

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра кадастра недвижимости, землеустройства и геодезии

## **Практика по фотограмметрии**

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

к выполнению практики по фотограмметрии  
для студентов направления 21.03.03 «Геодезия и дистанционное  
зондирование»  
(профиль «Геодезия») всех форм обучения

Воронеж 2022

## Введение

Целью учебной практики "Фотограмметрия" является закрепление и углубление теоретической подготовки, полученной при изучении дисциплины "Фотограмметрия и дистанционное зондирование" по направлению подготовки 21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование», приобретение практических навыков, профессиональных и общекультурных компетенций.

Для выполнения практики необходимо выполнение следующих задач:

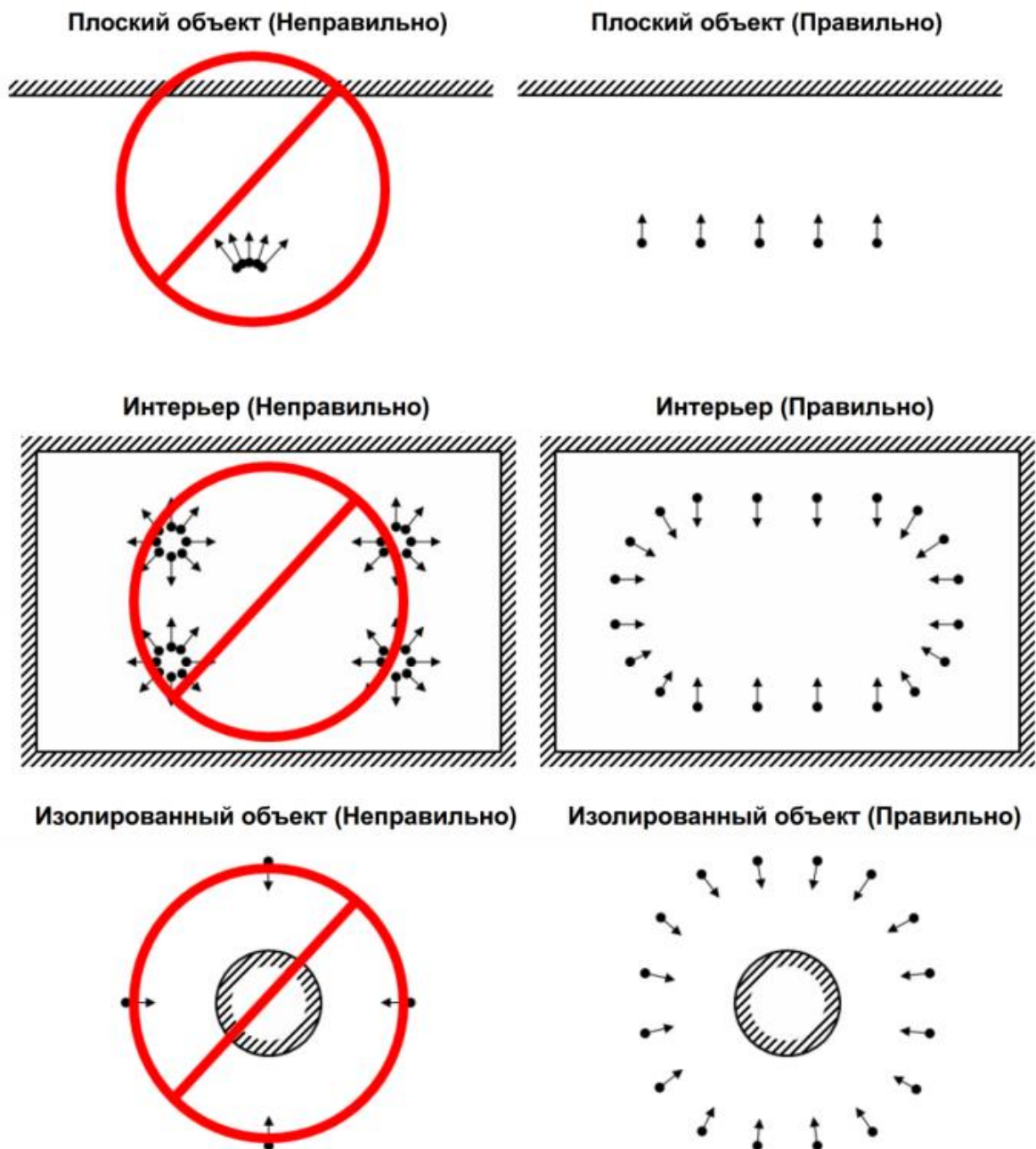
- получение навыков полевых фотограмметрических съемок;
- обучение работе с современным геодезическим оборудованием,
- предназначенным для проведения дистанционного изучения объектов;
- знакомство с программным обеспечением, позволяющим обрабатывать результаты фотограмметрической съемки, дистанционного зондирования и лазерного сканирования.

Учебная практика по фотограмметрии и дистанционному зондированию относится к вариативной части основной профессиональной образовательной программы и базируется на освоении следующих дисциплин: Фотограмметрия и дистанционное зондирование, Геодезия, Прикладная фотограмметрия, Геодезическое инструментоведение; учебных практик по геодезии и прикладной геодезии.

В результате прохождения учебной практики обучающийся должен приобрести следующие практические навыки, умения, универсальные и профессиональные компетенции: ПК-4 – Способен выполнять отдельные технологические операции по созданию информационных продуктов и услуг на основе использования данных ДЗЗ.

## Съемка объектов для фотограмметрической обработки.

Изучается методика фотографирования объектов для последующего получения 3D-модели. Перед съемкой необходимо ознакомиться с основными правилами и приведенные ниже схемами (рис. ).



**Рисунок –** . Правила съемки фотоаппаратом для получения данных для фотограмметрической обработки.

Основные правила:

- Фотографии должны иметь достаточно высокое разрешение (5 МПикс и более).
- Широкоугольные объективы дают больше информации, чем телеобъективы; полученные с их помощью фотографии лучше подходят для нахождения соответствий между объектами на разных кадрах.
- При съемке избегайте плоских нетекстурированных, отражающих и прозрачных объектов.
- Снимаемый объект должен занимать наибольшую часть кадра. Избегайте попадания в кадр нежелательных объектов на переднем плане. По возможности не допускайте изменения взаимного расположения объектов в процессе съемки.
- Снимайте блестящие объекты в облачную погоду.
- Делайте снимки с большим перекрытием. Избыток фотографий предпочтительнее, чем их недостаточное количество.
- Наиболее важные детали рекомендуется снимать с 3 и более ракурсов.
- Планируйте сценарии съемки заранее.
- Для привязки восстановленной трехмерной модели в относительной системе координат, необходимо запомнить или разместить в пределах сцены наземные маркеры, по которым будет построена относительная система координат и восстановлен масштаб. Измеряйте относительные расстояния.

### **Построение 3D-моделей методом фотограмметрии.**

Проводится обработка снимков различных объектов в программе Agisoft PhotoScan. Процедура построения 3D модели включает загрузку всех снимков для каждого объекта в программу, выравнивание фотографий, построение геометрии модели, наложение текстуры. Текстура строится на

основе загруженных фотоснимков.

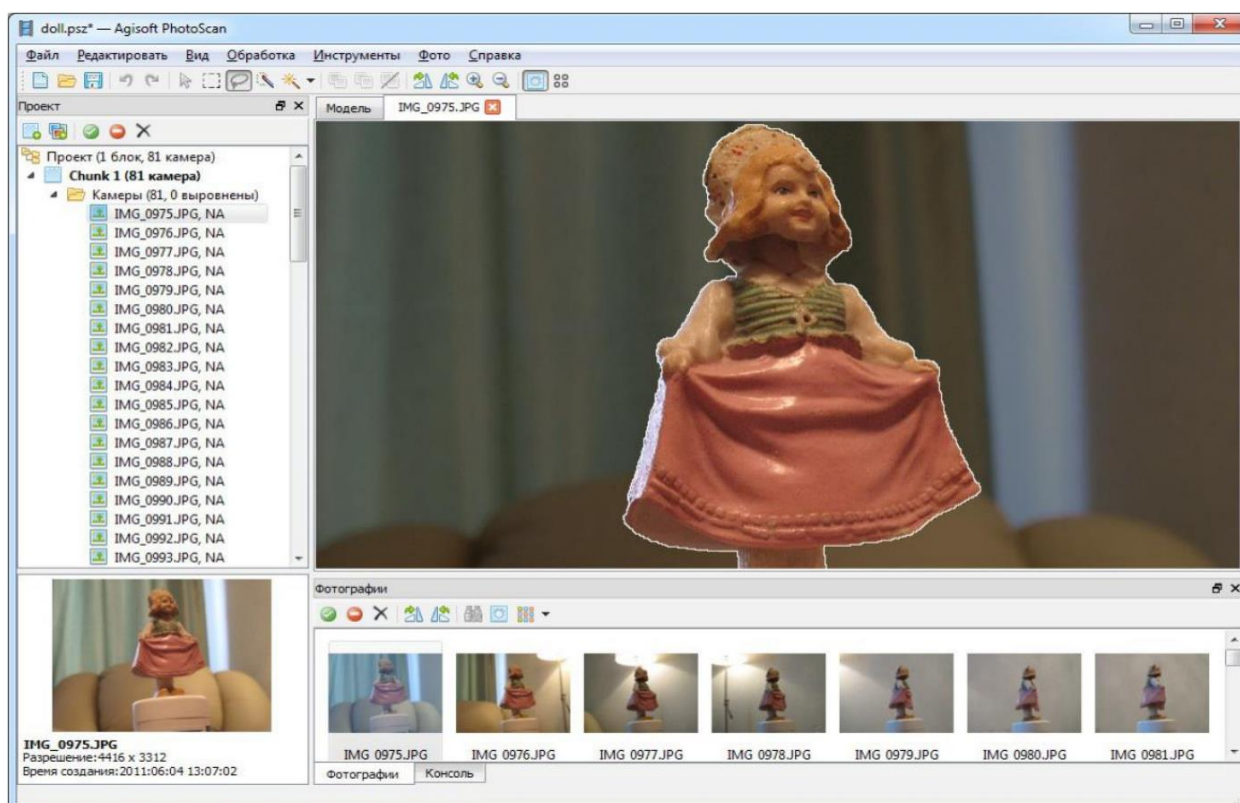
### ***Добавить фотографии***

Для добавления фотографий выберите в меню *Обработка* пункт *Добавить...* или нажмите кнопку *Добавить фотографии* на вкладке *Проект* в рабочей области программы.

В диалоговом окне *Добавить фотографии* укажите путь к папке с фотографиями, выделите файлы, которые необходимо добавить и нажмите кнопку *Открыть*.

### ***Наложение масок***

Для достижения наилучших результатов реконструкции, необходимо закрыть маской (рис. ) все второстепенные объекты на исходных фотографиях (фон, поворотный стол и т. д.).



**Рисунок – 1.** Процедура маскирования изображения.

Дважды кликните по фотографии, предназначенной для редактирования, на панели *Фотографии*, чтобы открыть ее в рабочей области.

Выберите один из инструментов выделения на главной панели инструментов: *Прямоугольное выделение* для незначимых элементов

прямоугольной формы; *Выделение контура* – для выделения фигур произвольной формы; *Выделение области* – для обрисовки области выделения при помощи мыши.

Для выделения однородного фона используйте инструмент *Выделение связанных областей*. Выберите инструмент на панели инструментов, затем кликните внутри области, предназначенной для выделения. Для добавления смежных областей в выделенную область, кликните внутри области, которую надо добавить в выделение, удерживая клавишу Ctrl.

Сохраните маску, нажав кнопку *Добавить выделение* на панели инструментов. Для изменения конфигурации маски используйте кнопки *Инвертировать выделение/ Вычесть выделение* на панели инструментов.

Повторите описанную процедуру для каждой фотографии, для которой необходимо наложение маски на второстепенные элементы изображения.

Области, закрытые маской, могут быть проигнорированы на этапе обработки *Выровнять фотографии* (для этого подключите опцию *Использовать маску для фильтрации соответствий* в диалоговом окне *Выровнять фотографии*) и всегда игнорируются на этапах *Построить плотное облако* и *Построить текстуру*.

### ***Выравнивание фотографий***

На этом этапе PhotoScan определяет положение камер и строит разреженное облако точек на основании фотографий.

В меню *Обработка* выберите пункт *Выровнять фотографии*.

В диалоговом окне *Выровнять фотографии* задайте следующие значения параметров:

**Точность:** *Высокая* (высокая точность позволяет рассчитывать более точные положения камер, тогда как значение *Низкая* может быть использована для расчета приближенных положений камер за меньшее время)

**Преселекция пар:** *Отключена* (для быстрого выравнивания большого количества фотографий используйте значение параметра *Общая*)

Использовать маску для фильтрации соответствий: подключена (в случае, если маска закрывает движущиеся объекты, например, облака) или не подключена (если вся область под маской оставалась неподвижна во время съемки).

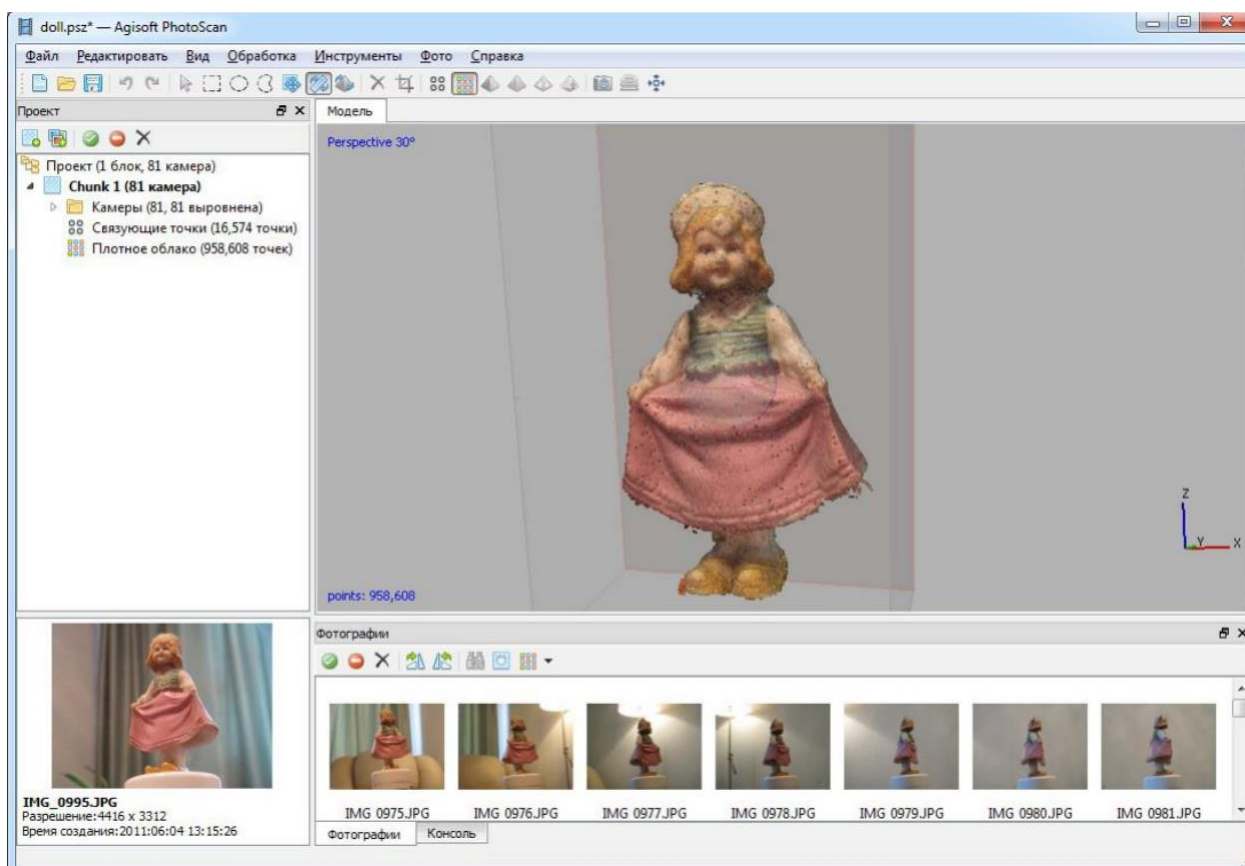
**Макс. количество точек:** 40000

**Макс. количество проекций:** 1000

Нажмите кнопку ОК, чтобы начать процесс выравнивания фотографий.

### **Построение плотного облака точек**

Основываясь на рассчитанных положениях камер, программа вычисляет карты глубины для каждой камеры и строит плотное облако точек (рис. 5).



**Рисунок – 5.** Плотное облако точек.

В меню *Обработка* выберите пункт *Построить плотное облако*.

В диалоговом задайте следующие значения параметров:

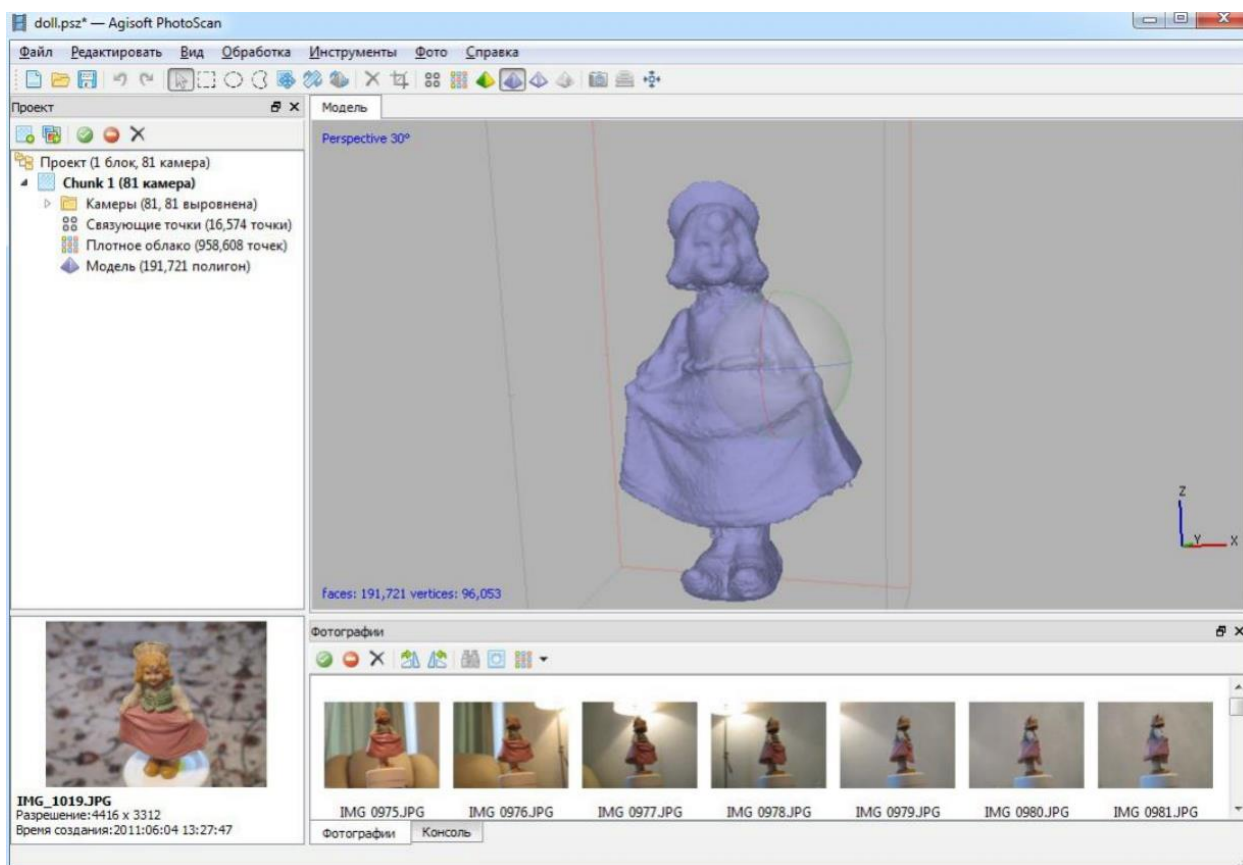
**Качество:** *Среднее* (чем выше желаемое качество, тем больше времени и вычислительных ресурсов потребуется для завершения этапа)

**Фильтрация карт глубины:** *Агрессивная*

Точки плотного облака могут быть удалены при помощи инструментов выделения и кнопок *Удалить выделение* / *Обрезать выделение* на панели инструментов.

### Построение полигональной модели

На основании полученного плотного облака точек можно построить трехмерную полигональную модель (рис. 6).



**Рисунок – 6.** Полигональная модель.

Выберите пункт *Построить модель* в меню *Обработка*. Задайте следующие значения параметров:

**Тип поверхности:** *Произвольный*

**Исходные данные:** *Плотное облако*

**Количество полигонов:** *Высокое* (максимальное число полигонов в результирующей модели. Значения, предлагаемые программой, рассчитываются на основании данных о количестве точек в плотном облаке. Возможно задание параметра в ручном режиме)

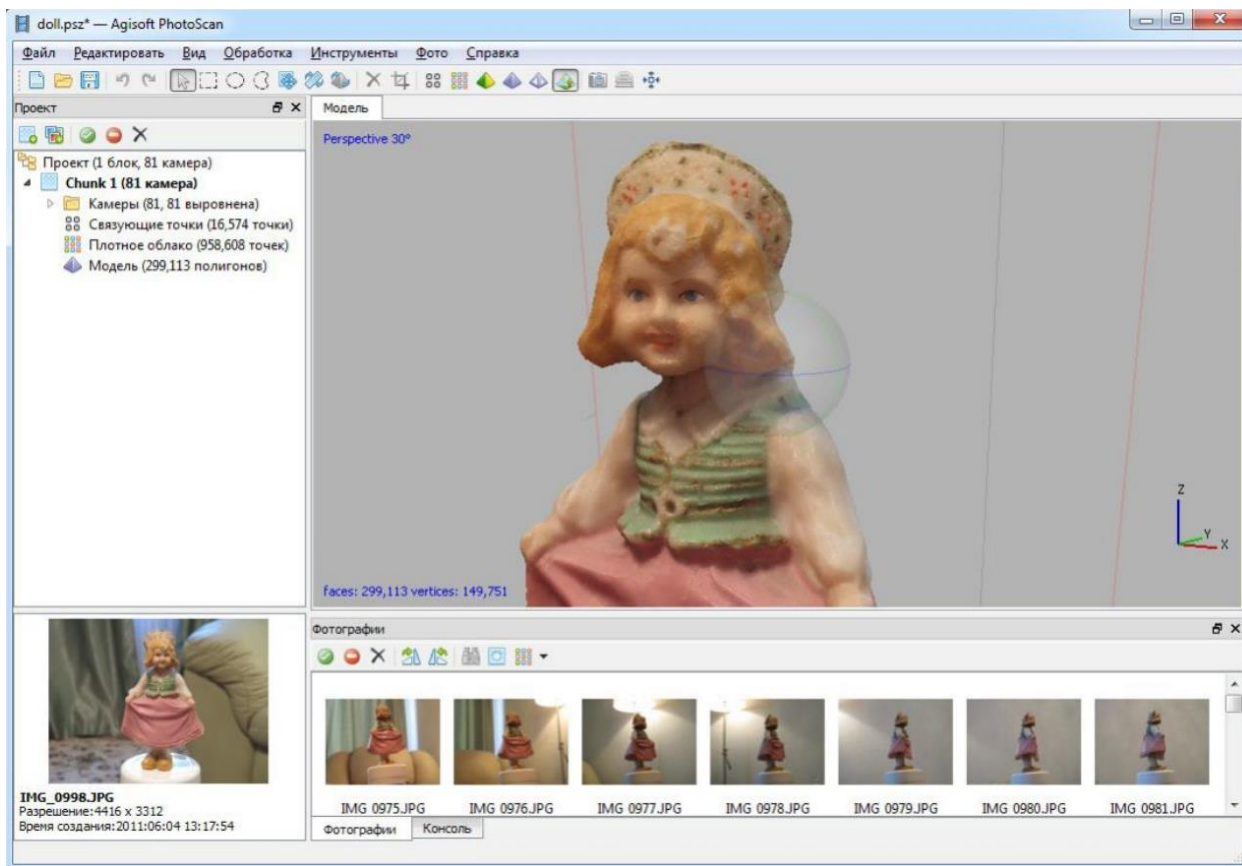
**Интерполяция:** *Включена*



Нажмите кнопку ОК для начала построения полигональной модели.

## Построение текстуры

Используя используемые изображения, программа может построить текстурированную модель (рис. 7). В случае, если далее предполагается использовать не текстурированную модель, этот этап может быть пропущен.



**Рисунок – 7.** Текстурированная модель

Выберите пункт *Построить текстуру* в меню *Обработка*. В диалоговом окне *Построить текстуру* задайте следующие значения параметров:

**Режим параметризации:** *Общий*

**Режим смешивания:** *Мозаика*

**Размер и количество текстур:** 4096 x 1 (размер текстурного атласа по высоте и ширине в пикселях и количество файлов экспорта текстуры. Экспорт текстурного атласа в несколько файлов позволяет добиться большего разрешения конечной текстуры модели, тогда как экспорт текстуры высокого разрешения в один файл может оказаться невозможным из-за

ограничений оперативной памяти).

**Включить коррекцию цветов:** *не подключен*

Нажмите кнопку ОК для начала построения текстуры.

### **Экспорт модели**

Если необходимо экспортировать модель в файл выберите команду *Экспортировать модель* в меню *Файл*. В диалоговом окне *Сохранить* как задайте имя и формат файла и определите путь к папке, в которую будет сохранена модель. Нажмите кнопку *Сохранить*.

В диалоговом окне *Экспортировать модель* укажите желаемые параметры экспорта. Обратите внимание, что список доступных параметров экспорта зависит от выбранного формата файла.

PhotoScan поддерживает прямую загрузку моделей в онлайн ресурсы Sketchfab. Для задания корректной ориентации модели в пространстве используйте инструмент *Повернуть объект* до загрузки модели на онлайн ресурс.

## **Методика обработки снимков через программу Agisoft Metashape Professional.**

Обработка снимков с целью построения 3D-модели выполняется по следующей схеме:

- нахождение связующих точек объекта (т.Х) на снимках;
- решение системы нелинейных уравнений (прямая фотограмметрическая задача);
- определение элементов внутреннего ориентирования камеры;
- определение элементов взаимного ориентирования;
- вычисление положения точек объекта в пространственной системе координат;

При этом, множество точек представляются в виде триангуляционных каркасов (блочная пространственная фототриангуляция), удобных для последующего структурирования либо трансформирования снимков.

Перед загрузкой фотографий в PhotoScan необходимо выбрать те из них, которые подходят для создания объемной модели. Обработка изображений с помощью PhotoScan включает следующие основные шаги:

- загрузка фотографий в PhotoScan;
- обзор загруженных изображений и удаление ненужных кадров;
- выравнивание фотографий;
- построение плотного облака точек;
- построение трехмерной полигональной модели;
- текстурирование объекта;
- построение тайловой модели;
- построение цифровой модели местности;
- построение ортофотоплана;
- экспорт результатов.

Перед началом работы необходимо определить, какие фотографии будут использоваться в качестве исходных для трехмерной реконструкции. Сами фотографии не загружаются в PhotoScan до тех пор, пока они не потребуются для процесса обработки, то есть, нажимая "добавить фотографии", программа отмечает те фотографии, которые будут использоваться в дальнейшем (см. п 2).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Михайлов А.П., Чибуничев А.Г. Конспект лекций по курсу 73 фотограмметрия (в электронном виде). МИИГАиК, 2005.
2. Краснопевцев Б.В. Фотограмметрия. -М.: МИИГАиК, 2008. -160 с. (в библиотеке МИИГАиК).
3. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов. -М.: ЦНИИГАиК, 2002. -100 с.
4. ГОСТ 21667-76. Картография. Термины и определения.
5. ГОСТ 22268-76. Геодезия. Термины и определения.
6. ГОСТ 28441-99. Картография цифровая. Термины и определения.
7. ГОСТ 51833-2001. Фотограмметрия. Термины и определения.
8. ГОСТ 51605-2000. Карты цифровые топографические. Общие требования.
9. ГОСТ 51606-2000. Карты цифровые топографические. Система классификации и кодирования цифровой картографической информации.
10. ГОСТ 51607-2000. Карты цифровые топографические. Правила цифрового описания картографической информации. Общие требования.
11. ГОСТ 51608-2000. Карты цифровые топографические. Требования к качеству цифровых топографических карт.
12. Инструкция по топографической съёмке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500. ГКИШ-02-033-82. -М.: Недра, 1985. -151 с.
13. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500. -М.: Недра, 1984