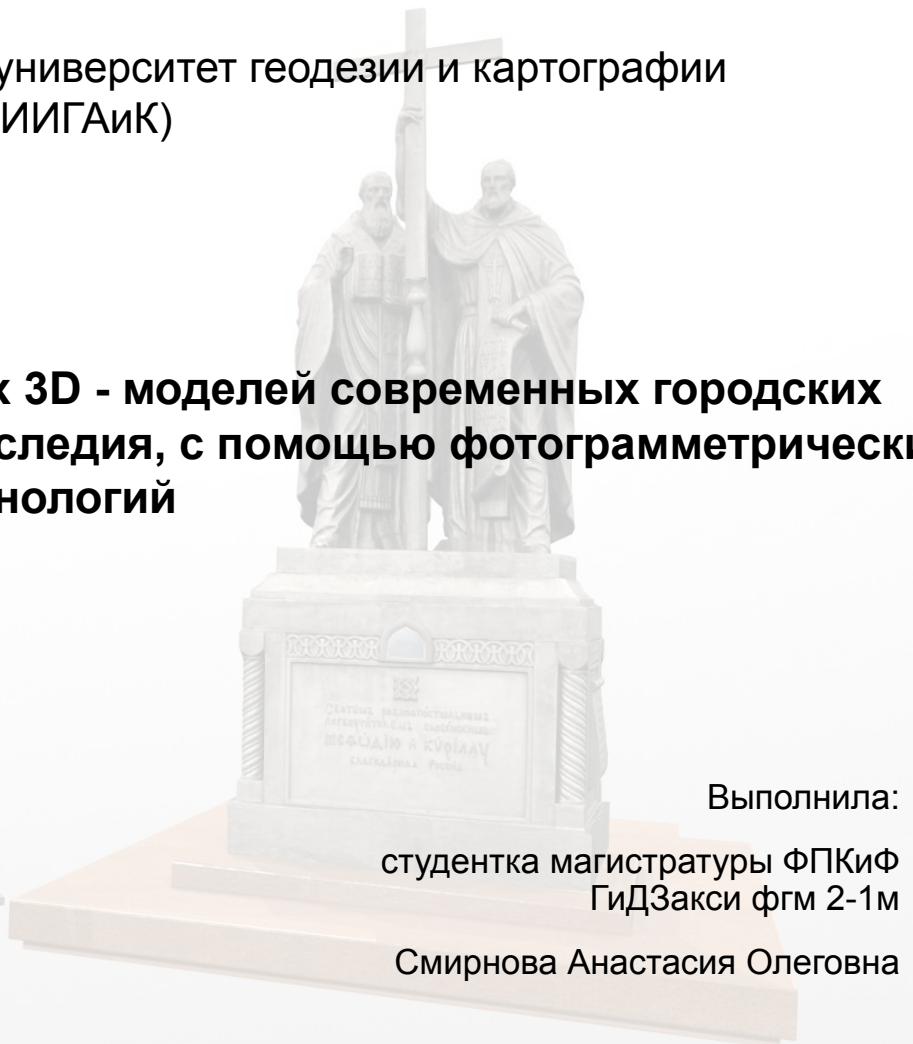


Московский государственный университет геодезии и картографии
(МИИГАиК)

Получение оптимизированных 3D - моделей современных городских скульптур и объектов культурного наследия, с помощью фотограмметрических технологий

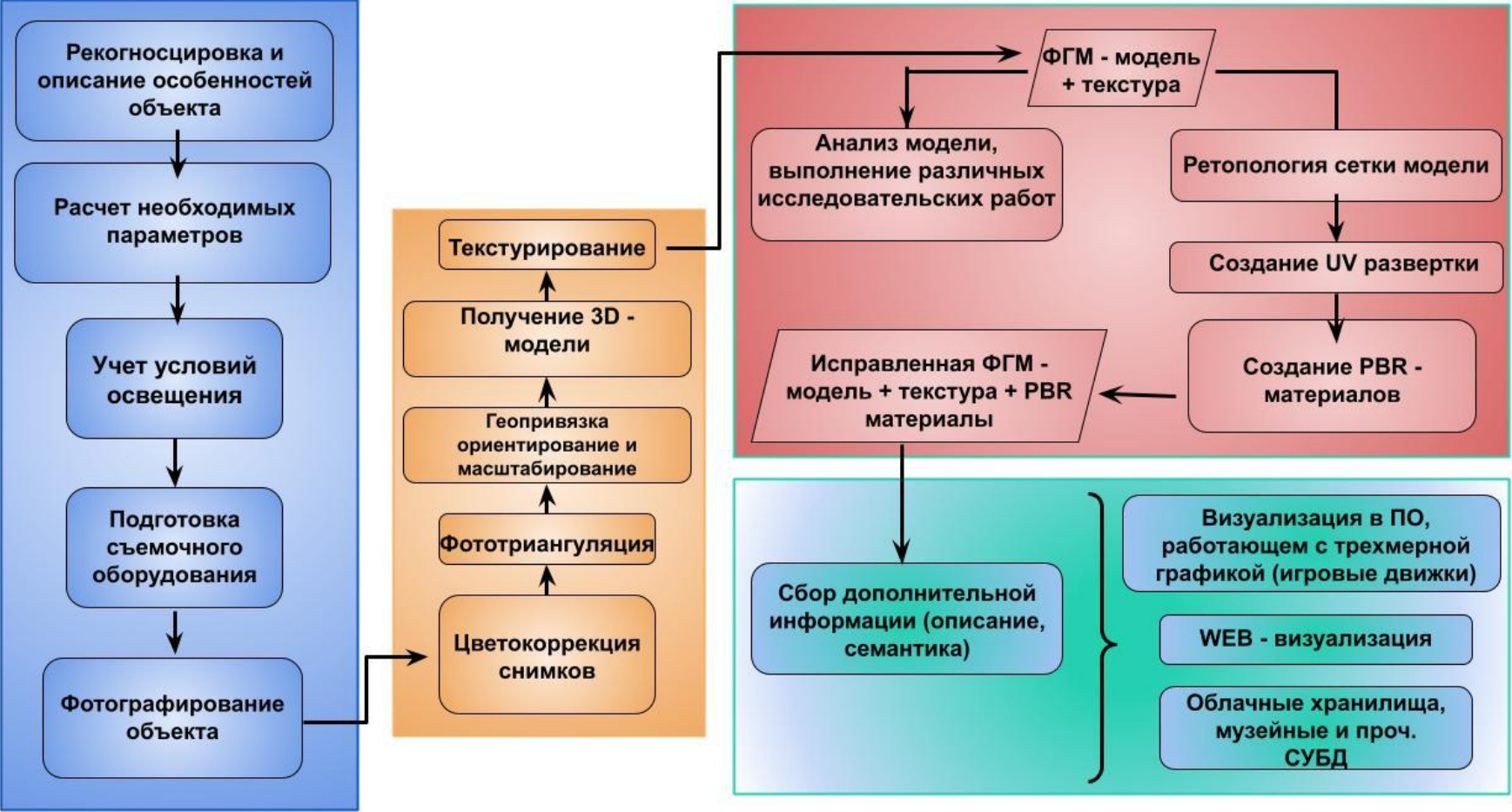


Выполнила:

студентка магистратуры ФПКиФ
ГидЗаксн фгм 2-1м

Смирнова Анастасия Олеговна

Общая технологическая схема создания цифровых моделей скульптур ОКН и современных городских скульптур



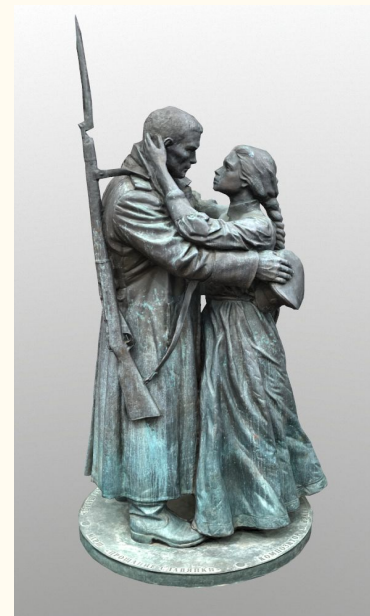
Ниже представлен итоговый результат. Вся работа сделана по методике совмещения фотограмметрической съемки и компьютерного моделирования с созданием физически корректных фотореалистичных текстур



Памятник Братьям Лихудам, вес - 1.34Мб



Памятник Кириллу и Мефодию, вес 11,51 Мб

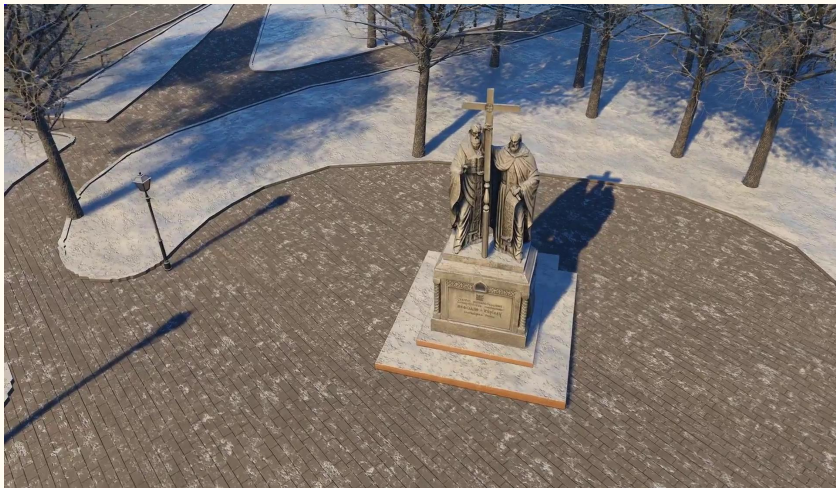


Памятник Прощание славянки, вес 0,55 Мб

Плюсы использования:

- ФГМ - модель может быть использована в качестве анализа, на предмет выявления различных артефактов;
- Весь процесс создания модели занимает 1-2 дня;
- 3D - модели имеют низкий полигонаж;
- Имеют стандартный набор физически корректных (PBR) - текстур: Base color, Shading (Metalness, Roughness, Specular) Normal map, размером 2048x2048

Реализация использования цифровых моделей современных городских скульптур на примере проекта “3D-модель Москвы” ГБУ “Мосгоргеотрест” при решении задачи визуализации объекта в городской среде



Этапы проведения работ фотограмметрической съемки

1. Рекогносцировка и описание особенностей объекта
2. Выбор оборудования и метода проведения съемки
3. Учет условий освещения
4. Подготовка съемочного оборудования
5. Выполнение съемки

Особенности объектов при выборе методики фотограмметрической съемки

Масштаб объекта

Малая форма	Средняя форма	Крупная форма
0,5 - 4 метра	4-45 метров	45-200 метров



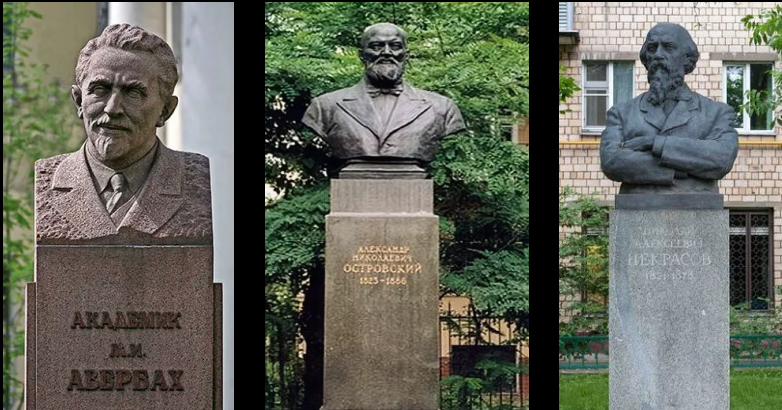
Группы памятников, условно выделенных по высоте

* Особенности объекта влияют на выбор съемочного оборудования и непосредственно на способ ведения съемки

Сложность форм и материала скульптуры

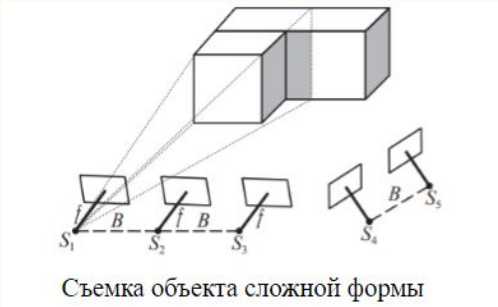
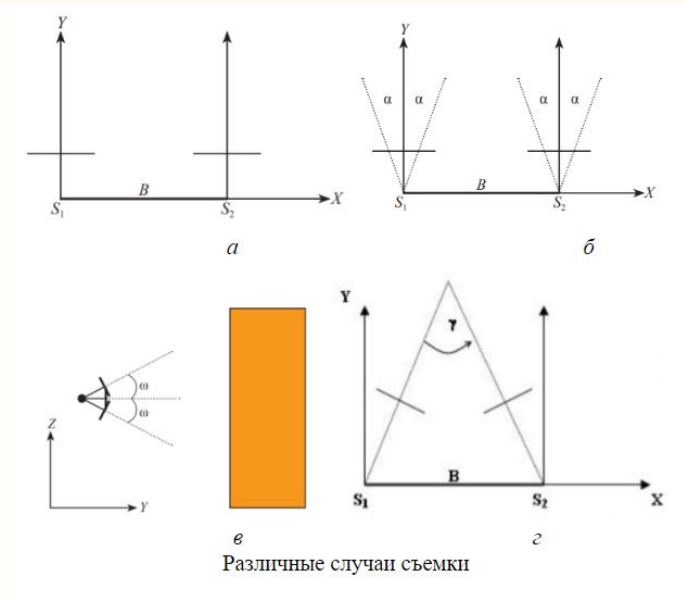


Пример скульптуры сложной формы - Отображение крупных и мелких объектов на памятнике, посвященном жертвам Беслана (3D - модель)



Пример скульптур, простой формы. Памятники М.И. Авербаху, А.Н. Островскому и Н.А.Некрасову

Положение к наземной фотограмметрической съемке



Основные формулы для расчета параметров съемки

$$H/f = GSD/d$$

GSD - ground sample distance значение
размера пикселя на местности

H – расстояние от объекта съемки до камеры, f – фокусное расстояние, Δ - размер пикселя.

Расстояние от объекта до камеры (H) подбирается, учитывая величину GSD = 0,1 либо 0,2 мм. Такое значение было выбрано исходя из возможностей визуального восприятия человеческого глаза, так как по данным многочисленных исследований установлено, что невооруженный глаз в состоянии рассмотреть предмет шириной около 0,1 мм

$$b = \frac{\ell_x (100\% - P_x) * m}{100\%},$$

Базис фотографирования -
расстояние между точками
фотографирования двух
соседних снимков в
масштабе снимка для
плановой съемке

$$R_1 = \frac{R \cdot f^2}{f^2 + K(R - f)z}$$
$$R_2 = \frac{R \cdot f^2}{f^2 - K(R - f)z}$$

расчет передней и задней границы ГРИП

Требования к съемочному оборудованию

- Цифровая камера с полнокадровой матрицей (физическим размером 36 x 24мм).
- Объектив с фиксированным фокусным расстоянием
- Фотокамера, оснащенная современной системой цифровой или оптической стабилизацией
- Штатив с максимально возможным значением высоты
- Поляризационные фильтры
- Color checker
- Кодировочные метки
- Спусковой тросик, пульт дистанционного управления
- Карты памяти

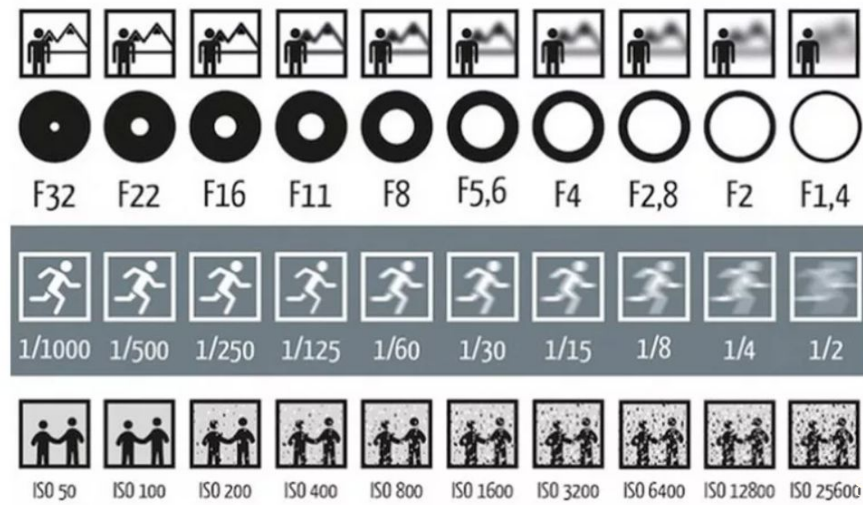


Настройки цифровой фотокамеры

- f - фокусное расстояние;
- значение светочувствительности- ISO;
- диафрагменное число;
- выдержка.

Для того чтобы настроить фотокамеру необходимо:

1. Перевести фотокамеру в ручной режим настройки
2. Включить цифровую или оптическую стабилизацию
3. Настроить баланс белого
4. Установить вышеперечисленные значения



Траектория съемки

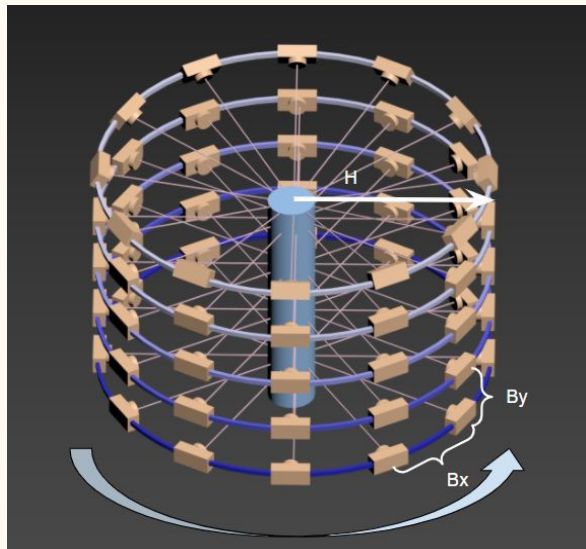
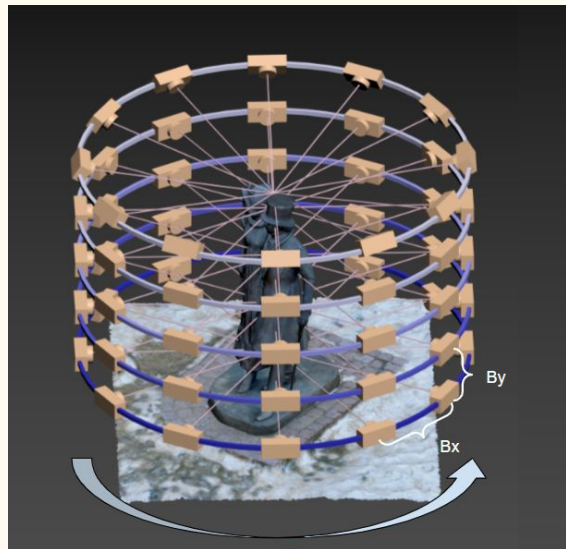
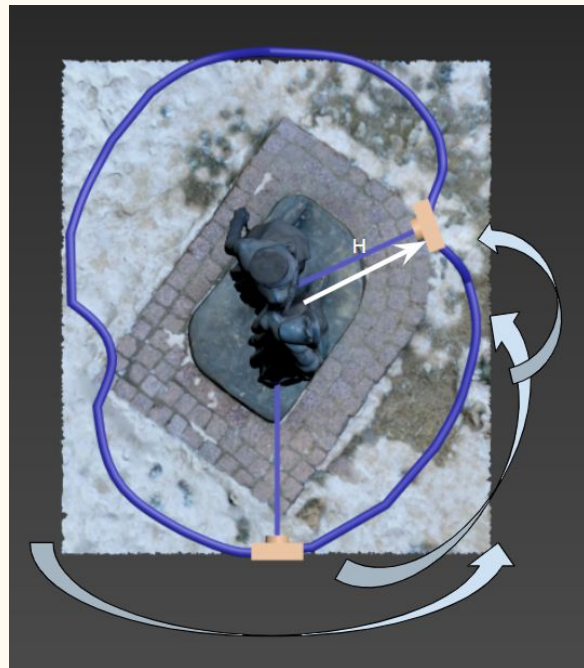


Схема проведения съемки для объекта идеальной формы и для объекта простой формы (B_x - продольный базис фотографирования, B_y - поперечный базис фотографирования, H - расстояние от объекта до камеры)

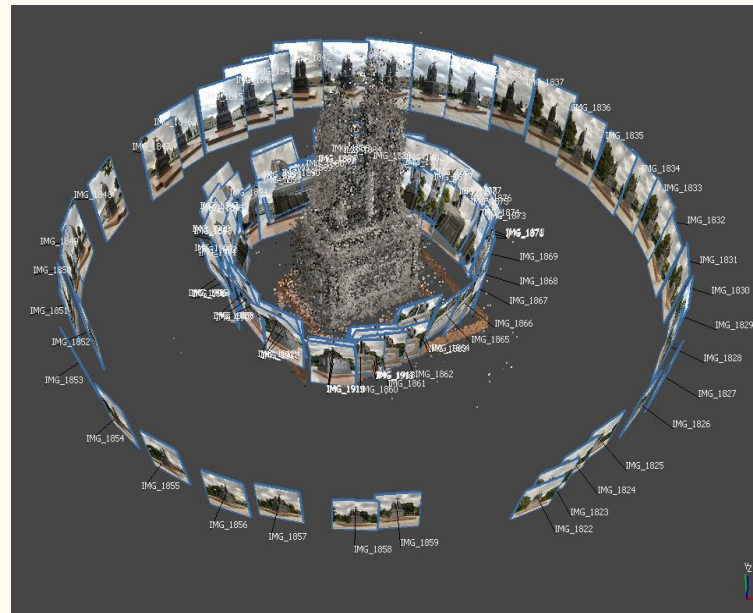
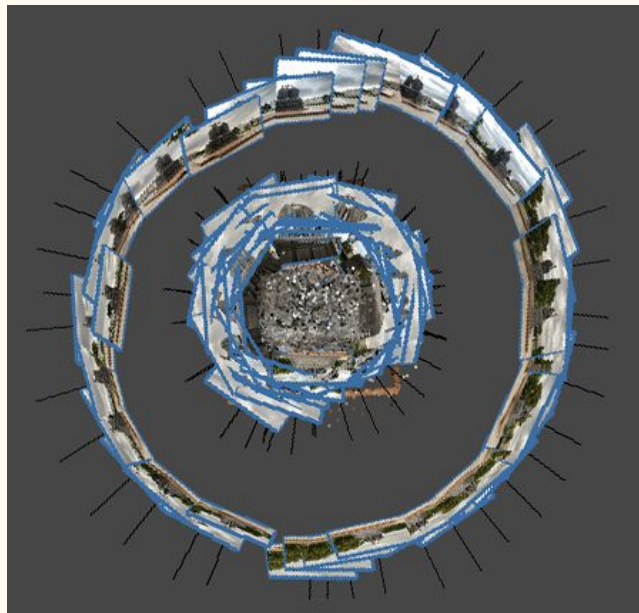


Условная траектория съемки объекта неидеальной формы

Пример выполнения работ

На примере создания трехмерной модели памятника Кирилла и Мефодия (высота памятника составляет 7 метров) видно, что проводя съемку только лишь с земли, есть огромное наличие различных артефактов, связанных с нехваткой снимков сверху, но так как модель создавалась только для визуализации, конкретных требований к точности и к разрешению на снимках не было. поэтому было выполнено два основных маршрута съемки, где дальний ракурс обеспечил получение снимков всего объекта.

Процесс работы над воссозданием геометрии 3D - модели памятника Кириллу и Мефодию г.Москва



На рисунке показано как проводится съемка. Преимущественно сделать снимки с дальнего (объект целиком) и ближнего ракурса (в перспективе вверх), двигаясь вокруг объекта

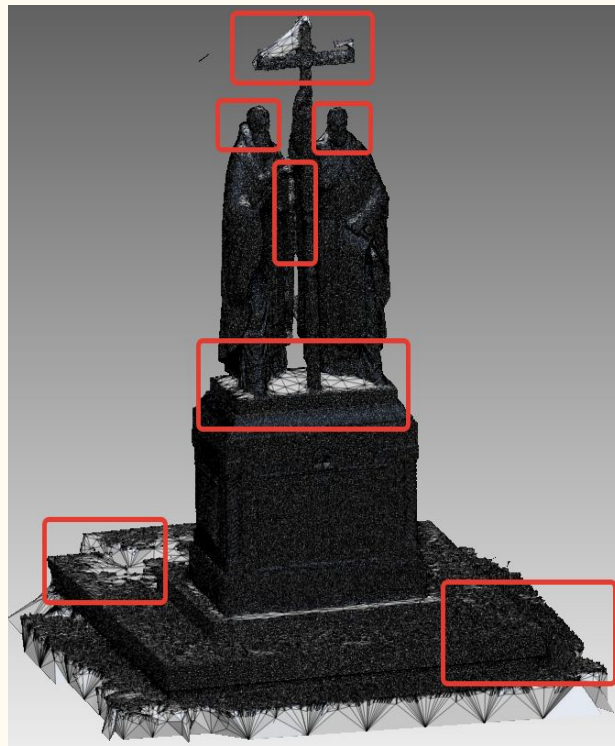
* Вся технология обработки подходит для любого типа фотограмметрической съемки!

Получение и обработка сырой фотограмметрической модели

1. Ретопология - преобразование сетки в квадрированную (триангулированная сетка плохо поддается моделированию поэтому первое это преобразование сетки до квадрированной);
2. Удаление лишних элементов и восстановление геометрии (устранение артефактов, в основном вверху у модели, сглаживание шума).



Результат построения 3D-модели по снимкам.
Красным - артефакты построения, вызванные
нехваткой снимков сверху от памятника



Триангулированная сетка, с артефактами



Квадрированная сетка с устраненными
артефактами

Пример получения низкополигональной модели (Low Poly)



Полигональная сетка **6.8 миллиона** полигонов
Вес модели - 516.566 Мб



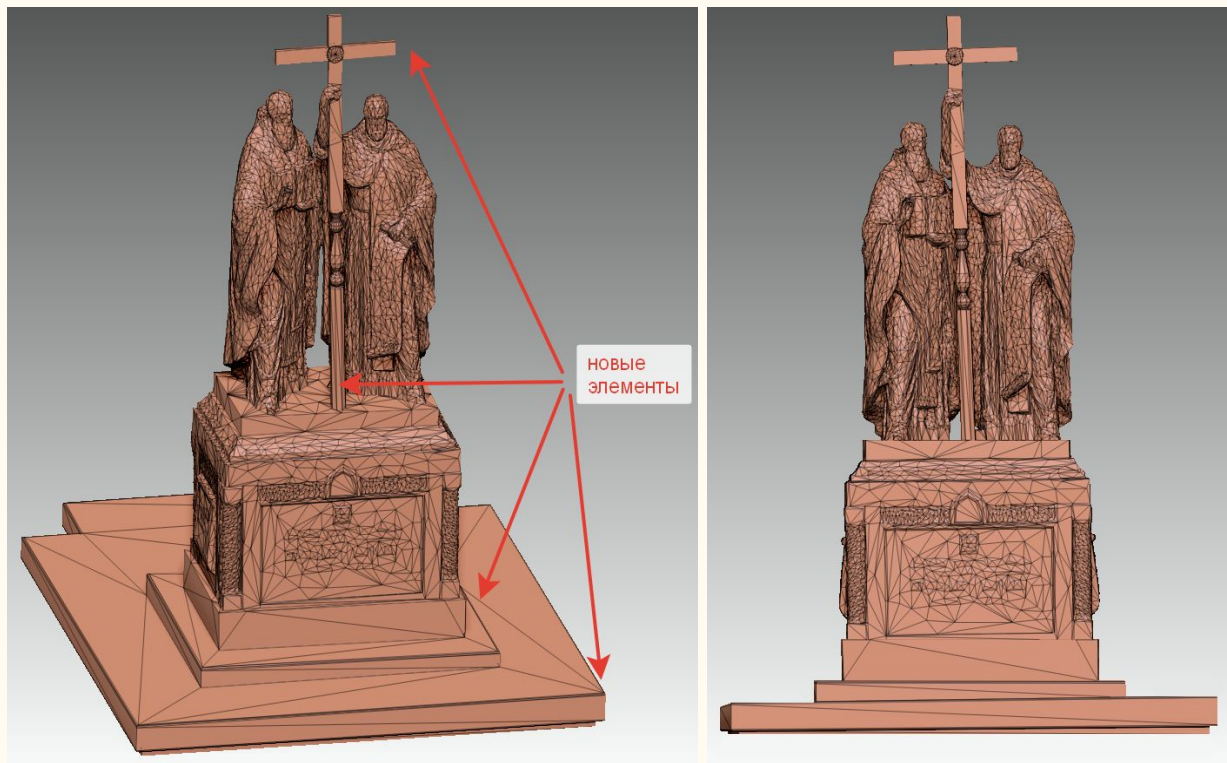
Полигональная сетка **366.3 тысячи** полигонов
Вес модели - 26.355 Мб



Полигональная сетка **15.7 тысяч** полигонов
Вес модели - 1,594 Мб

Работа над низкополигональной моделью (Low Poly)

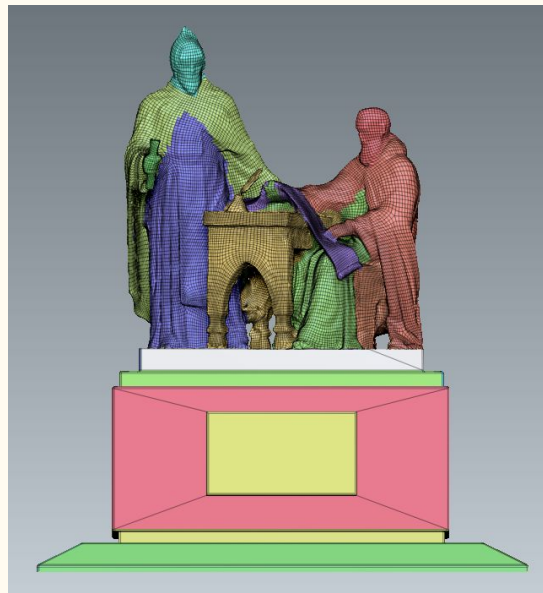
1. Ретопология сетки 3D - модели - уменьшение количества полигонов;
2. Ручное моделирование Low Poly форм по габаритам ФГМ-модели, которые не требуют большого количества полигонов;



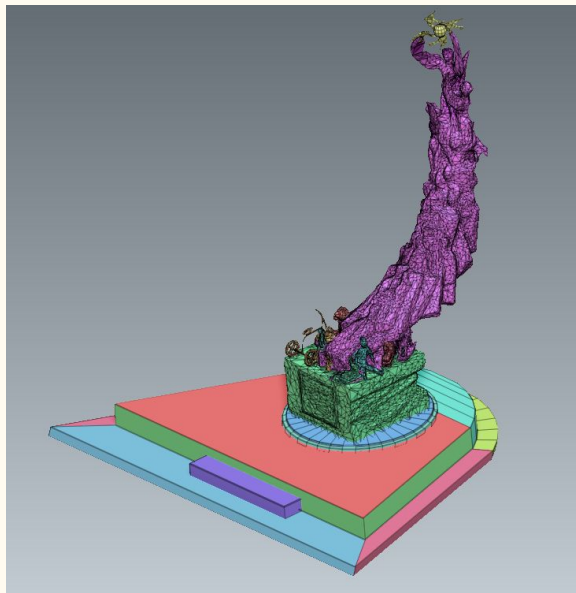
Итоговая низкополигональная модель

Представление групп объектов для дальнейшего создания UV - развертки

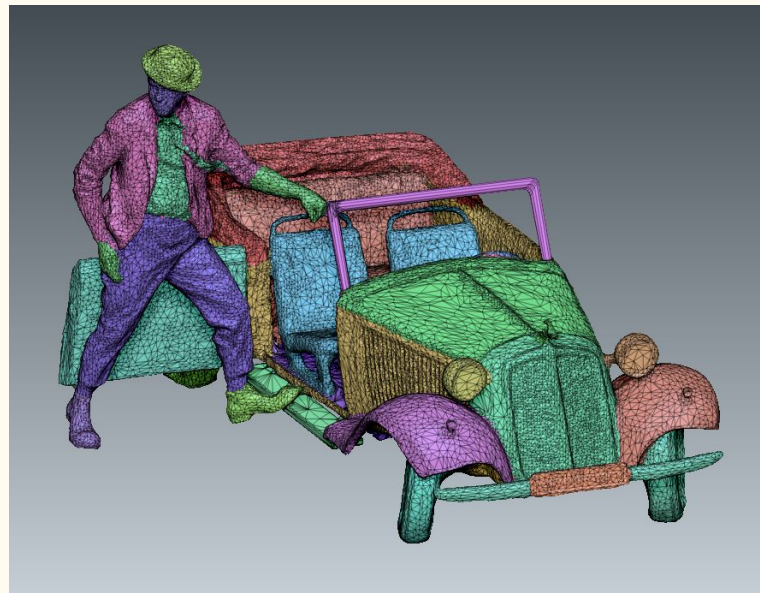
Для качественного отображения текстуры необходимо создать UV-развертку, выделив группы объектов на модели



Памятник Братьям Лихудам



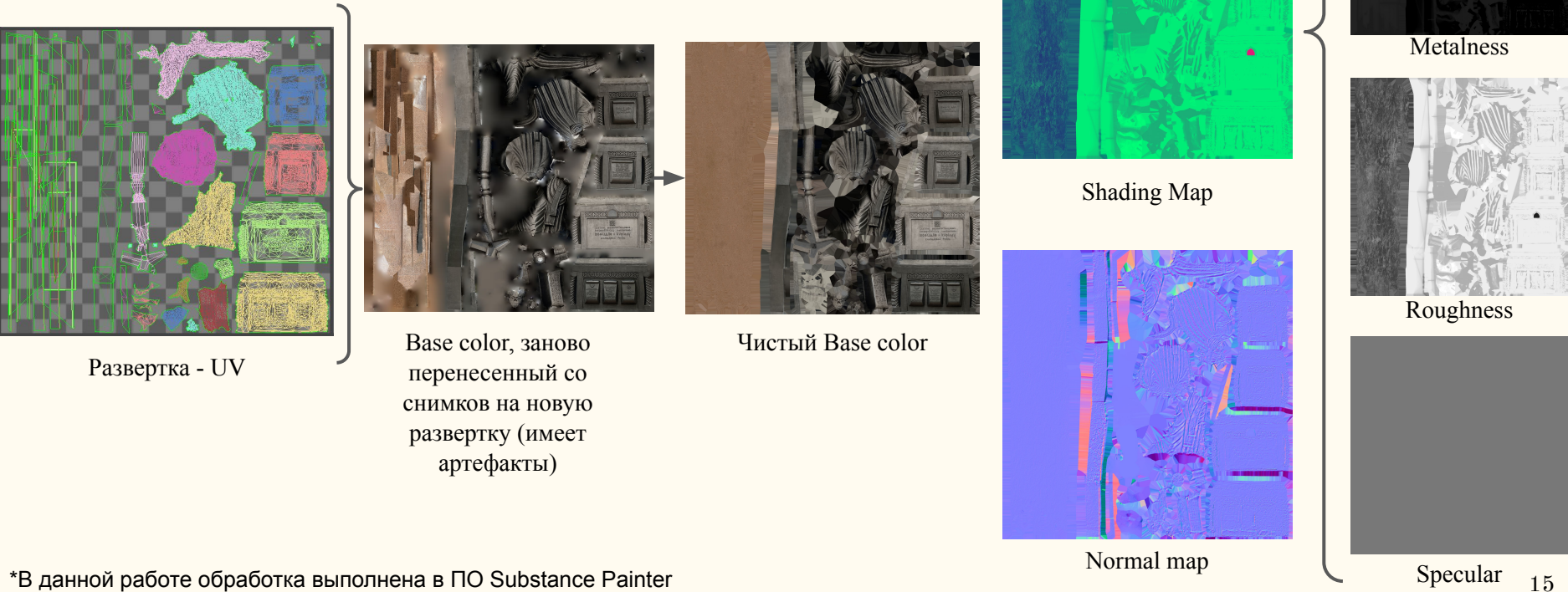
Памятник Жертвам Беслана



Памятник Юрию Никулину

Текстурирование. Создание физически корректных текстур (англ. Physically Based Rendering или PBR)

- 1. Перепроецирование текстуры на новую развертку Low Poly модели со снимков;
- 2. Чистка Base color, устранение артефактов вызванных бликами на снимках;
- 3. Создание физически корректных материалов



*В данной работе обработка выполнена в ПО Substance Painter

Итоговая схема последовательного использования программных продуктов для обработки



* Для фотограмметрической обработки приведен список нескольких ПО

Пример 3D - модель памятника Юрию Никулину для решения создания трехмерных библиотек

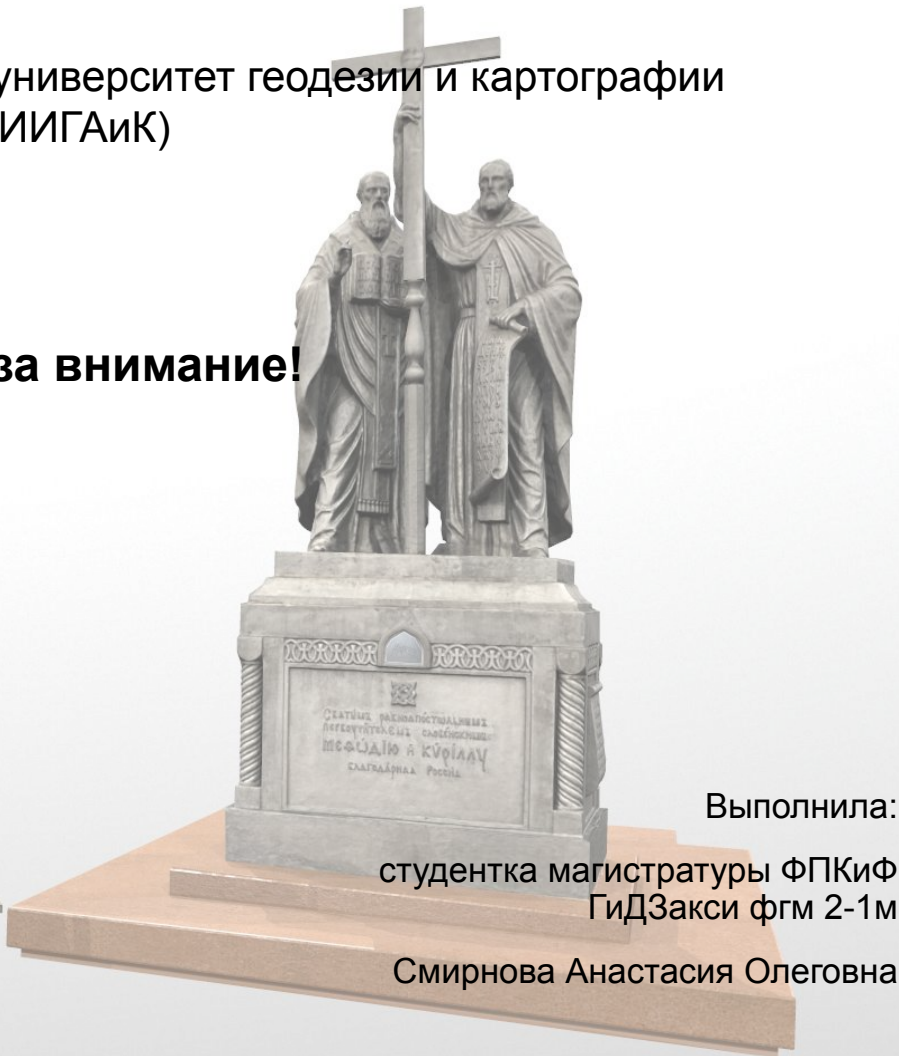


Пример 3D - модель памятника Жертвам Беслана для решения создания трехмерных библиотек



Московский государственный университет геодезии и картографии
(МИИГАиК)

Спасибо за внимание!



Выполнила:

студентка магистратуры ФПКиф
ГидЗакси фгм 2-1м

Смирнова Анастасия Олеговна