavinsky", 2022. – 256 p. (in Russian).
23. Viazinkin A.Y., Dvuhzhilova I.V., Gorelov A.A. (2020) "Formation of a "Memorial Place": Commemorative Materials and Virtual Reconstruction (On the Example of the Memorial Place "Ivanovka")". *Proceedings of the First International Volga Region Conference on Economics, Humanities and Sports (FICEHS 2019)*. Paris: Atlantis Press, 2020. pp. 570–573. doi:10.2991/aebmr.k.200114.132
24. Twinmotion. Real-time immersive 3D architectural visualization. (2023) [Electronic resource]. URL: <https://www.unrealengine.com/en-US/twinmotion>.
25. Nemtinov V.A., Gorelov A.A., Nemtinova Yu.V., Borisenko A.B. (2020) "Virtual immersion in the temporary periods of stay in the Tambov Region of representatives of the Chicherin family – famous figures of the Russian diplomatic service" *Bylye Gody*, 2020. 58, No. 4. pp. 2305-2314. doi: 10.13187/bg.2020.4.2305 (in Russian).
26. Lisyunin V.F. (2023) "The history of the Intercession Cathedral of the city of Tambov". [Electronic resource]. URL: <http://pokrov-tmb.prihod.ru/istoriya-pokrovskogo-sobora-goroda-tambova/> (in Russian).
27. Kuchenkova V.A. (1993) "Tambov Orthodox churches". – Tambov printing house of the Press and Information Department. 1993. 41 p (in Russian).
28. Historical and statistical description of the Tambov Diocese (1911) / edited by A.E. Andrievsky. Tambov: Office of the Tambov Spiritual Consistory, 909 p (in Russian).
29. Samotsvetov I.A. (1876) "Reference book on the Tambov diocese for 1876". Tambov: Provincial Zemstvo Printing House, 1876. 284 p (in Russian).
30. Kuchenkova V.A. (1993) "Shrines of the Tambov Diocese. Mozhaisk Polygraph Combine, 1993. 43 p (in Russian).
31. SATR (State Archive of the Tambov region). (1918). F. Z-6, op. 1, d. 186 (in Russian).
32. Materials of the Collection of historical and cultural monuments of the RSFSR. Tambov region (1978). Moscow: Scientific Research Institute of Culture, 1978. 212 p (in Russian).