

Департамент образования города Москвы
Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Школа № 2005»

**КОНКУРС ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И ПРОЕКТНЫХ РАБОТ
ОБУЧАЮЩИХСЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ГОРОДА
МОСКВЫ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

«МЕГАПОЛИС XXI ВЕКА — ГОРОД ДЛЯ ЖИЗНИ»

Номинация:

Научно-практическое исследование (проект) для города.

Тематическое направление:

5. Культура и туризм.

5.3 Создание, развитие, использование и охрана памятников истории и культуры города.

Название проекта:

«Цифровая реальность»

Автор: ученик 5 класса «Б»



Галайда Иван Иванович



Руководитель работы:

Панина Мария Вячеславовна – учитель



Заместитель директора по содержанию образования:

Макаренкова Татьяна Алексеевна

Москва

2023

ОТЗЫВ научного руководителя

на проектную работу ученика

Галайды Ивана Ивановича

ДЛЯ КОНКУРСА ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И ПРОЕКТНЫХ РАБОТ ОБУЧАЮЩИХСЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ГОРОДА МОСКВЫ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ «МЕГАПОЛИС XXI ВЕКА — ГОРОД ДЛЯ ЖИЗНИ»

В номинации

Научно-практическое исследование (проект) для города.

Тематическое направление:

5. Культура и туризм.

5.3 Создание, развитие, использование и охрана памятников истории и культуры города.

Название проекта: «Цифровая реальность».

Проектная работа Галайды И.И., посвящена современной технологии исследования и сохранения объектов истории и культуры города в виде цифровых копий.

При выполнении исследования Галайда И.И. освоил программное обеспечение для фотограмметрии, изучил процесс фотофиксации памятника, использовал разнообразные формы наглядности с применением информационных технологий (скриншоты, фотографии, ортофотопланы, цифровые математические модели, видеофрагменты моделей, схемы); для выступления учеником была разработана мультимедийная презентация с использованием программного обеспечения Microsoft Power Point, для демонстрации созданных трехмерных моделей объектов были созданы и смонтированы видеофрагменты вращающихся моделей на разных стадиях готовности.

Творческая активность: в процессе проведения исследования ученик продемонстрировал инициативность и самостоятельность, способность к нестандартному решению задач, умение работать с научной и методической литературой, способность к критическому анализу изучаемых текстов.

Положительные проекта. Содержание проекта соответствует поставленной цели и задачам. Материал изложен четко и грамотно. Созданные в процессе исследования трехмерные модели объектов, являются их точными цифровыми копиями, которые теперь доступны для детального исследования и измерения в комфортных условиях и выложены на цифровую платформу в сети интернет.

Практическая часть работы, проведена успешно и в результате исследования Галайде И.И. удалось овладеть навыками фотофиксации, построения реалистичных трехмерных моделей исследуемых объектов как в условиях помещения, так и на улице.

Данная проектная работа рекомендована для внедрения в методический фонд в качестве примера исследовательской работы для учащихся ГБОУ Школа №2005

Научный руководитель :

Панина Мария Вячеславовна



Содержание

Введение.....	5
Глава 1. Фотофиксация и создание цифровых копий объектов.....	7
1.1 Фотофиксация.....	7
1.2 История фотофиксации.....	8
1.3 Фотограмметрия.....	9
Глава 2 Практическое выполнение 3D фиксации.....	12
2.1 Этап подготовки и сбора материала.....	12
2.2 Этап программной обработки.....	13
2.3 Этап подготовки к демонстрации и хранению.....	17
Глава 3. Полученные цифровые копии объектов.....	19
Заключение.....	26
Список использованной литературы.....	28

Введение.

Главной целью данной этой исследовательской работы является изучение, а также последующее освоение на практике, комплекса мероприятий по созданию цифровых моделей памятников, представляющих историческую или культурную ценность в Москве.

В этой работе нами были поставлены следующие задачи для исследования:

- ознакомление с историей процесса фотофиксации памятников;
- исследование истории возникновения практики оцифровывания объектов, взаимосвязь данного процесса и фотофиксации;
- ознакомление с фотограмметрией и ее непосредственное использование в 3D-фиксации;
- сбор информации о технологии создания копии;
- освоение комплекса практик, направленных на создание цифровой копии объектов;
- поиск объекта и создание его виртуальной копии для его сохранения; найти оптимальный способ хранения и передачи полученной модели.

Актуальность данного исследования заключается в возможности более детального изучения историко-культурного объекта и его сохранения для будущих поколений. Создание цифровой копии памятника значительно упростит проведение его измерений и исследований, а также, в случае разрушений и утрат, упростит процесс восстановления.

Мы определили объект нашего исследования – это прикладное применение технологии фотограмметрии. А предметом нашего исследования является упрощение технологии для быстрого создания реалистичных моделей объектов историко-культурного значения для создания обширной базы знаний, пополняемой самими пользователями.

Данный подход может быть исполнен различными инструментами, существует множество способов оцифровки, различающихся по методикам и используемым ресурсам. Для примера можно привести лазерное сканирование объекта.

Наша исследовательская работа будет фиксироваться на проведении мероприятий по оцифровке объекта именно в полевых условиях. В данном случае возникает потребность нахождения оптимального способа, не требующего специальной аппаратуры или подготовки.

Так же стоит отметить актуальность данной темы возможностью использования виртуальной копии объекта для его сохранения в цифровом виде, с возможностью последующей реконструкции в случае сильных повреждений или во все разрушения объекта. Данная технология представляет собой очень ценный инструмент для сохранения памятника и, предположительно, может прийти на смену обычному методу фотофиксации, так как несёт в себе большее количество информации об объекте, а также позволяет более детально работать с полученным материалом.

Глава 1. Фотофиксация и создание цифровых копий объектов.

1.1 Фотофиксация как технология мониторинга объекта

Для начала стоит разобраться в процессе фотофиксации, как он происходит и что для этого требуется.

Фотофиксация – доступный и наглядный способ мониторинга и изучения различных объектов. Он позволяет отслеживать состояние памятников в различных отрезках времени (метаморфозы) и фиксировать их. Фотофиксация исполняется на всех стадиях обследования предмета. С целью понимания масштабов предмета в кадр, как правило, вставляется измерительная рейка, указывается время, а также положение съемок.

Для проведения фотофиксации необходимо следующее оборудование:

- фотоаппарат;
- источник света;
- источник электропитания, в случае полевых условий запасные источники питания;
- измерительная рейка.

Данный список может меняться или дополняться в зависимости от условий, в которых происходит процедура фотофиксации объекта. Сам процесс, если производить его в полевых условиях, весьма привязан к таким параметрам, как время суток, погодные условия, место расположения объекта.

Фотофиксация объекта состоит из нескольких этапов.

- На первом этапе необходимо провести фотографирование общего вида лицевой стороны объекта.
- На втором этапе дополнительно фотографируют наиболее значимые участки в косом освещении для выявления рельефа поверхности.
- На третьем этапе фотографируют обратную сторону объекта.

1.2 История фотофиксации.

История применения практики фотофиксации берет своё начало с появления первых цветных фотографий. Одним из пионеров данной области считается русский фотограф, химик и изобретатель Сергей Михайлович Прокудин-Горский. Своими изысканиями он внёс огромный вклад в развитие фотографии. Сергей Михайлович является создателем «Коллекции достопримечательностей Российской Империи». Данная коллекция является одной из первых в мире коллекцией цветных фотографий, она представляет огромную значимость как объект культурного наследия не только для России, но и для всего человечества. Создание коллекции охватывает период с 1903 по 1916 год. Несмотря на название коллекции в ней представлены не только достопримечательности бывшей Российской Империи, но и снимки, произведенные на территории Швейцарии, Дании, Италии, Австро-Венгрии и Франции. Количество снимков к 1917 году оценивается в 3500 экземпляров. На данное время количество работ Прокудина-Горского, находящихся в открытом доступе, насчитывает 2607 фотографий достопримечательностей, жизни деревень и городов, строительства железных дорог, промышленности, исторических памятников, бытовых сцен и снимков природных пейзажей. Большая часть коллекции начала формироваться во время работы над проектом, назначенным царем Николаем II, который длился с 1909 по 1915 год. В архиве снимки разделены на 12 серий, каждая из которых соответствует определенной локации или теме.

В 1918 году практику фотофиксации как обязательное условие научной реставрации ввёл в Игорь Эммануилович Грабарь при создании Центральных реставрационных мастерских. В связи с этим в штат мастерских были приглашены фотографы. После возрождения мастерских в 1946 году фотолаборатория вела свою деятельность в составе научно-исследовательского отдела, но с 1969 года стала самостоятельным подразделением при мастерских и функционирует по настоящее время.

За время своего существования процесс фотофиксации приобретал улучшения в лице новых технологий, более совершенных методик и средств выполнения задач. Однако же сама суть процесса оставалась неизменной – получение детальных изображений объектов для последующего занесения фотографий в архив или же использования их в исследовательских целях. Можно сказать, что история фотофиксации в различных отраслях, всегда шла рука об руку с историей фотографии. Серьезный прорыв в данной практике был совершён на рубеже XX-XXI вв. Он был связан с изобретением цифровой фотографии, что привело к мгновенным по срокам и более высоким по качеству результатам запечатления объектов.

Развитие технологий в области фотографии, а также возникновение потребности в большем количестве информации в различных сферах привело к появлению дисциплины под названием фотограмметрия.

1.3 Фотограмметрия.

Скажем несколько слов о фотограмметрии и её применение в различных областях деятельности человека.

Название дисциплины происходит от греческих слов *photos* (свет), *gramma* (запись) и *metreo* (измеряю), что в вольном переводе означает измерение изображений объектов, записанных с помощью света. Если хотят подчеркнуть, что при измерении использовалось объёмное изображение объекта, то на основе греческого слова *stereo* (пространственный) такие измерения называют стереоскопическими или стереофотограмметрическими. Фотограмметрия позволяет определить по снимкам исследуемого объекта его форму, размеры и пространственное положение в заданной системе координат, а также его площадь, объём, различные сечения на момент съёмки и изменения их величин через заданный интервал времени.

Фотограмметрическая обработка снимков имеет следующие преимущества:

1) по снимкам объекта можно получить числовую информацию о нём такой густоты, какой практически невозможно достичь при непосредственных промерах;

2) числовую и графическую информацию об объекте можно получить, не вступая с ним в контакт, когда объект недоступен для человека или находится в среде, опасной для его жизни;

3) оператор-фотограмметрист находится в благоприятных для человека кабинетных условиях.

С учётом этого фотограмметрию используют в различных областях науки, техники и производства:

- для определения деформаций сооружений и их отдельных частей, происходящих в ходе эксплуатации и с течением времени. Например, при сравнении измерений, проведённых по стереопарам моста или подъемного крана, полученных до их нагрузки, во время нагрузки и после, позволяет определить их деформации в зависимости от веса нагрузки;
- для определения характеристик движущихся объектов: транспортных средств, ковша экскаватора, ракет, снарядов, элементарных частиц при проведении ядерных исследований и т.п.;
- при изысканиях железных и автомобильных дорог, трасс трубопроводов, линий электропередач и других линейных объектов;
- при гидротехнических, гляциологических, геологических, географических изысканиях и исследованиях;
- при реставрации памятников архитектуры, скульптурных монументов, уникальных предметов;
- для фиксации и составления плана дорожно-транспортного происшествия или места преступления;
- для определения по снимкам, полученным в электронном микроскопе, характеристик микрорельефа, например, полированных поверхностей;

- для лечения сетчатки глаз и установки контактных линз, изготовления зубных протезов, изучения внешней формы и внутренних органов тела человека. Например, измерения фигуры космонавта по стереопарам, полученным до полёта, во время нахождения космонавта на орбитальной станции и после посадки, позволяют составить подробную картину изменений, происходящих в теле человека в связи с перераспределением крови и жидкости под влиянием земного притяжения и невесомости;

- эту же методику можно использовать при пошиве одежды с учётом индивидуальных особенностей строения тела человека.

Данная дисциплина, как можно понять из вышеизложенного, имеет достаточно широкий спектр применения в различных отраслях. Первостепенную значимость она имеет и в создании цифровых моделей объектов.

Глава 2. Практическое выполнение 3D-фиксации.

Созданию цифровой копии того или иного объекта предшествует несколько этапов работы, половина которой происходит в программном обеспечении на компьютере. Для избранного в данной работе способа создания трёхмерной модели требуется самый минимальный набор ресурсов и приспособлений: фотокамера и компьютер с определенным программным обеспечением. В данном случае была использована программа Agisoft PfotoScan, и все требующиеся работы проводились в ней. Agisoft PhotoScan Professional – программа, предназначенная для обработки материалов фотосъемки и получения ортофотопланов и цифровых моделей местности и объектов. PhotoScan отличается высокой степенью автоматизации выполняемых операций и не требует специальной квалификации для работы с программой.

2.1 Этап подготовки и сбора материала.

На данном этапе процесса создания цифровой копии объекта стоит перво-степенная задача сбора информации о памятнике, а также установление его местоположения и доступности. Немалую значимость имеет выставление правильного света на самом объекте. При отсутствии специальных светильников лучше всего снимать днем, когда солнце закрыто облаками и свет максимально рассеян. При недочётах на данном этапе увеличивается риск получения кадров, которые могут испортить полученную модель.

Далее начинается самая кропотливая и требующая внимания часть работы, а именно фотофиксация объекта. Делается множество снимков памятника, с использованием наложения кадров друг на друга, площадь наложения при этом составляет 60% и более. Снимки делаются по всей площади объекта. При данном процессе могут быть использованы специальные маскировки, для закрывания лишнего пространства вокруг объекта. В зависимости от целей, для которых будет использоваться полученная модель, количество снимков может существенно различаться. Например, если модель требуется по большей части для внешнего

ознакомления с объектом и составления базового описания, то в данном случае можно пренебречь излишней детализацией, в связи с чем количество снимков будет меньше. Или же, если нужно провести детальное исследование поверхности объекта, например иконы, количество снимков будет весьма значительным, повышая тем самым общую детализацию модели. Данный процесс очень схож с макросъемкой. Благодаря такому подходу на полученную копию перенесутся все мельчайшие детали памятника, включая повреждения. Во время запечатления с помощью камеры рядом с объектом или же на нём располагают специальные маркеры, которые требуются для детального масштабирования модели. Расстояние между маркерами измеряется заранее.

При фотофиксации на разных объектах могут возникать некоторые ситуации, препятствующие работе. К примеру, при съемках зданий или в экспозиции музеев рядом могут находиться посторонние люди. В данном случае нужно стараться не допускать попадания их в кадр, так как это создаст бракованный снимок.

Разные объекты, соответственно, требуют различного подхода. После получения достаточного объема снимков, количество которых зависит от размера и типа фиксируемого объекта, наступает время сортировки полученного материала. Полученные снимки просматриваются на наличие бракованных кадров, которые не подлежат обработке программой либо же могут дать некорректный результат. В некоторых случаях выполняется цветокоррекция кадра для возможности его дальнейшего использования. Имея полученный и обработанный материал, можно преступать к этапу программной обработки.

2.2 Этап программной обработки.

Полученные снимки в цифровом виде после форматирования загружаются в программу Agisoft PhotoScan. Обработка материалов состоит из следующих этапов:

- 1 этап - выравнивание фотографий. На данном этапе выполняется поиск общих точек, с помощью которых в дальнейшем происходит формирование

первичной модели объекта, состоящей из так называемого «разреженного облака точек».

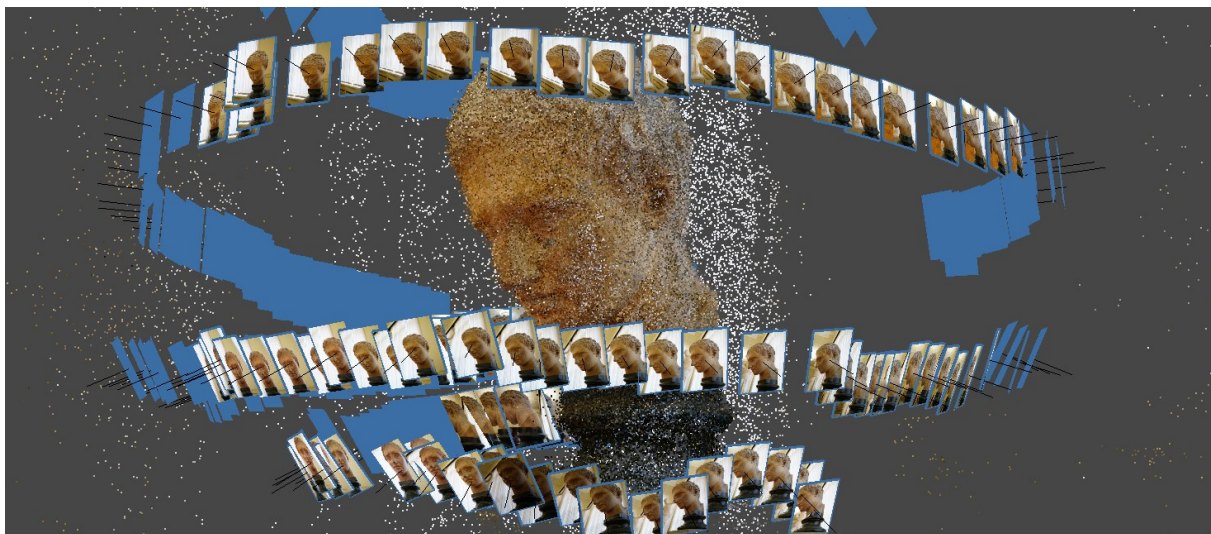


Рисунок 1. Разреженное облако точек (этап выравнивания фотографий)

- 2 этап - привязка модели в требуемой системе координат.
- 3 этап - расстановка маркеров. Для точной передачи габаритов объекта в процессе обработки используются специальные маркеры. Каждый маркер имеет точно определенное положение в пространстве модели. В программе PhotoScan реализовано два режима установки маркеров – ручной и автоматический. Установка маркеров вручную заключается в отмечании положения опорных точек на каждой фотографии, где они изображены. В автоматическом режиме после установки маркера на одном фото программа сама расставит все маркеры на остальных, останется только проверить их установку. Предварительно данные маркеры нужно разместить возле объекта, измерив расстояние между ними, дабы они были в кадре для их последующей отметки.

- 4 этап - построение плотного облака точек. На этом этапе выполняется повторный поиск общих точек и определение их положения. Поскольку параметры взаимного ориентирования снимков уже известны с высокой точностью, это позволяет сузить область поиска общих точек и повысить достоверность определения их соответствия. Плотность результирующего облака точек

при этом оказывается весьма высокой – в наиболее детальном режиме построения плотного облака анализируется буквально каждый пиксел исходных фотографий, и для всех пикселов определяется положение соответствующих им точек на местности.

- 5 этап - формирование полигональной модели. Модель формируется на основе плотного облака точек триангуляцией по точкам, часть точек при этом отфильтровывается.

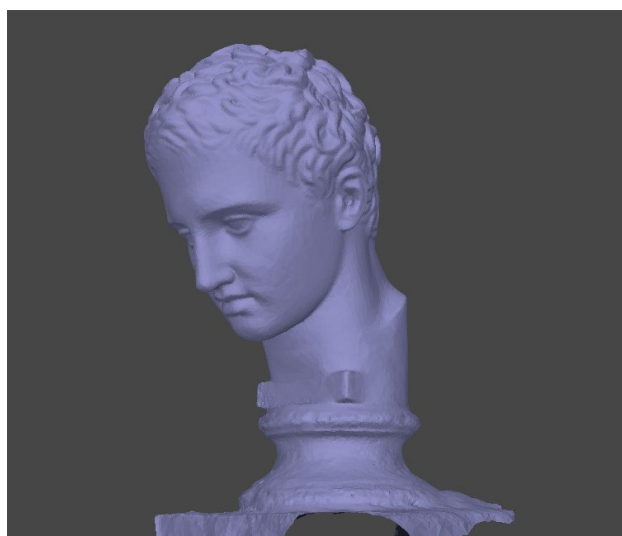


Рисунок 2. Формирование полигональной модели

- 6 этап – текстурирование модели. На данном этапе модель приобретает более четкую текстуру, перенесенную с фотографии. Выполняется автоматически по заранее заданным параметрам.

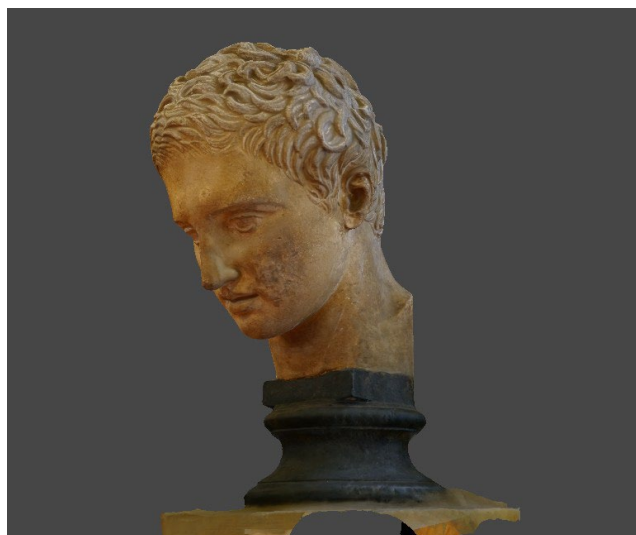


Рисунок 3. Текстурирование модели

Существует несколько режимов и способов получения единого фотоизображения:

- усреднением, т.е. смешиванием исходных изображений;
- мозаика;
- отбор по яркости (минимальная или максимальная).

В большинстве случаев используется режим «мозаика». Иногда для целей последующей векторизации более правильное (хотя и менее четкое) изображение формируется в режиме усреднения. В отдельных случаях, например, при обработке ночной или тепловизионной съемки, лучших результатов можно достичь, отбирая только наиболее яркие участки исходных изображений.

Стоит отметить, что хоть процесс программной обработки происходит автоматически по заданным пользователем параметрам, каждый этап необходимо отслеживать и в случае обнаружения ошибки своевременно вносить правки, во избежание получения некорректного результата.

2.3 Этап подготовки цифровой модели к демонстрации и хранению.

На предыдущих этапах обработки были определены положение и ориентация снимков, построена и привязана цифровая модель объекта. После этого можно приступать к получению финальных результатов обработки, в качестве которых в большинстве случаев выступают ортофотоплан, 3D-модель и облако точек. Демонстрация самой полученной модели происходит непосредственно в самом PhotoScan, но в свою очередь данная программа позволяет произвести запись анимации в форматах mp4. или avi., а также создание скриншотов в формате jpg., для последующей демонстрации или загрузки куда либо полученного материала.

Наиболее удобным способом демонстрации 3D модели является размещение ее на специальной виртуальной платформе в Интернете. В качестве такой платформы мы будем использовать платформу Sketchfab.com. На личном аккаунте платформы мы размещаем свои модели для того, чтобы продемонстрировать их всем желающим, также мы имеем возможность делиться ссылками на эти модели любым удобным нам способом через мессенджеры, электронную почту, в соцсетях. Представленная на электронной платформе модель снабжается подробным описанием, тэгами и может воспроизводиться на большинстве мобильных устройств и компьютеров.

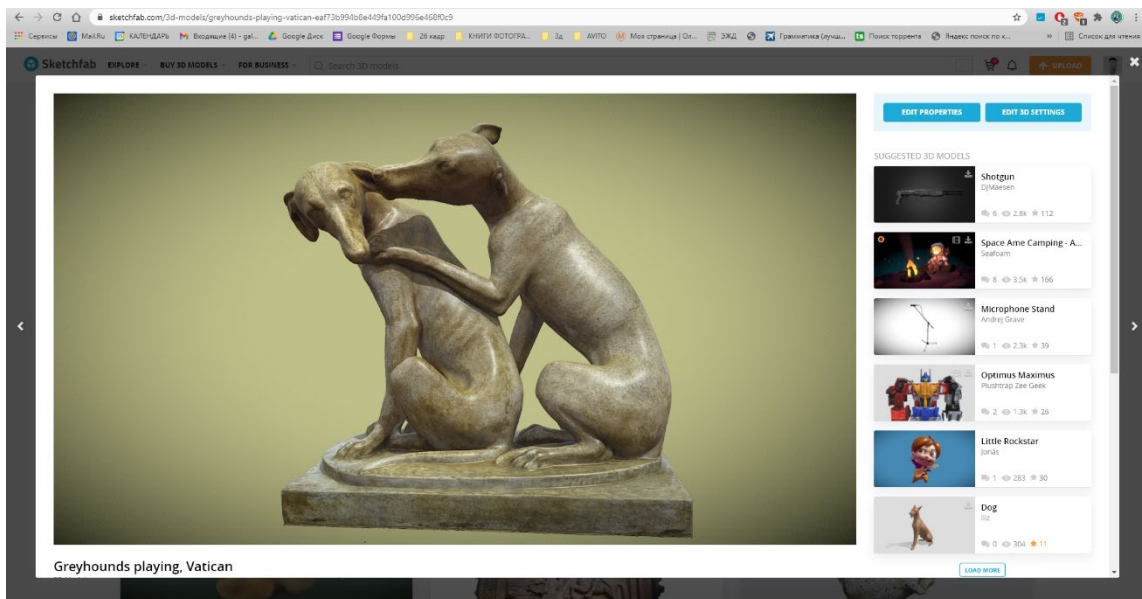


Рисунок 4. Пример модели на онлайн платформе sketchfab.com

Глава 3. Полученные цифровые копии объектов.

В данной главе будут представлены примеры работ, полученные по выше-изложенной методике.

Сохранение цифровых копий памятников исторического и культурного наследия – это возможность создания архива для сохранения и восстановления уникальных артефактов прошлого, а также неисчерпаемый виртуальный музей, позволяющий зрителю взаимодействовать с этими объектами.

1. Скульптура «Матрос» Место съемки: Москва, Северный речной вокзал



Проведение операций:

- Фотофиксация объекта множеством кадров с наложением 60 и более процентов. Параметры фотофиксации : F -13, ISO 3000, S-1/200,f-35mm
- Отбор и предварительная обработка снимков, маскирование
- Компьютерное выравнивание снимков и создание облака связующих точек, Построение разреженного облака точек объекта.
- Создание сплошной модели скульптуры.
- Создание текстуры из полученных снимков, наложение текстуры на модель объекта
- Выставление маркерных точек, создание масштабных линеек и масштабирование модели объекта
- Снятие размеров с различных элементов модели , в том числе и с продольных и поперечных сечений скульптуры.

Создание достоверных и реалистичных моделей архитектурных сооружений позволяет реконструировать их в случае разрушений, а также создавать сложные, комплексные модели местности, которые передают не только внешний вид отдельного объекта, но и атмосферу места, в котором находится множество отдельно взятых объектов. Решение такой задачи позволяет нам увидеть и ощутить себя в месте, которое может находиться за тысячи километров от нас.

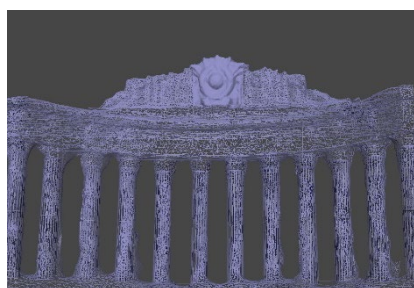
2. Внутреннее пространство вестибюля Северного речного вокзала в Москве.



Проведение операций:

- Фотофиксация объекта множеством кадров с наложением 60 и более процентов. Параметры фотофиксации : F -13, ISO 3000, S-1/200,f-35mm
- Отбор и предварительная обработка снимков, маскирование
- Компьютерное выравнивание снимков и создание облака связующих точек, Построение разреженного облака точек объекта.
- Создание сплошной модели объекта.
- Создание текстуры из полученных снимков, наложение текстуры на модель объекта
- Чистка и создание реалистичной трехмерной модели объекта
- Выставление маркерных точек, создание масштабных линеек и масштабирование модели объекта

3. Павильон №1, Центральный. ВДНХ



Модель в виде сетки полигонов

Сплошная модель

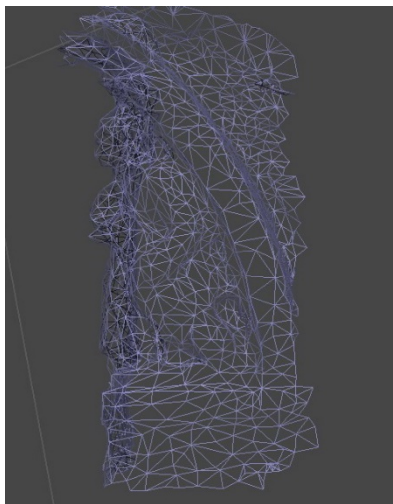
Текстурированная модель

Проведение операций:

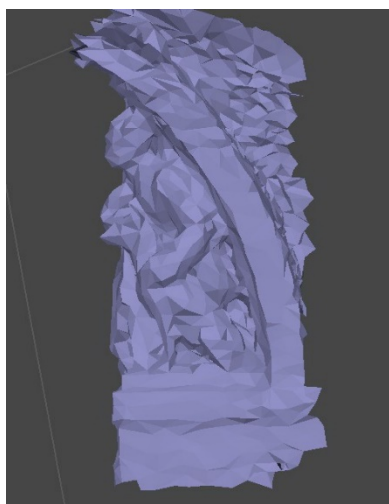
- Фотофиксация объекта множеством кадров с наложением 60 и более процентов. Параметры фотофиксации : F -13, ISO 3000, S-1/200,f-35mm
- Отбор и предварительная обработка снимков, маскирование
- Компьютерное выравнивание снимков и создание облака связующих точек, Построение разреженного облака точек объекта.
- Создание сплошной модели объекта.
- Создание текстуры из полученных снимков, наложение текстуры на модель объекта
- Чистка и создание реалистичной трехмерной модели объекта
- Выставление маркерных точек, создание масштабных линеек и масштабирование модели объекта

4. Скульптуры на станции московского метро «Площадь революции»

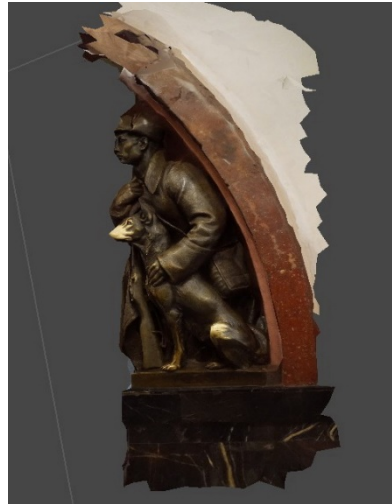
Скульптура «Пограничник с собакой» автор: М.Г. Манизер



Полигональная модель

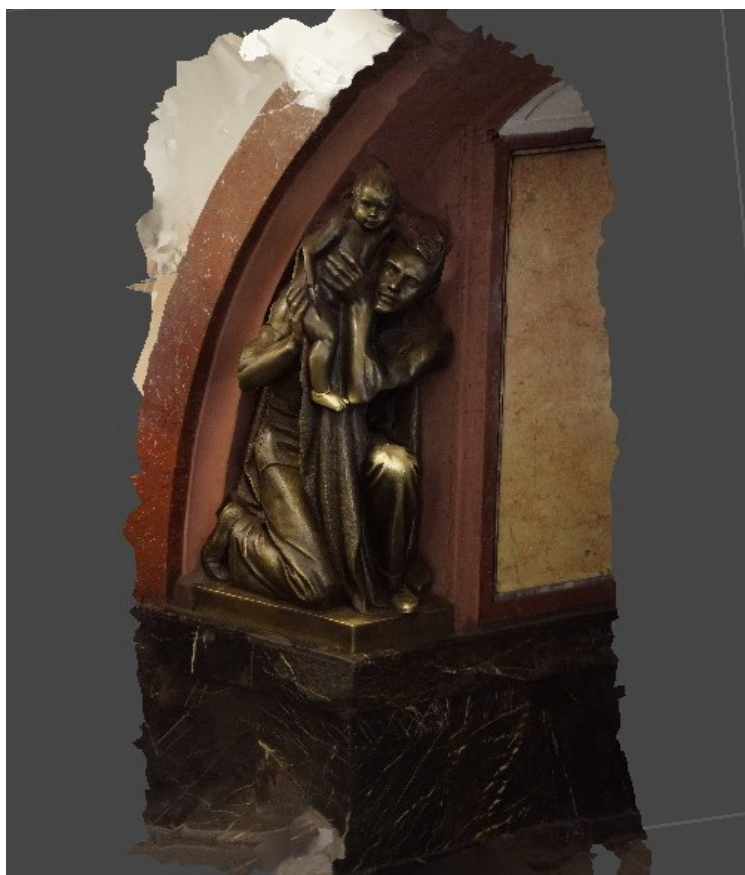


Сплошная модель



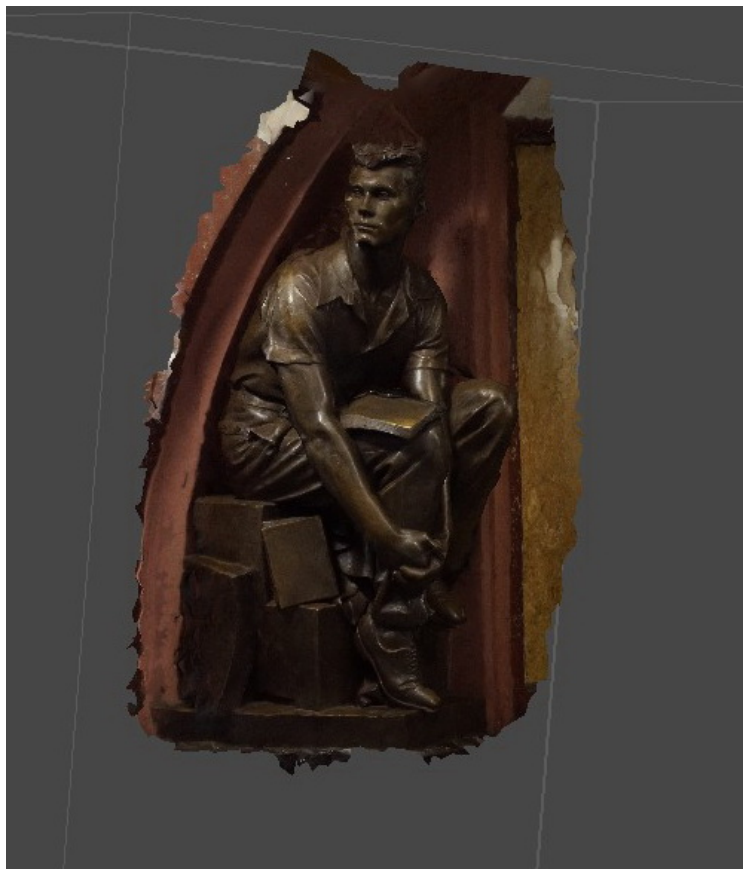
Текстурированная модель

Скульптура «Отец с ребенком» автор: М.Г. Манизер



Текстурированная модель

Скульптура «Студент» автор: М.Г. Манизер



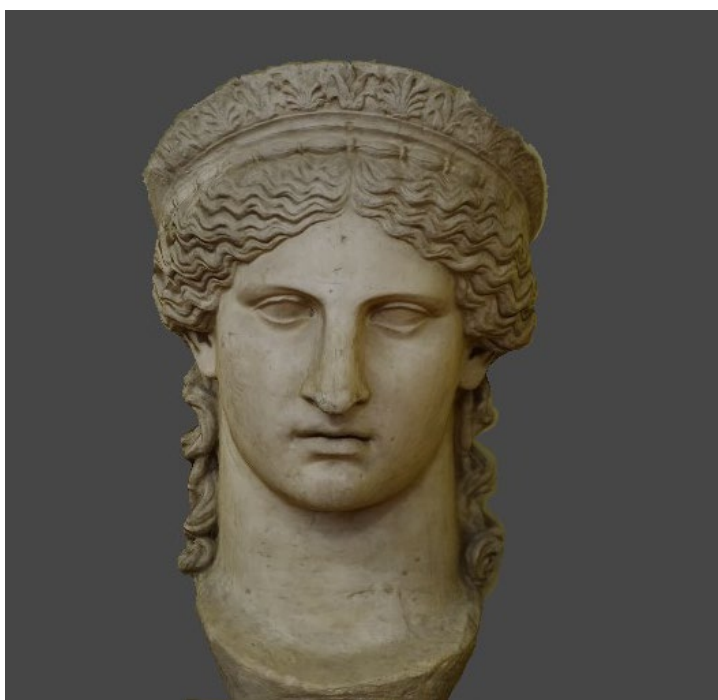
Текстурированная модель

5. Скульптура «Играющие Грейхаунды» (Древний Рим II в. до н.э.) Из коллекции Музея изобразительных искусств имени А.С. Пушкина.



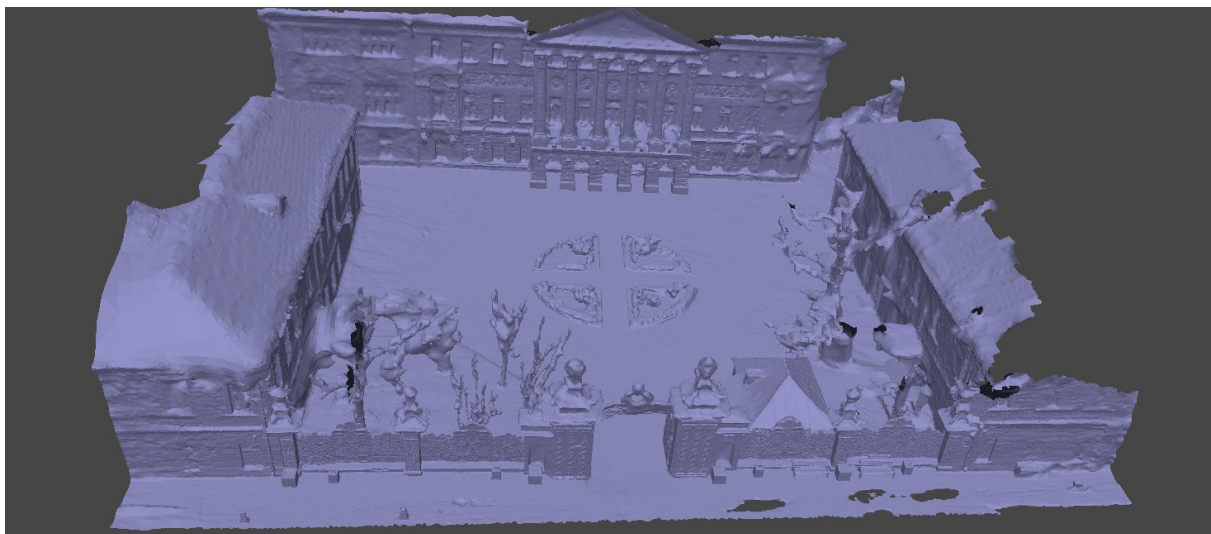
Скульптура «Играющие Грейхаунды» (Древний Рим II в. до н.э.)

6. «Богиня Гера» Древний Рим II в. до н.э. Из коллекции Музея изобразительных искусств имени А.С. Пушкина.



«Богиня Гера» Древний Рим II в. до н.э.

7. Особняк Демидовых в Большом Толмачевском переулке в г. Москве



Особняк Демидовых в Большом Толмачевском переулке в г. Москве



Фотоплан созданный на основе 3Д модели.

Особняк Демидовых в Большом Толмачевском переулке в г. Москве

Заключение.

Произведя все вышеперечисленные исследования, нами были выполнены следующие задачи:

- Был изучен метод фотофиксации памятника и его история.
- Мы изучили дисциплину фотограмметрию.
- Выработана и освоена упрощенная методика создания 3D-моделей различных объектов.
- Получены цифровые копии различных объектов, представляющих научный и культурный интерес.

Финальной точкой нашей исследовательской работы стало получение копий объектов в полном размере. В процессе работы было отмечено следующее: каждый объект требует к себе индивидуального подхода, хотя и технология по большей части одна и та же. Достигнуто понимание процесса 3D-фиксирования и получен опыт применения данных знаний на практике.

На сегодняшний день данное направление фиксации ещё ново, но стремительно приобретает популярность из-за ряда преимуществ, в число которых входит значительный объем получаемой информации о предмете, доступность и надёжность способа. Технологии 3D-моделирования с помощью фотометодов с каждым днём становятся всё совершеннее. К примеру, в новом поколении смартфонов, которые в наши дни есть чуть ли не у каждого человека, планируется введение функции, с помощью которой из обычной двухмерной фотографии программное обеспечение смартфона создаст полноценную трёхмерную модель. Скорее всего данные модели будут далеко не совершенные, но сам факт доступности данной технологии говорит о актуальности такой практики и развитии технологий в этом направлении.

Во время исследования был найден оптимальный способ хранения полученных моделей объектов. Сводится он к созданию глобального общедоступного сетевого атласа-архива цифровых копий реально существующих объектов, представляющих историческую и культурную ценность. Основное преимущество

этой платформы в том, что она может пополняться самими пользователями как всемирно известная электронная энциклопедия - Wikipedia.

Такая платформа позволит предоставить доступ к цифровым копиям различных культурных объектов исследователям из разных уголков мира или же просто обычным людям, детям, не специалистам даст возможность увидеть и понять культурно-исторические объекты Москвы, благодаря их наглядности и реалистичности в таком трехмерном воплощении. Необходимо не забывать, что имея глобальный архив, будет меньше вероятностей безвозвратно утратить тот или иной памятник, так как в случае его разрушения останется его полная копия, в масштабе один к одному, находящаяся на электронном носителе или же в сети Интернет.

Список использованной литературы.

1. Гусев Ал.В., Ражев Д.И., Слепченко С.М., Зайцева О.В., Пушкарев А.А., Водясов Е.В., Вавулин М.В. Археологический комплекс Зеленый Яр: новые технологии полевых исследований // Уральский исторический вестник. 2014. № 2 (43).
2. Зайцева О.В., Пушкарев А.А. Наземная фотограмметрия в археологии: новые возможности высокоточной оперативной полевой 3D фиксации // Проблемы сохранения и использования культурного наследия: история, методы и проблемы археологических исследований: Материалы VII науч.-практ. конф. «Сохранение и изучение недвижимого культурного наследия Ханты-Мансийского автономного округа – Югры», посвященной 90-летию со дня рождения В.Ф. Генинга (Нефтеюганск, 14–16 мая 2014 г.). Екатеринбург: Магеллан, 2014.
3. Колпаков Е.М., Назаренко В.А. Методология археологических раскопок // Археолог: детектив и мыслитель: Сб. статей, посвященный 77-летию Льва Самойловича Клейна / Отв. ред. Л.Б. Вишняцкий, А.А. Ковалев, О.А. Щеглова. СПб.: Изд-во СПб. унта, 2004. С. 100–104. Леонов А.В., Батурич Ю.М. 3D документ – новый тип научно-технической документации // Вестник архивиста. 2013. № 2.
4. Леонов А.В., Батурич Ю.М. 3D документ – новый тип научно-технической документации // Вестник архивиста. 2013. № 2.
5. Матвеев В.Н. Полевая фиксация архитектурных объектов методом построения трехмерных моделей (на примере раскопок церкви Рождества Христова на Песках) // Актуальная археология: археологические открытия и современные методы исследования. Тезисы научной конференции молодых ученых Санкт-Петербурга. СПб.: ИИМК РАН, 2013.