

УДК 912.4

Воронежский государственный технический университет

студентка группы МАИС-221 строительного факультета

Бирюкова Т. В.

Россия, г. Воронеж, тел.: +7-951-551-75-63

e-mail: tanya-birukoova@mail.ru

Воронежский государственный технический университет

канд. ист. наук, зав. кафедрой философии, социологии и истории ВГТУ

Маслихова Л. И.

Россия, г. Воронеж

e-mail: lim29-78@mail.ru

Voronezh State Technical University

Student of the MAIS-221 group of the Faculty of Civil Engineering

Biryukova T. V.

Russia, Voronezh, tel.: +7-951-551-75-63

e-mail: tanya-birukoova@mail.ru

Voronezh State Technical University

Candidate of historical sciences, head. Department of Philosophy, Sociology and History of VSTU

Maslikhova L. I.

Russia, Voronezh

e-mail: lim29-78@mail.ru

Т. В. Бирюкова, Л. И. Маслихова

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация: В сфере сохранения культурного наследия всегда был актуален вопрос об унификации и систематизации данных об объектах культурного наследия (ОКН), для этой цели в 2022 г. была создана Региональная геоинформационная система (РГИС) Воронежской области. В настоящей статье рассмотрены этапы создания геоинформационных систем, в том числе археологических, история формирования законодательства в области охраны историко-культурного наследия, а также основной функционал и принцип работы РГИС.

Ключевые слова: Региональная геоинформационная система, объект культурного наследия, Единый государственный реестр объектов культурного наследия, археология, архитектура.

T. V. Biryukova, L. I. Maslikhova

THE MAIN STAGES OF THE FORMATION OF THE REGIONAL GEOINFORMATION SYSTEM OF CULTURAL HERITAGE OBJECTS OF THE VORONEZH REGION

Introduction: In the field of cultural heritage preservation, the issue of unification and systematization of data on cultural heritage objects has always been relevant, for this purpose, a Regional Geoinformation System (RGIS) of the Voronezh Region was created in 2022. This article discusses the stages of creating geoinformation systems, including archaeological ones, the history of the formation of legislation in the field of protection of cultural heritage, as well as the main functionality and principle of operation of the RGIS.

Keywords: Regional geoinformation system, cultural heritage object, Unified State Register of Cultural Heritage Objects, archeology, architecture.

Неотъемлемой частью культурной жизни человечества являются объекты культурного наследия, памятники истории и культуры, к которым также относятся объекты археологического наследия и другие памятники с исторически закрепленными за ними территориями, и иными предметами искусства, объектами материальной культуры, появившиеся в результате исторических событий. Такие памятники представляют ценность для исторического развития человечества, его культуры и сопутствующих сфер жизни общества [4, ст. 3]. В Воронежской области насчитывается около 5000 ОКН. После распада СССР осталось большое количество учетных охранных документов, которые требуют унификации. К сожалению, памятники истории и культуры имеют тенденцию к разрушению, в частности от человеческого воздействия, особенно в современном мире. В целях их сохранения региональными органами охраны устанавливаются зоны охраны, границы территории, защитные зоны ОКН.

Учитывая все эти обстоятельства, появляется необходимость в систематизации данных об объектах исторического и культурного наследия для обеспечения более удобного поиска сведений, эффективного исследования памятников. В XXI в. активно стали использоваться новые технологии, связанные с применением современных функций учета данных. С этим и связана актуальность и новизна проблематики настоящей работы. К целям можно отнести: прослеживание истории развития геоинформационных систем, обзор формирования законодательства РФ в вопросе охраны культурного наследия, описание основного функционала геоинформационной системы Воронежской области.

Геоинформационные системы (ГИС) — компьютерные технологии, предназначенные для работы с информацией в целях ее сбора, хранения, анализа и графической интерпретации. Такие технологии обеспечивают пользователям доступ к поиску, систематизации и редактированию пространственных данных. ГИС применяются в отношении ряда технологий, процессов, методов и приемов. Так, с их помощью можно выполнять различные операции, связанные с проектированием, планированием или управлением.

Преимуществом ГИС является подсистема анализа картографических материалов [1]. Благодаря этой функции ГИС-технологии стали наиболее популярны в археологической науке, особенно в анализе, поскольку исследователь может оперативно изучить и сравнить характер распределения археологических объектов на местности и систематизировать сведения для последующей исторической интерпретации [1].

К периоду начала использования ГИС-технологий можно отнести н. 1960-х гг.: географическая информационная система, созданная Р. Томлисоном для применения в управлении земельными ресурсами южной Канады, была успешно введена в эксплуатацию. Презентация ГИС археологическому сообществу состоялась в 1985 г. в Денвере на Симпозиуме международного общества доисторических и протоисторических наук работ С. Джилла, Д. Хоуэrsa и К. Квамм [1].

В России же примерно в эти годы только зарождалось законодательство в отношении сохранения культурного наследия. В 1978 г. были заложены основы правового регулирования в сфере охранных мероприятий в отношении ОКН. 15 декабря 1978 г. был принят закон РСФСР «Об охране и использовании памятников истории и культуры». Документ призвал способствовать закреплению тенденции развития законности в области охраны памятников [3]. В разделе III касаясь учета ОКН регламентируется лишь отнесение их к категориям общесоюзного, республиканского или местного значения [3, ст. 17].

Согласно Инструкции о порядке учета, обеспечения сохранности, содержания, использования и реставрации недвижимых памятников истории и культуры от 13 мая 1986 г. № 203, государственный учет ОКН включал: выявление, изучение памятников, установление их исторической ценности, фиксацию, составление учетных документов, ведение государственных списков недвижимых памятников [2, ст. 9]. "Список вновь выявленных объектов" содержал краткую характеристику каждого регистрируемого объекта, а также заключение экспертизы о возможности признания его памятником истории и культуры [2, ст. 12].

На каждый памятник составлялся паспорт, где содержались данные, характеризующие историю ОКН и его современное состояние, местонахождение в окружающей среде, оценку исторического значения, сведения о его территории, о зонах охраны, а также об основных историко-архитектурных и библиографических материалах [2, ст. 16]. В паспорте указывалась категория охраны и вид памятника со ссылкой на утверждающий документ.

6/6

И.2. I.I5.5.
МИНИСТЕРСТВО КУЛЬТУРЫ СССР

ПАМЯТНИКИ ИСТОРИИ И КУЛЬТУРЫ СССР
(НЕДВИЖИМЫЕ)

СОВЕТСКАЯ РЕСПУБЛИКА РСФСР

Главк охраны, реставрации и использования памятников истории и культуры
(министерство республиканского органа охраны памятников)

П А С П О Р Т

I. НАИМЕНОВАНИЕ ПАМЯТНИКА **ПОСЕЛЕНИЕ "ЛОВЧАК-2"**

II. ТИПОЛОГИЧЕСКАЯ ПРИНАДЛЕЖНОСТЬ

памятник археологии	памятник истории	памятник архитектуры	памятник монументальной скульптуры
2			

III. ДАТИРОВКА ПАМЯТНИКА (или дата исторического события, с которым связано возникновение памятника для памятников истории) **Позднее средневековье (XV-XVI вв.)**

IV. АДРЕС (местонахождение) ПАМЯТНИКА **Воронежская обл., г.Борисоглебск, Петровский с/с. Расположено в 3 км к югу от южной окраины г.Борисоглебска**
(АССР, край, область, район, автономная обл.)
национальный округ; населенный пункт; пути подъезда)

V. ХАРАКТЕР СОВРЕМЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

по первонач. назначению	культурно-просветит.	туристско-экскурсион.	лечебно-оздоровительн.	жилые помещения	хозяйств. ревновое	не используется
	музей библ. клуб		больн. санат. д/отд.		учрежден. торгов. промышл. склад	+

ПРИЛОЖЕНИЯ:

Фото общего вида — I

Фото фрагментов — I

Генплан — I

Обзоры: план —

фасад —

разрез —

Схематический план охранной зоны —

участков собственности

Рис. 1. Паспорт памятника по Инструкции 1986 г.

Составлялась учетная карточка, содержащая сведения о местонахождении, датировке, характере современного использования, степени сохранности объекта, наличии научной документации, месте ее хранения, а также указывались краткое описание и иллюстративный материал [2, ст. 15].

Актуальным является Федеральный закон от 25 июня 2002 г. № 73-ФЗ "Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации". В нашей стране ведется единый государственный реестр объектов культурного наследия (ЕГРОКН) [4]. Согласно ст. 16. «Формирование реестра», ЕГРОКН составляется путем включения или исключения из него объектов культурного наследия [4]. В ст. 18. содержится подробная инструкция о включении памятников истории и культуры в реестр. За принятием решения о включении объекта в перечень выявленных следует проведение государственной историко-культурной экспертизы (ГИКЭ), организуемой региональным органом охраны ОКН. От результата экспертизы зависит принятие решения о внесении ОКН в ЕГРОКН [4]. Из ст. 20. «Ведение реестра» следует, что процедура заполнения единого государственного реестра основана на регистрации ОКН, документационном обеспечении, а также мониторинге пополняющихся сведений о памятниках [4].

МИНИСТЕРСТВО КУЛЬТУРЫ СССР ПАМЯТНИКИ ИСТОРИИ И КУЛЬТУРЫ СССР (I.2. I.15.5.) (недвижимые)

СОЮЗНАЯ РЕСПУБЛИКА РСФСР Главк охраны, реставрации и использования памятников (индекс)

Адрес Воронежская обл., г. Борисоглебск (наименование республиканского органа охраны)

(АССР, край, область; район, автономная обл., национальный округ, населенный пункт)

I. НАИМЕНОВАНИЕ ПАМЯТНИКА УЧЕТНАЯ КАРТОНКА ПОСЕЛЕНИЕ ЛОВЧАК-2"

II. ТИПОЛОГИЧЕСКАЯ ПРИНАДЛЕЖНОСТЬ памятник археологии 2 памятник истории памятник архитектуры памятник монумент, ис-в

III. ДАТИРОВКА ПАМЯТНИКА ХУ-ХУІ вв, н.э.

IV. ХАРАКТЕР СОВРЕМЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

по первоначальному назначению	ку.и турно-просветительное	туристско-экскурсионное	лечебно-оздоровительное	жилые помещения	хозяйственное	не используется
						+

Предложения по использованию

V. ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

хорошее	среднее	плохое	аварийное
	+		

VI. КАТЕГОРИЯ ОХРАНЫ

союзная	республ.	местная	не состоит
			+

наличие утвержденной зоны

да	нет
	+

VII. НАЛИЧИЕ ДОКУМЕНТАЦИИ

паспорт	фотографии	обмеры	реставрационные материалы
I	I	I	I

место хранения документов органы охраны реставрационные мастерские музей, архив

союзный	республикан.	местный	республикан.	местные	музей, архив
		+			НИИ
					+

Дата составления картонки 5 января 1978

М. П. Составитель Килейников В.В., преп. ВГИИ Инспектор по охране памятников (ф. и. о.; должность, профессия, подпись)

Рис. 2. Учетная карточка памятника по Инструкции 1986 г.

Граждане имеют доступ к необходимым для них сведениям из реестра ОКН, для этого следует обратиться с запросом в орган охраны историко-культурного наследия [4, п. 1 ст. 26]. Запрашиваемая информация предоставляется в форме выписки из реестра, которую можно получить на сайте Министерства культуры РФ. Данные о памятниках подлежат внесению в Единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН) в рамках межведомственного взаимодействия [4, ч. 3 ст. 20.2]. Выписки из ЕГРН об объектах недвижимости также несут в себе информацию об ОКН.

На сегодняшний день на примере памятников археологии поэтапный порядок выявления и учета ОКН выглядит следующим образом: выявление памятника (разведывательные или полевые работы), направление автором открытия памятника сведений о нем в орган охраны объектов культурного наследия, включение в список выявленных ОКН, подготовка учетной карты и научного отчета, определение и утверждение границ памятника и режимов использования, а также предмета охраны. Затем проводится историко-культурная экспертиза, определение и утверждение охранных зон. Уже после этого памятник вносится в реестр ОКН, готовится учетное дело. Вслед за этим остается подготовить еще несколько позиций учетной документации – паспорта объекта и охранного обязательства. Впоследствии объект регистрируется в кадастре объектов недвижимости, сведения о нем включаются в градостроительную документацию.

Помимо ЕГРОКН сведения об объектах культурного и археологического наследия вносятся также в геоинформационный портал Воронежской области - РГИС. Региональная геоинформационная система создана с целью содействия повышению качества и оперативности принятия управленческих решений исполнительными органами государственной власти за счет обеспечения возможности доступа к актуальной и достоверной геопрограммной информации региона. Основной задачей создания РГИС является формирование системы управления пространственными и операционными данными, используемыми при исполнении органами государственной власти возложенных полномочий.

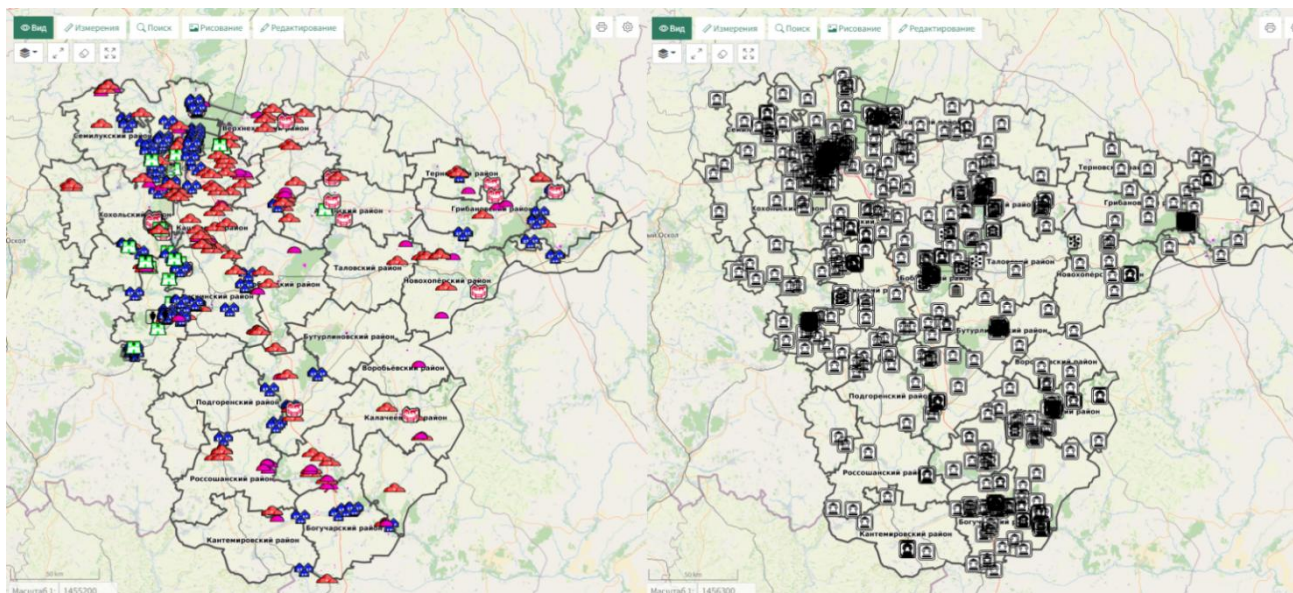


Рис. 3. РГИС Воронежской области. Карта археологических (слева) и архитектурных ОКН (справа).

Как уже упоминалось, после введения 73-ФЗ осталось большое количество паспортов, учетных карт, утвержденных Инструкцией 1986 г., все эти учетные документы требуют унификации. В том числе, существует перечень выявленных ОКН и список ОКН, внесенных в ЕГРОКН, расположенных на территории Воронежской области. Исходя из этого, возникает необходимость детального учета данных о памятниках, который обеспечивается путем заполнения РГИС.

Портал позволяет создавать карточки объектов. К примеру, археологические объекты содержат такую информацию как наименование, расположение, ФИО первооткрывателя (последующего исследователя), статус, тип памятника (курган/городище/поселение и др.), дата его создания, категория (федерального значения/выявленный), регистрационный номер, топоним в названии ОАН, а также нормативные документы и др. В том числе портал позволяет вносить информацию о местах заложения шурфов, подгружать открытые листы, отчеты для института археологии.

Карточки архитектурных памятников содержат следующую информацию: наименование, адрес, вид ОКН (ансамбль/достопримечательное место/памятник), категория ОКН (местного/регионального/федерального значения), состояние ОКН, регистрационный номер, нормативно-правовые документы о предмете охраны, защитных зонах, границах территории, зонах охраны, охранном обязательстве и др.

Портал удобен тем, что позволяет вносить координаты границ территорий, зон охраны, защитных зон, благодаря этому складывается единая картина расположения ОКН и связанных с ними территорий. Такой наглядный способ визуализации пространственных данных упрощает процесс анализа, поиска и дальнейшей работы со сведениями.

В функционал портала входит также возможность добавления заданий и разрешений на проектные и производственные работы. Карточки заданий содержат информацию о наименовании ОКН, его адресе, описании охранных работ, которые необходимо осуществить, среди них могут быть реставрация, ремонт частей помещений, консервация, частичный ремонт или замена отдельных деталей и др. Обязательно должен указываться заявитель, дата выдачи и номер задания, может быть прикреплена научно-проектная документация.

Разрешения на проведение работ по сохранению объектов культурного наследия содержат подобную информацию, как и задания. В них указывается, кем было выдано конкретное разрешение, точно так же указывается описание работ, дата и номер выдачи разрешения, окончание срока его действия, конечная дата направления отчета.

Кроме того, РГИС содержит разделы, включающие информацию о научно-проектной документации на ОКН, нормативно-правовые документы и отчетную документацию.

В самом интерфейсе портала присутствуют такие функции, как возможность просмотра общего вида картографических данных, очистка карты, просмотр топографических основ. Функция «измерения» обеспечивает возможность измерения расстояния и площади необходимых объектов на карте. «Поиск» обеспечивается по нескольким категориям: по объектам, по координатам, публичной кадастровой карте, поиск по адресу, по районам. В том числе присутствует функция «рисование», которая в заметках позволяет осуществлять различные манипуляции с картой для более удобного анализа, например, заливка цветом, рисование линий, полигонов, геометрических фигур и др. Функция «редактирование» имеет следующие инструменты: «точка» - установление месторасположения ОКН на местности, также можно связать с объектом карты учетную карточку ОКН, загрузить необходимые координаты, редактировать любой объект, сохранить или удалить изменения.

На ноябрь 2022 г. в базе данных геоинформационной системы содержится 3181 карточка объектов археологического наследия, которые включают в себя выявленные памятники и включенные в ЕГРОКН, и 2102 карточки архитектурных памятников, также включающих в себя выявленные и содержащиеся в реестре объекты.

Для Воронежской области портал является новым форматом учета данных. Его развитие значительно сможет облегчить процедуру охранный деятельности культурного наследия. РГИС предоставляет доступ к актуальным сведениям о памятниках истории и культуры, обеспечивает удобный формат работы с ними, эффективный поиск и анализ информации. Поскольку база данных появилась недавно, предстоит еще много работы по ведению учета ОКН.

Библиографический список

1. Афанасьев Г. Е. Основные направления применения ГИС- и ДЗ-технологий в археологии [Электронный ресурс] / Г. Е. Афанасьев. - Электрон. дан. // Круглый стол «Геоинформационные технологии в археологических исследованиях» (Москва, 2 апр. 2003 г.): сб. докл. / сост. Д. С. Коробов. – Москва, 2004. URL: <https://www.archaeolog.ru/media/periodicals/agis/AGIS-1/Afanasjev/afanasjev.html>

2. Хахулина Н.Б., Маслихова Л.И., Баринов В.Н. Современные технологии для сохранения объектов культурного наследия / Н.Б. Хахулина, Л.И. Маслихова, В.Н. Баринов // Культурный слой. Материалы международной научно-практической конференции «И Зверевские чтения – культурный слой города: исторический, археологический, этнографический аспекты» (г. Воронеж, 11-12 сентября 2021 г.). Автономное учреждение культуры Воронежской области «Государственная инспекция историко-культурного наследия» Государственное бюджетное учреждение культуры Воронежской области «Воронежский областной краеведческий музей». 2021. С. 318-324.

3. Nahulina N.B., Maslikhova L.I., Akimova S.V. Modern technologies applied to archaeological research in Voronezh region / N.B. Nahulina, L.I. Maslikhova, S.V. Akimova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. С. 032037.

4. Инструкция о порядке учета, обеспечения сохранности, содержания, использования и реставрации недвижимых памятников истории и культуры (утв. приказом Минкультуры СССР от 13 мая 1986 г. № 203). [Электронный ресурс]. URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/2305380/paragraph/8836/doclist/2698/showentries/0/highlight/:0>

5. Закон РСФСР от 15 декабря 1978 г. "Об охране и использовании памятников истории и культуры". [Электронный ресурс]. URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/3959593/paragraph/9900:0>

6. Федеральный закон от 25 июня 2002 г. № 73-ФЗ "Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации". [Электронный ресурс]. URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/12127232/paragraph/146417:0>

УДК 69: 681.51; 620.98

Воронежский государственный технический университет
студент группы мТЭЗ-201 факультета инженерных
систем и сооружений

Иода А.В.

Россия, г. Воронеж, тел.: +7 952 548-77-76

Воронежский государственный технический университет
канд. техн. наук, доцент кафедры жилищно-
коммунального хозяйства

Исанова А.В.

Россия, г. Воронеж, тел.: +7-906-677-97-73

e-mail: a.isanova@bk.ru

Voronezh State Technical University
Student of group mTEZ-201 faculty of engineering
systems and constructions

Ioda A.V.

Russia, Voronezh, tel.:+7 952 548-77-76

Voronezh State Technical University
Associate professor of the department of housing and
communal services

Isanova A.V.

Russia, Voronezh, tel.: +7-906-677-97-73

e-mail: a.isanova@bk.ru

А.В. Иода, А.В. Исанова

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ 3D СКАНИРОВАНИЯ: ФОТОГРАММЕТРИЯ, ТРИАНГУЛЯЦИЯ, СТРУКТУРИРОВАННЫЙ СВЕТ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

Аннотация. В статье представлена информация о применении технологии 3D сканирования при обследовании памятников архитектурного наследия. Собрана информация о том, каким образом данные 3D сканирования могут способствовать в достижении глобальных целей по сохранению культурных ценностей прошлого. В работе были выделены и описаны преимущества всех видов сканирования от классических до новейших методов.

Ключевые слова: 3D сканирование, триангуляция, фотограмметрия, структурированный свет.

A.V. Ioda, A.V. Isanova

COMPARATIVE ANALYSIS OF 3D SCANNING TECHNOLOGIES: PHOTOGRAMMETRY, TRIANGULATION, STRUCTURED LIGHT IN THE EXAMINATION OF ARCHITECTURAL HERITAGE MONUMENTS

Introduction. The article provides information on the use of 3D scanning technology in the examination of architectural heritage monuments. Information has been collected on how 3D scanning data can contribute to achieving global goals for the preservation of cultural values of the past. The paper highlights and describes the advantages of all types of scanning from classical to the latest methods.

Keywords: 3D scanning, triangulation, photogrammetry, structured light.

За последние годы 3D-сканирование стало необходимым для формирования и долгосрочного хранения документации, касающейся памятников культурного наследия. 3D-записи объектов, памятников и реликвий с высочайшим разрешением дают возможность нам исследовать и изучать их, сохраняя полученные 3D-модели с их особенными цветовыми решениями. Обязательным компонентом работы считается запись объектов с максимальным разрешением, архивирование, для дальнейшего их анализа по мере развития технологического прогресса. Иногда рассматриваемые модели требуется материализовать, что без использования 3D-технологий практически невозможно [1].

Цифровые технологии прежде ассоциировались с виртуальными, но ныне появилась возможность их приведения к виду трехмерных объектов, используя 3D-технологии.

Разрушение объектов культурного наследия, вызванное туризмом, войнами, вандализмом, действием времени, некачественным ремонтом и стихийными бедствиями, привели к переоценке значимости сохранения первичных изображений с высочайшим разрешением [2]. Такая позиция ведет к пересмотру отношений между оригиналом и подлинником. Четкие и точные изображения первоисточников стали доступны из-за достижений в области 3D-моделирования и широкого диапазона способов обработки изображений [3].

© Иода А.В., Исанова А.В., 2022

Есть большое количество всевозможных способов 3D сканирования, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки - ни один из них не является совершенным [4]. Для 3D-модели может быть использован большой масштаб, фиксируя топографию ландшафта с больших расстояний, или наоборот, маленький, для документирования деталей, которые нелегко оценить человеческому глазу - визуализация для исследования или же прогноза состояния [5].

Цифровые 3D-модели применяются для самых различных целей в самых разнообразных секторах промышленности и строительства [7]. 3D-сканер — это прибор, которое подвергает анализу объект или же находящуюся вокруг среду для сбора данных о его форме и его наружном облике, в том числе о цветовом решении. Эти собранные данные позволяют создать цифровые трехмерные модели. Лазерное 3D-сканирование — это разработка, которая использует лазер для измерения геометрических характеристик объекта и создания цифровой 3D-модели на базе полученных данных. Данная разработка необходима в областях проектирования, дизайна, прототипирования и т.д. [8].

Можно выделить несколько видов 3D сканирования: активные и пассивные, контактные и бесконтактные.

Более детально разберем контактные сканеры, данный вид сканеров спроектирован по принципу обвода модели высокочувствительным щупом, благодаря ему в компьютер передаются трехмерные координаты сканируемой модели.

3D-сканеры относящиеся к бесконтактным изготавливаются на основе трех технологий:

- фотограмметрия;
- структурированный свет;
- триангуляция.

3D-сканеры, использующие технологию триангуляции, относятся к активным сканерам, для получения конечного результата они используют лазерный луч, для сканирования объекта. Устройства передают на объект сканирования лазер, камера фиксирует расположение точки, в том месте, где прошел лазер. Технология, относящаяся к триангуляции, называется так потому, что лазерный луч, лазерный излучатель и камера образуют треугольник. Одна сторона треугольника известна – это расстояние между камерой и лазерным сканером. Еще известен угол лазерного излучателя. Угол камеры можно определить по расположению лазерной точки в поле обзора камеры. Данные показатели определяют размер треугольника и форму, указывая на расположение угла лазерной точки. Для того чтобы ускорить процесс получения данных используют лазерную полосу.

Технология лазерного сканирования основана на применении оптически направленных лазерных лучах, они позволяют качественно и точно создавать траекторию системы. До 1990-х годов GNSS-IMU технология являлась недоступной для коммерческого использования. Однако, рынок технологий совершил рывок, особенно с развитием технологий волоконно-оптических гироскопов (FOG) и микро-электромеханических систем (MEMS).

3D-сканеры, использующие технологию структурированный свет, на поверхности объекта проецируют геометрические узоры, в свою очередь камера фиксирует искривление изображения. Опираясь на то, что смещение рисунка, возможно рассчитать с помощью местоположение каждой точки. Так как шаблоны спроецированы из одной точки наблюдения за один раз, нужно объединить множество 3D-сканов, чтобы сшить полную картинку в 360°. Одни производители обходят это ограничение, устанавливая объект на вращающемся столе и автоматически сшивает 3D-изображения. Такие сканеры довольно точны, разрешение составляет десятки микрон. В отличие от триангуляционных лазерных 3D-сканеров, эта технология абсолютно безопасна для людей и животных. Диапазон 3D сканирования ограничен несколькими метрами. Технология структурированного света применяется как в стационарных, так и в портативных 3D-сканерах.

Фотограмметрия – способ, позволяющий получить из двумерных снимков, 3d модели территории и объекта. Оператор получает точные координаты прямоком с модели, а методика зачастую используют геодезисты, архитекторы и инженеры, занимающиеся созданием топографических карт или же чертежей на основе реальных объектов.

Все эти технологии могут быть очень полезны для сохранения памятников культурного наследия, позволяя выполнять научный анализ исторически важных зданий и сооружений. Инструменты BIM-моделирования могут быть использованы для воссоздания документации зданий культурного наследия и позволят сохранить её [9]. Так же BIM-модель помогает определить, какие данные нуждаются в дальнейшей доработке, дает возможность осуществлять мониторинг и сделать прогноз изменения технического состояния объекта [10].

Обследование и консервация памятников архитектурного наследия -сложный и многоуровневый процесс, требующий сотрудничества различных специалистов. Это связано с тем, что базы данных, участвующих в нём и используемые при построении 3D-моделей, требуют совместной работы сотрудников смежных областей науки. Различные типы информации, соединённые воедино, составляют информационную модель памятников культурного наследия (НВIM) [11].

Одним из ключевых этапов эксплуатации памятников архитектурного наследия является анализ данных о них, в ходе которого необходимо объединить несколько источников. Одновременно с техническим обследованием конструктивных элементов проводится исторический анализ, изучаются все существующие материалы и исторические документы [12]. На этапе визуального обследования объекта составляется ведомость с перечислением дефектов конструкций и их отделки. Методы 3D-сканирования помогают получить информативную картину с указанием места расположения указанных повреждений.

Информация, касающаяся зданий культурного наследия, которую возможно детально собрать с помощью методов 3D-сканирования, и подлежащая хранению, включает:

1. Геометрические данные;
2. «Архитектурная грамматика», задуманная как архитектурный стиль. Она включает в себя анализ применяемых конкретных строительных конструкций и методов строительства;
3. Характеристики материалов. Эта информация обычно детализируется с указанием конкретного расположения на планах и разрезах каждого вида материала, выделяя их штриховкой - маркировка;
4. Ведомость дефектов. Совместно с ней формируются планы и разрезы с указанием их месторасположения. Если в здании обнаружены деформации несущих конструкций, необходимо предусмотреть их инструментальное обследование;
5. Рекомендации по устранению дефектов, с календарным графиком проведения конкретных мероприятий и их последовательности. Составление технологических карт осуществления ремонтных работ [13].

Вывод: Сбор данных, на основе которого осуществляется BIM-моделирование рассматриваемого объекта архитектурного наследия, даёт возможность детальной разработки мероприятий для проведения капитального и текущего ремонта, а также построение динамической модели дальнейшей эксплуатации объекта. Для этого просто необходимо использование последних разработки в области прогнозирования и моделирования на основе данных визуального мониторинга, которые доступны и легко реализуемы при внедрении технологий 3d сканирования.

Библиографический список

1. Наземное лазерное сканирование: монография / В.А. Середович, А.В. Комиссаров, Д.В. Комиссаров, Т.А. Широкова. – Новосибирск: СГГА, 2009.

2. Применение трехмерного лазерного сканирования в отечественном судостроении [Текст] / В. П. Суетин и др. – 2005. – № 1.
3. <https://digital-build.ru/kak-s-pomoshhyu-lazernogo-3d-skanirovaniya-sokratit-riski-pri-stroitelstve-i-rekonstrukczii/> 12.01.2022.
4. Monnier, F. Trees detection from laser point clouds acquired in dense urban areas by a mobile mapping system [Text] / F. Monnier, B. Vallet, and B. Soheilian // 270 ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XXII ISPRS Congress, Commission III/4, 25 August – 01 September 2012, Melbourne, Australia. – 2012. – Vol. I-3. – PP. 245-250.
5. Laser mirror scanner LMS-Z420 technical documentation and users instructions [Text]. – Riegl Austria, 2006
6. Boehler, W., Marbs, A., 3D Scanning and Photogrammetry for Heritage Recording: a Comparison, Proc. of 12th Int. Conf. on Geoinformatics, 2004
7. Методы измерения 3D-профиля объектов. Контактные, триангуляционные системы и методы структурированного освещения: учеб. пособие / В.И. Гужов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. – 82 с.
8. Якушенков, Ю. Г. Теория и расчет оптико-электронных приборов [Текст] : учебник / Ю. Г. Якушенков. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Логос, 2004. – 472 с.
9. El-Hakim S. F., 3D Modeling of Complex Environments, Videometrics and Optical Methods for 3D Shape Measurement, Proceedings of SPIE , Vol 4309, 2001
10. Geomagic Studio ñ Randrop: <http://www.geomagic.com> [October 2004]
11. Gruen, A., Remondino, F., Zhang, L., Photogrammetric Reconstruction The Photogrammetric Record, 19(107), pp. 177-199, 2004
12. Georgantas, A. Image to point cloud method of 3D-modeling [Text] / A. Georgantas, M. Brédif, M. Pierrot-Desseilligny// ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XXII ISPRS Congress, Commission III/4, 25 August – 01 September 2012, Melbourne, Australia. – 2012. – Vol. XXXIX-B3. – PP. 23-28
13. iWitiness: <http://www.photometrix.com.au> [October 2004]
14. Kadobayashi, R., Kochi, N., Otani, H., Furukawa, R., Comparison and evaluation of laser scanning and Photogrammetry and their Combined Use for Digital Recording of Cultural Heritage, Int. Arch. of PRS&SIS. 2012.