

3.4. Подготовка сканера к работе

Подготовка устройства к работе практически полностью соответствует процедуре настройки оборудования, указанному в разделе «Подготовка сканера к использованию» Руководства по эксплуатации¹³. В общем случае должны быть выполнены следующие пункты:

- Проверка работы механизма поворотного стола
- Регулировка осветительной системы
- Настройка фотокамеры.
- Подключение компьютера.

В том случае, если не все перечисленные операции были проделаны, их следует выполнить в соответствии с рекомендациями Руководства.

3.5. Процедура сканирования объекта

Сканирование объекта в программе *Photo3DStudio*

После того, как выполнены действия по подключению и настройке оборудования, можно приступать к настройке параметров съемки, для чего нужно запустить программу *Photo3D Studio*. Через несколько секунд после появления на экране рабочего окна приложения, следует проверить, что оно правильно опознало подключенное оборудование. В правой части окна программы на вкладке *Фото* в группе *Настройки 3D-съемки* должны быть видны обозначение модели подключенной фотокамеры, а также флаги-подтверждения «ОК» в полях *Камера* и *Устр.вращ.*, относящиеся к фотокамере и поворотному столу.

В случае, если программа не опознала оборудование, следует повторно выполнить процедуру подключения оборудования, и в случае неудачи обратиться в техническую поддержку фирмы-производителя.

Если оборудование опознано успешно, то приступают к установке двух основных групп параметров (параметров 3D-съемки и параметров камеры) так, как указано далее.

Установка параметров съемки

Первоначально в окне программы выставляются параметры съемки, загруженные из профиля или установленные согласно рекомендациям Руководства. Затем нажатием на кнопку «Один кадр» производится контрольный снимок, в результате чего в рабочем окне программы должна появиться фотография объекта. После визуальной оценки одного изображения следует скорректировать фотографические параметры съемки и подготовить съемку всей серии изображений, установив их новые значения органами управления непосредственно на камере¹⁴ или в окне программы. Рассмотрим особенности установки тех параметров, которые в наибольшей степени влияют на результат съемки.

Формат изображения. Параметры серийной съемки задаются в верхней части окна программы. Прежде всего пользователю нужно принять решение относительно формата изображений. Как правило, устанавливаемое в поле *Форм* значение *Large Normal Jpeg* в большинстве случаев удовлетворяет требованиям к качеству снимков. Однако иногда полезно установить в этом поле другое значение, чтобы получить фотографии, например, в «сыром» (raw) формате для их последующего редактирования в графическом редакторе¹⁵.

Разрешение снимков. Следует помнить, что чем выше качество исходного фотоматериала, тем лучше будет выполнена последующая реконструкция модели. Именно поэтому

¹³ См. документ «Руководство по эксплуатации сканера DF-Scan».

¹⁴ Здесь и ниже предполагается использование цифровой зеркальной фотокамеры со сменным объективом.

¹⁵ В графических приложениях третьих фирм, например, в Adobe Photoshop.

рекомендуется задавать достаточно большое разрешение фотографий (не менее 5–8 МП), а с целью устранения цифрового шума работать с «сырым» форматом¹⁶ и устанавливать, например, в интерфейсе *Photo3D Studio* для камер производства фирмы Кэнон параметр *Форм* как *Middle CR2 + Large Normal Jpeg* либо *Large CR2 + Large Normal Jpeg*¹⁷.

Количество фотографий. Для второй стадии реконструкции модели наряду с разрешением определяющим параметром является количество фотографий в серии, которое либо выбирается из раскрывающегося списка, либо устанавливается оператором самостоятельно. Его значение рекомендуется задавать не менее 36, чтобы угловой шаг сканирования составлял не менее 10 градусов.

Кадрование. Для того, чтобы изображение объекта полностью уместилось в кадре, следует использовать широкоугольные объективы. Несмотря на то, что размеры поворотного стола позволяют помещать на него достаточно крупные объекты, возможность их фотосъемки может быть ограничена из-за слишком большого фокусного расстояния объектива. Этот параметр следует выбирать с учетом размеров рабочей зоны сканера, т. е. сравнительно малого расстоянием между передней линзой объектива и предметом, расположенным на поворотном столе. С учетом сказанного рекомендуется использовать объективы с постоянным фокусным расстоянием 50 мм и менее или зум-объективы. Отметим здесь же, что при отсутствии в файле изображений данных о параметрах снимка (exif), в приложении *Photoscan*, которое используется при реконструкции модели, значение фокусного расстояния по умолчанию предполагается равным 50 мм.

Глубина резкости. Для того, чтобы гарантировать нужную глубину резкости, объектив диафрагмируют, устанавливая диафрагменное число равным 8 и более. Для наводки на резкость полезно первоначально воспользоваться режимом автоматической фокусировки с последующей переустановкой камеры на ручной режим. Одновременно следует установить значение *Manual* полей *Фокус* и *Реж.фок.* в интерфейсе программы. В том случае, если настройке камеры мешают кронштейн или рама сканера, рекомендуется воспользоваться «живым» режимом просмотра на жидкокристаллическом экране фотокамеры (Live View).

Использование вспышки. В том случае, если при съемке используется накамерная фотовспышка (например, для подсвета теней, отбрасываемых предметом), следует увеличить время пауз до и(или) после срабатывания затвора камеры для того, чтобы обеспечить нужное время для перезарядки вспышки, работающей от аккумулятора камеры. Для современных зеркальных камер время перезарядки относительно невелико и не превышает 1 секунды¹⁸.

Баланс белого. Важным фотографическим параметром является и цветовая температура. Для этого параметра устанавливается значение «Auto» или «фотовспышка» («Flash») при ее использовании, а при работе только с входящими в состав сканера осветителями значение устанавливается вручную с камеры по методу «белого листа». При этом в поле *Бал.бел.* интерфейса программы следует устанавливать значение *Color temp.*

Чувствительность матрицы. Для минимизации цифрового шума рекомендуется устанавливать минимальное значение чувствительности ISO, которое позволяет камера (200 и менее).

Экспозиционные параметры. С учетом требований к глубине резкости и чувствительности значение выдержки при съемке неподвижного объекта может быть увеличено вплоть до 1/10 секунды и более с учетом жесткого закрепления камеры. Тем не менее следует выдерживать достаточно большую паузу перед срабатыванием затвора камеры для того, чтобы исключить и ее возможное дрожание, и «смаз» изображения, вызванные движением поворотного стола. Для того, чтобы еще больше уменьшить вероятность «смаза», можно установить на камере режим предварительного подъема зеркала и спуск затвора через 2 се-

¹⁶ Подробнее см. требования к исходным снимкам в документации на сайте фирмы Agisoft.

¹⁷ Эти же форматы могут быть установлены с помощью органов управления непосредственно на камере.

¹⁸ Например, фотокамера Canon 1300D позволяет сделать со вспышкой 87 кадров за минуту. См. 3Dnews. Обзор зеркальной камеры Canon EOS 1300D: младшая, теперь с Wi-Fi. [Электронный ресурс] URL:[https://3dnews.ru/938303/page-3.html#Работа со вспышками](https://3dnews.ru/938303/page-3.html#Работа%20со%20вспышками) (дата обращения: 08.08.2017).

кунды после этого. Однако одновременно следует и увеличить длительность паузы перед съемкой кадра.

Учитывая все вышеперечисленное, можно рекомендовать начинать установку параметров сканирования на основе предлагаемых в таблице 2 с последующим их уточнением.

Таблица 2. Примерные параметры сканирования

<i>Параметр</i>	<i>Значение</i>
Количество кадров на 360 градусов	36...72
Дополнительные настройки перемещения	нет (прочерк)
Задержка перед вращением	1..3 сек.
Скорость вращения	Medium (средняя)
Поворот изображения	нет (прочерк)
Задержка после поворота	0 сек.
Флажки-параметры (<i>ручной режим, звуковой сигнал, разблокировать после съемки, отразить гор, отразить вер</i>)	Обычно сняты (пустые)
Формат (параметр <i>Форм</i>)	Large Normal Jpeg
Режим фокусировки	Manual
Диафрагменное число	8..16
Выдержка	1/20..1/60
Чувствительность	100..200
Баланс белого	Color temp.
Автосохранение	#FolderEx#

Фотосъемка объекта

После установки параметров нужно еще раз убедиться, что вращению стола ничего не мешает, в т. ч. сам объект и фон, а дверцы защитного колпака закрыты, после чего нажать кнопку *Сделать 3D фото*, чтобы запустить сканирование серии. При этом поворотный стол начинает периодическое круговое движение, а фотокамера производит съемку с задержкой в заданное количество секунд перед очередным поворотом стола. После каждого щелчка затвора камеры в рабочем окне программы появляется очередная фотография, на фоне которой открывается информационное окно *3D фотосъемка* с текущими параметрами съемки и номером сделанного кадра (рис. 12).



Рис. 12. Вид окна приложения Photo3D Studio в процессе сканирования

Через несколько минут после начала работы фотосъемка прекращается, и сделанные фотографии можно записать в доступную пользователю папку, задав в параметрах *Быстрое сохранение* имя целевой папки и формат записи.

Сохранение отснятого фотоматериала

Не менее важно после окончания съемки сохранить изображения в нужном для последующей обработки формате. Несмотря на то, что приложение *Photo3D Studio* позволяет сжимать изображения и сохранять их в меньшем разрешении, для целей последующей реконструкции трехмерной модели этого делать не рекомендуется. Минимально допустимым размером фотографий следует считать 2880*1920, который устанавливается в группе параметров *Быстрая обработка*. Однако лучшее качество достигается при сохранении изображений в исходном, полученном с камеры, формате. Для этого нужно в параметре «*Формат сохранения*» задать формат выходных файлов «*FolderEx (camera Jpeg/RAW)*» как было указано выше при обсуждении интерфейса программы, что обеспечивает запись всех снимков в папку с заданным пользователем именем с установленными

После того, как исходный фотоматериал подготовлен, можно приступить ко второй стадии обработки – программной реконструкции трехмерной модели в приложении *Photoscan*.

3.6. Программная реконструкция модели

1. Первый этап этой стадии заключается в загрузке полученных после сканирования фотографий с помощью команды *Обработка – добавить папку* в новый блок (рис 13).

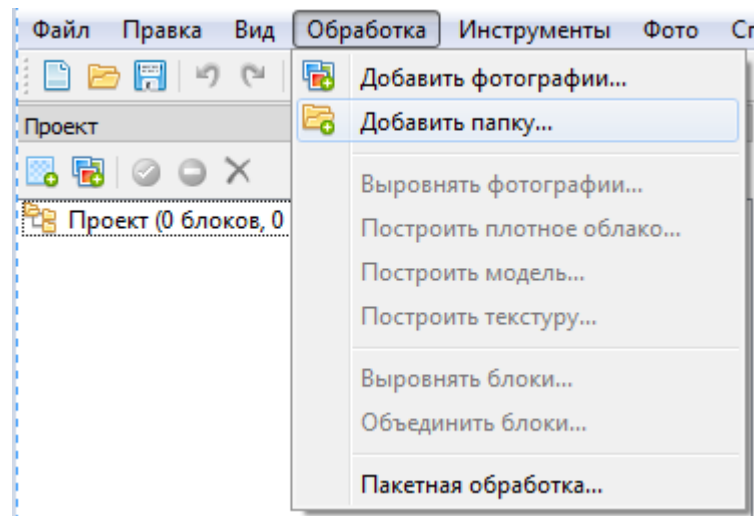


Рис. 13. Загрузка исходных изображений в приложение *Photoscan*

Программа создает блок (chunk) и загружает в него отсканированные фотографии объекта (например, утки) из указанной папки. Поскольку операция выравнивания камер еще не была выполнена, этот момент отмечен в заголовке «Камеры» символьными флагами «NC» и «NA» (рис. 14)

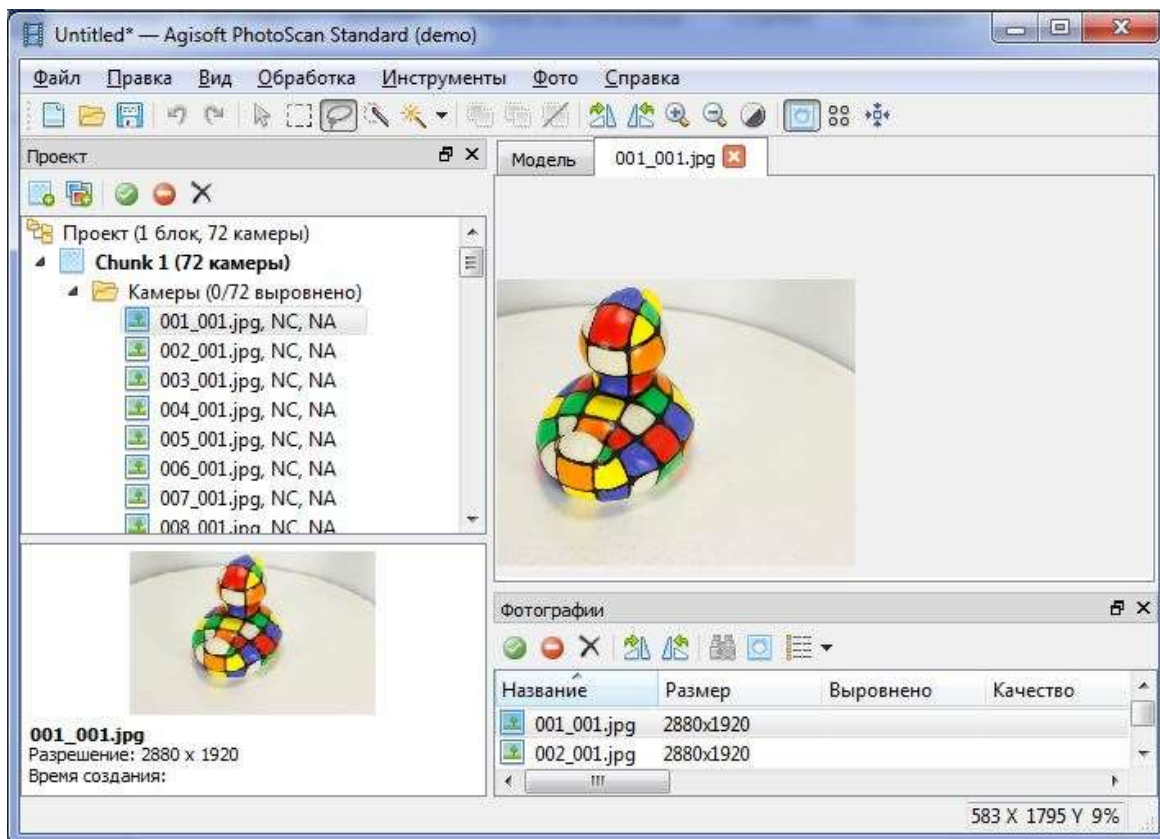


Рис. 14. Вид окна приложение Photoscan после загрузки фотографий

2. После загрузки изображений задается команда *Обработка – Выровнять фотографии*, при этом основное внимание уделяют параметру точности, указывая, например, *Средняя*. (рис. 15)

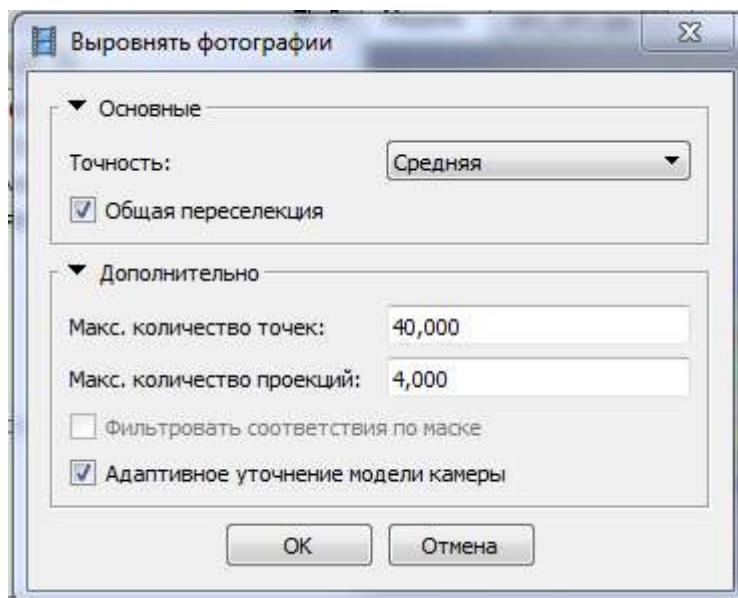


Рис. 15. Установка параметров для этапа выравнивания камер

По прошествии некоторого времени обработка успешно завершается, что подтверждается специальными пометками-флагами на вкладке *Фотографии*. В этот момент на вкладке *Модель* можно открыть вид *Облако точек* и увидеть множество цветных точек, представляющих сканированный объект и окружающий его по периметру набор из 72 камер (как в примере), каждая из которых показана синим прямоугольником и идентифицирована именем соответствующего ей файла (рис. 16).

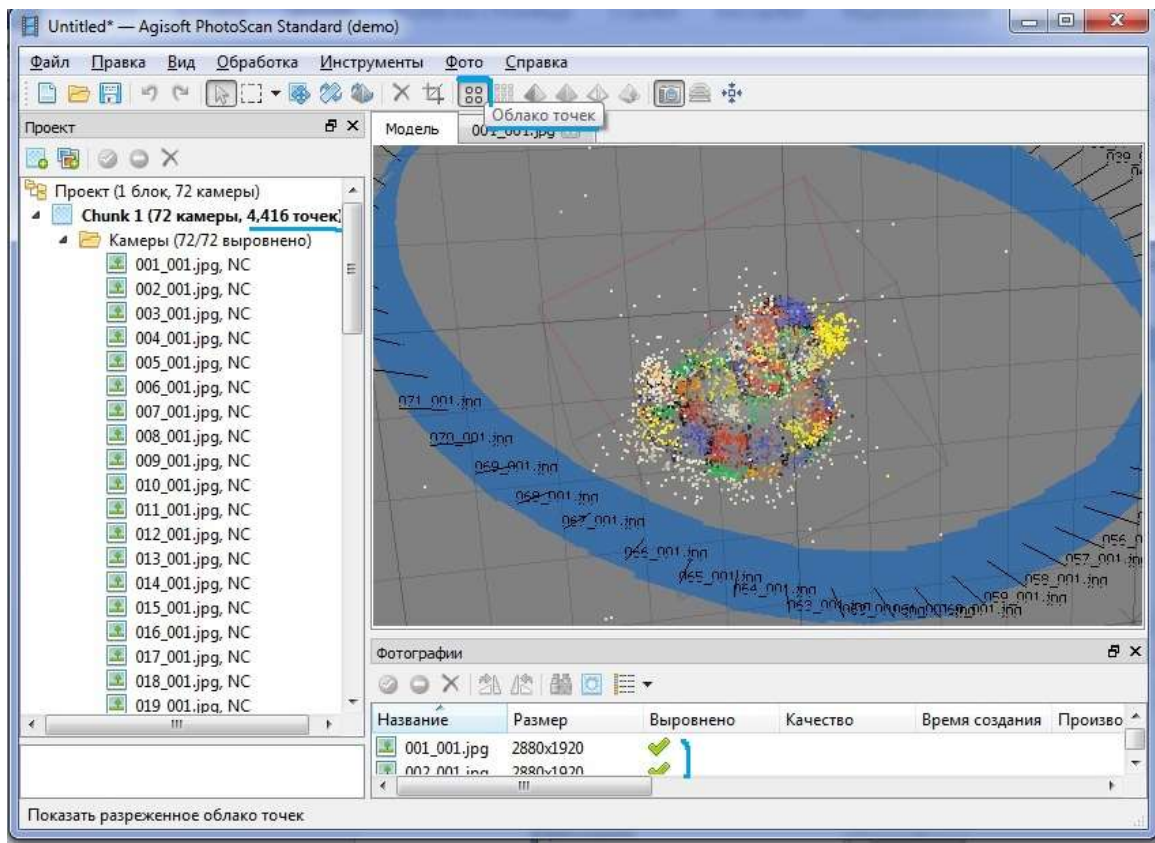


Рис. 16. Вид окна Photoscan после построения разреженного облака

В процессе выравнивания используются так называемые «связующие точки». Их количество в данном случае равно 4416. Если программе не удастся выполнить выравнивание камер, то в окне проекта в группе *Камеры* рядом с названием фотографии появляется флаг «NA», а на вкладке *Фотографии* в столбце *Выровнено* пометки будут отсутствовать. В этом случае следующий этап выполнять не имеет смысла, и пользователю потребуется отредактировать исходные данные (например, с помощью маскирования предметов на заднем плане или ручного выделения самого объекта на всех фотографиях), после чего повторно выполнить операцию выравнивание камер.

Однако в показанной на рисунке ситуации выравнивание произведено успешно и можно переходить к следующему этапу – построению плотного облака точек.

3. Построение плотного облака выполняется одноименной командой *Обработка–Построить плотное облако*, причем в диалоговом окне также задается параметр качества (в примере – *Среднее*), а дополнительный параметр фильтрации карт глубины обычно устанавливается на *Агрессивная* (рис. 17).

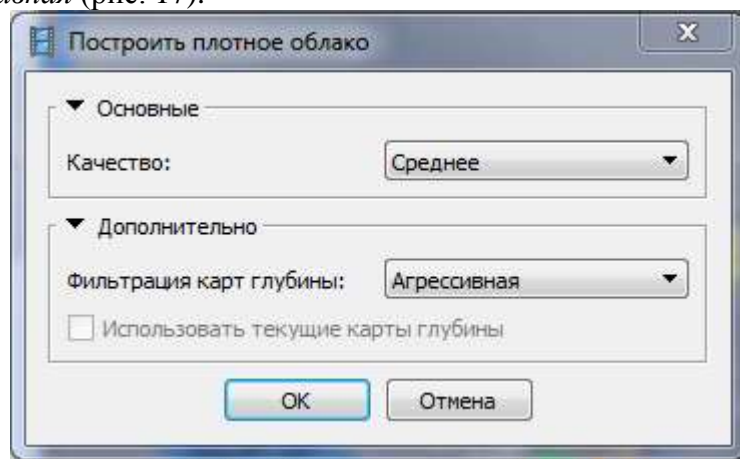


Рис. 17. Установка параметров формирования плотного облака

После окончания этого шага, что в показанном на рисунке случае заняло чуть более 3 минут, нажимая кнопку *Плотное облако* в рабочем окне, можно увидеть более приближенное к реальности изображение объекта (рис. 18). Красной линией на скриншоте отчеркнуты артефакты, т. е. не относящиеся к предмету части изображения, которые получились из-за наличия на поворотном столе теней от объекта в процессе сканирования. Одновременно отмечаем, что видневшийся на фотографиях на заднем плане край поворотного стола в состав модели не включен, что говорит о достаточно хорошей работе алгоритмов реконструкции даже на уровне средней точности.

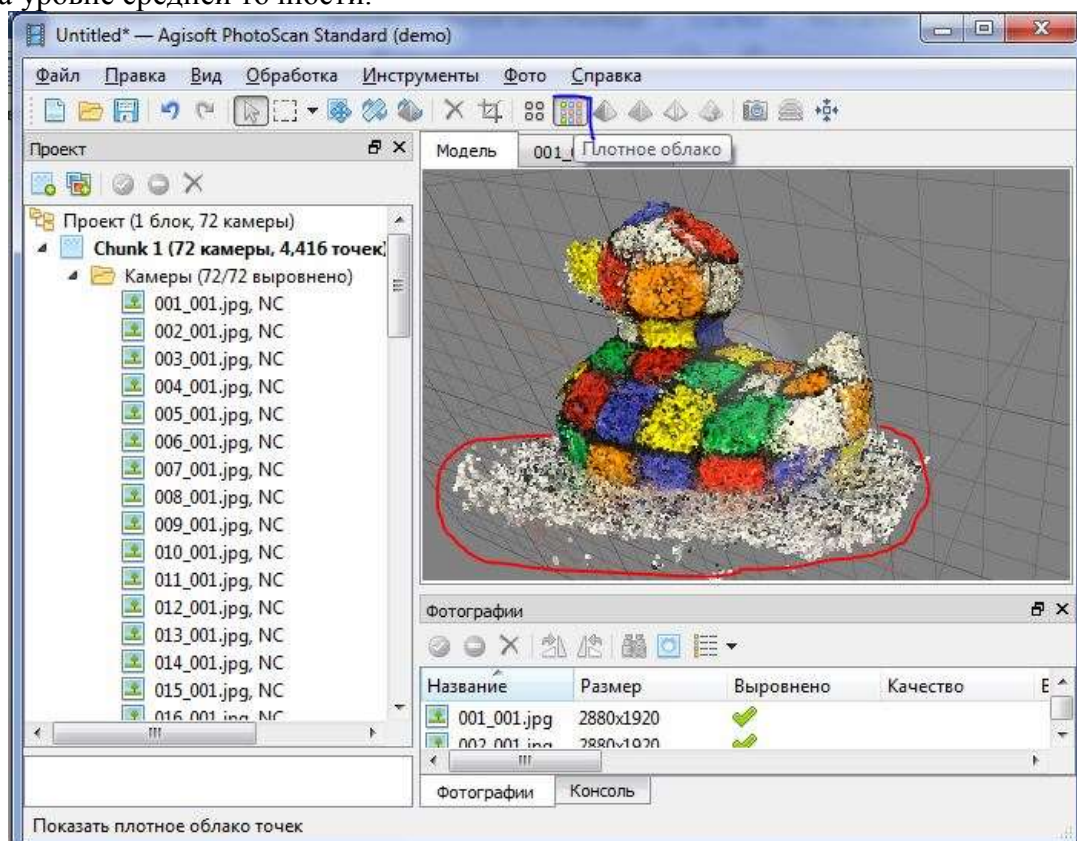


Рис. 18. Вид модели в режиме просмотра плотного облака

4. Теперь на основании полученного плотного облака точек можно построить трехмерную полигональную модель. Для этого используется команда *Обработка-Построить модель* с указанными на рис. 19 параметрами:

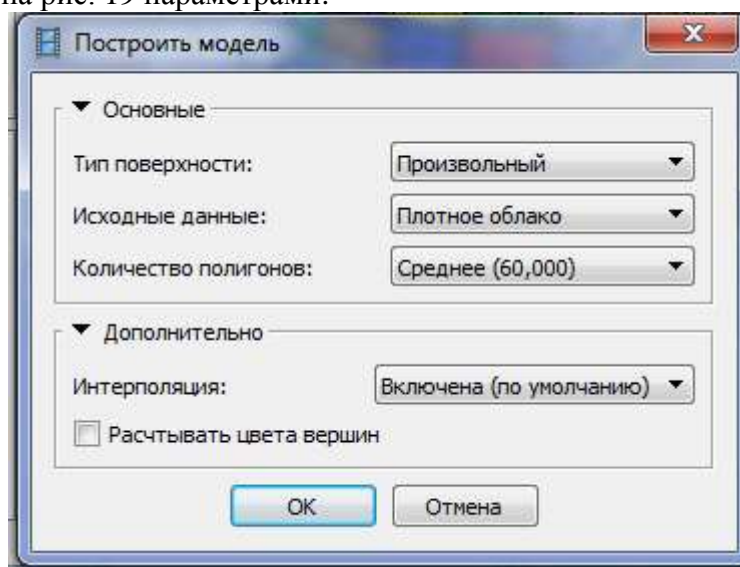


Рис. 19. Установка параметров формирования полигональной модели

Примерно через полминуты на экране возникает результат операции (рис 20). С помощью кнопок (отчеркнуты на рисунке синим) можно просматривать модель в одном из двух режимов – как каркасную и как сплошную.

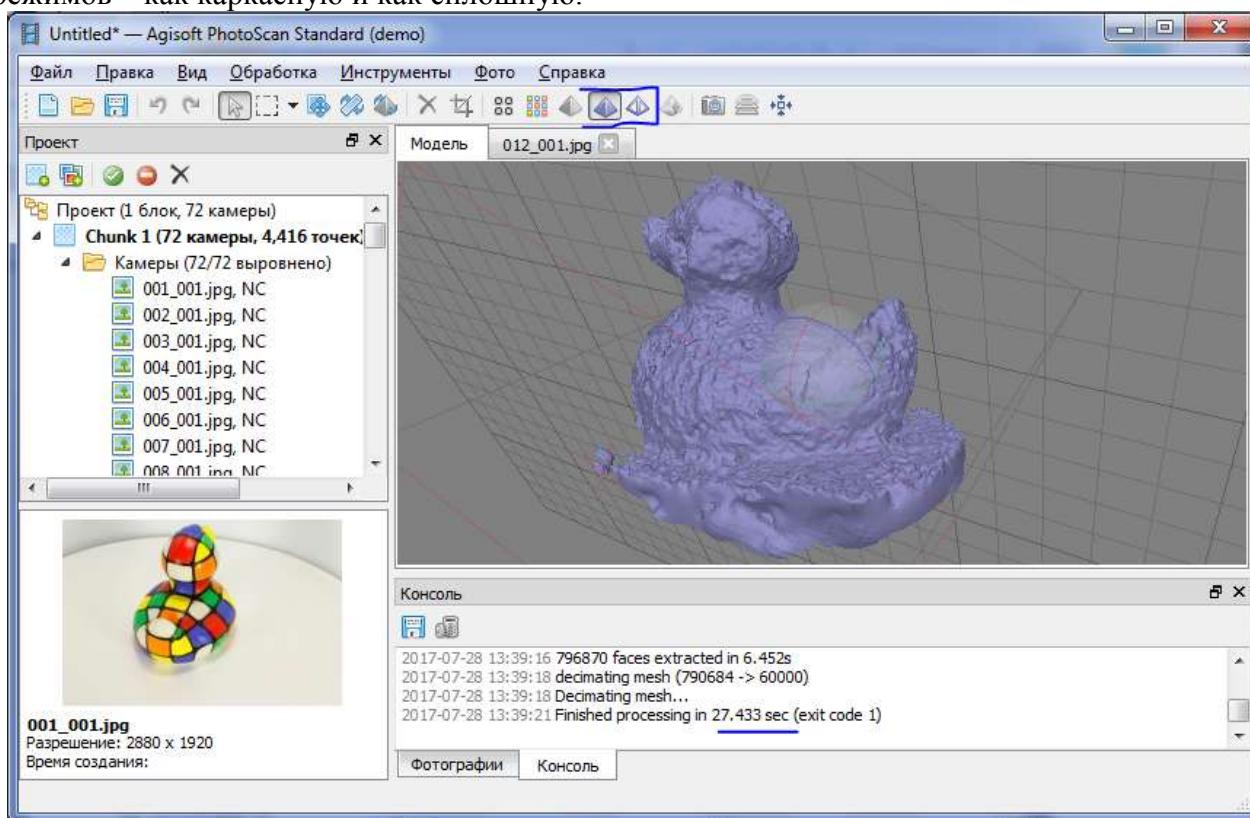


Рис. 20. Окно приложения в режиме просмотра полигональной модели

5. На последнем шаге нужно получить реалистичную текстурированную модель, т.е. «натянуть» на полигональную модель «кожу»-текстуру. Для этого вызывается команда *Обработка–Построить текстуру* с параметрами, указанными на рис. 21.

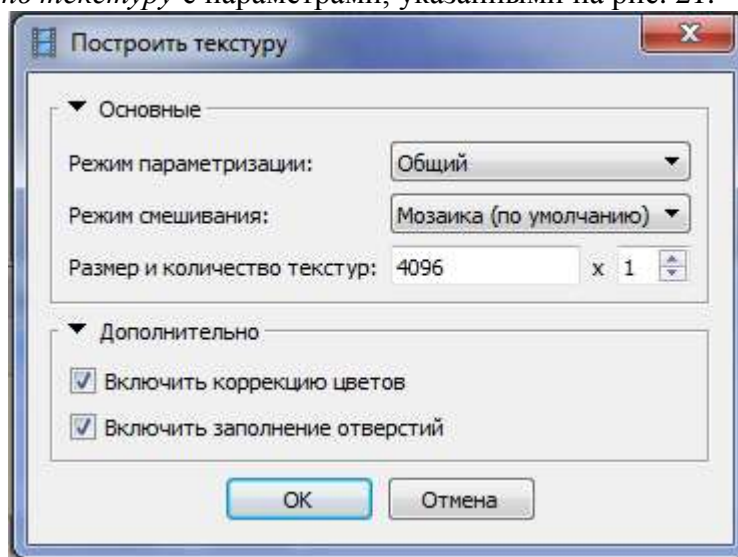


Рис. 21. Установка параметров для формирования текстуры модели

Просмотр в режиме *Текстурированный* демонстрирует достаточно хорошее качество модели с учетом задаваемых в параметрах средних уровней точности (рис. 22)

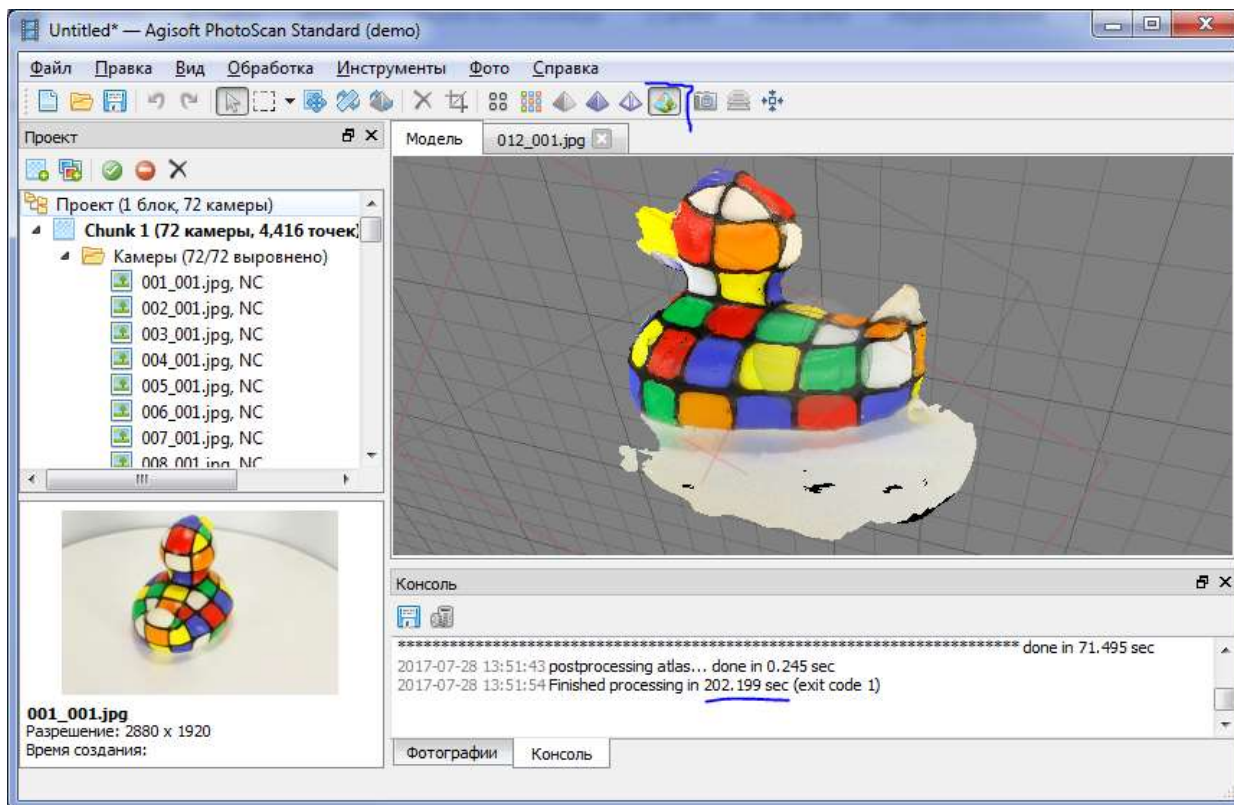


Рис. 22. Текстурированная модель

Естественно, что те поверхности, которые не были видны на снимках, в модели не отражены. В частности, у модели нет «дна», что легко видеть, если повернуть ее в рабочем окне «на бок» (рис. 23).

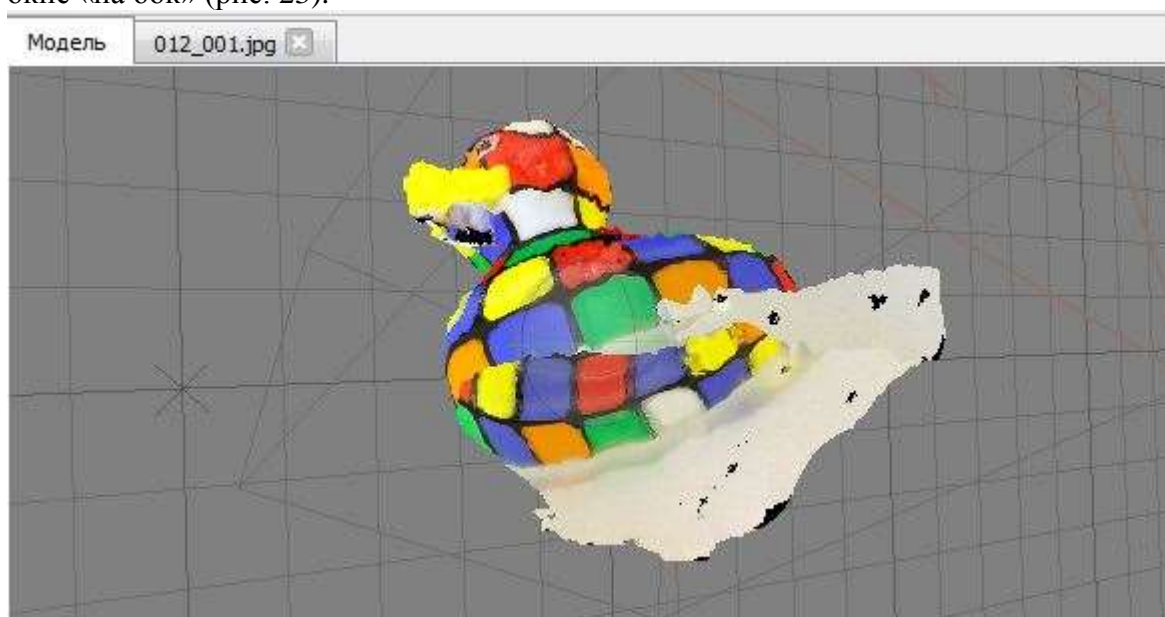


Рис. 23. Вид на развернутую текстурированную модель

Для получения моделей с наилучшим качеством потребуется больше ресурсов (прежде всего, времени процессора¹⁹). Однако в некоторых случаях, в частности, для дальнейшей доработки модели в CAD/CAM-системах даже средний уровень качества может быть вполне приемлемым. Поэтому в зависимости от стоящих задач при работе с *Photoscan* нужно выбирать и соответствующий уровень точности.

¹⁹ Скорость обработки существенно зависит и от наличия видеокарты с хорошим графическим процессором.

Вторым немаловажным фактором, влияющим на качество реконструированной модели, является наличие опыта пользователя и его умение применять более продвинутые методы работы с программой. К таковым следует отнести использование масок, редактирование области реконструкции, калибровка и оптимизация камер и др. Для изучения этих методов рекомендуется внимательно изучить (русскоязычную) документацию по программе на сайте Agisoft, а также имеющееся там же Пошаговое руководство (Уровень: Начинающие) по построению 3D-модели²⁰, в котором детально описаны отдельные операции по реконструкции модели на примере доступного для скачивания архивного файла с серией тестовых фотографий «doll.zip».

3.7. Возможные проблемы и их устранение

Основные проблемы, возникающие при сканировании и реконструкции модели перечислены в табл. 3, где предложены также и способы их диагностирования и(или) устранения.

Таблица 3. Основные неисправности сканера

<i>Неисправность</i>	<i>Возможная причина</i>	<i>Способы проверки/ремонта</i>
1. Сканер не включается	Отсутствие электропитания из-за обрыва кабеля питания или отсутствия контакта в разъеме Неисправность выключателя питания	Проверить и заменить кабель Проверить наличие контакта Проверить работу выключателя и при необходимости заменить
2. Не устанавливается флаг готовности камеры	Отсутствие подключения кабеля камеры к разъему USB компьютера Отсутствия контакта в разъемах камеры или USB Обрыв кабеля Камера отключена	Подключить кабель Проверить наличие контакта Проверить и заменить кабель Подключить камеру
3. Не устанавливается флаг готовности поворотного стола	Отсутствие подключения кабеля стола к разъему USB компьютера Отсутствия контакта в разъемах стола или USB Обрыв кабеля Поворотный стол отключен	Подключить кабель Проверить наличие контакта Проверить и заменить кабель Подключить стол
4. Отсутствует вращение поворотного стола	Поворотный стол отключен Наличие предметов, препятствующих вращению Обрыв приводного ремня Выход из строя контроллера стола Вышел из строя двигатель стола	Подключить стол Устранить препятствия вращению Заменить приводной ремень Замена контроллера Замена двигателя
5. Средствами интерфейса не устанавливаются параметры камеры.	Камера отключена Сбой в работе программного приложения Photo3D Studio	Подключить камеру Перезапустить приложение; перезагрузить компьютер после чего перезапустить приложение

²⁰ Agisoft. Support - Tutorials. 3D Model Reconstruction. Download in Russian. [Электронный ресурс] URL:<http://www.agisoft.com/support/tutorials/beginner-level/> (дата обращения: 20.07.2017).