

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники

Семиглазов В.А.

3D ТЕХНОЛОГИИ

Методические указания по выполнению
лабораторных работ

Томск
2023

УДК 004.9
ББК 30.2-5-05
С306

Рецензент:

Курячий М. И., доцент кафедры телевидения и управления ТУСУР, канд. техн. наук

Семиглазов, Вадим Анатольевич

С306 **3D Технологии:** Методические указания по выполнению лабораторных работ / Семиглазов В.А. – Томск: гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2023. – 39 с.

3D-сканирование активно проникает во все сферы жизни, от проектирования и строительства огромных зданий до печати на молекулярном уровне и реверс инжиниринга. Многие предметы и формы можно создать только с помощью технологии 3D-сканирования и 3D-печати - от виртуальных копий деталей механизмов, древних статуэток и простых предметов быта до сканирования огромных зданий и территорий. Обучение технологиям 3D-сканирования на сегодняшний день является актуальной задачей.

Целью данного пособия является формирование и развитие у студентов технических направлений подготовки практических компетенций в области технологии трехмерного сканирования объектов различной формы и текстуры с последующим получением 3D модели.

Одобрено на заседании каф. ТУ протокол № 3 от 15.02.2023

УДК 004.9
ББК 30.2-5-05

© Семиглазов В.А., 2023
© Томск: гос. ун-т систем упр.
и радиоэлектроники, 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ. ОПТИЧЕСКИЙ 3D СКАНЕР SHINING 3D EINSKAN-S	4
В1. Описание сканера	4
В2. Технические характеристики:	4
В3. Обзор 3D сканера SHINING 3D EINSKAN-S	5
В3.1 ПО и его интерфейс	6
В3.2 Калибровка	6
В3.3 Режимы сканирования	8
1. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1. СКАНИРОВАНИЕ ПРАВИЛЬНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФОРМ (КУБЫ)	16
2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2. СКАНИРОВАНИЕ НЕ ПРАВИЛЬНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФОРМ (МИНЕРАЛЫ)	21
3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3. РЕВЕРС ИНЖИНИРИНГ КРЕПЕЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ	26
4. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4. СКАНИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ (УГОЛКИ)	33
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	38
ПРИЛОЖЕНИЕ. СТРУКТУРА ОТЧЕТА	39

Введение. Оптический 3D сканер SHINING 3D EINSCAN-S

В1. ОПИСАНИЕ СКАНЕРА

3D сканер EinScan-S это настольный 3D сканер, который обеспечивает достаточно высокую точностью при печати 3D-модели. 3D сканер EinScan-S идеальный вариант для тех, кто хочет получить 3D модели высочайшего качества. 3D сканер EinScan-S может работать в двух режимах:

- ручной;
- автоматический.

Режимы очень легко переключаются между собой.

В ручном режиме сканирования, 3D сканер EinScan-S может оцифровывать объекты размером до 700 мм x 1700 мм x 700 мм. При автоматическом – до 215 мм x 215 мм x 200 мм. При автоматическом сканировании время одного оборота составляет менее 3 мин, а это в три раза быстрее, чем у аналогичных настольных 3D сканеров с поворотными столами.

Благодаря своему относительно небольшому весу, всего 3,5 кг, 3D сканер очень удобен для транспортировки. В основу работы 3D сканера положена технология структурного перемещения световой фазы. Данная технология обеспечивает точность ≤ 0.1 мм.

Программное обеспечение 3D сканера EinScan-S имеет достаточно простой и доступный интерфейс, благодаря чему Вы значительно сократите время на ознакомление с программным обеспечением и самим сканером.

Данным 3D сканером с легкостью смогут пользоваться даже новички. При использовании ручного режима сканирования удобным будет использование штатива, а при сканировании в автоматическом режиме поворотный стол. Готовые цифровые модели отсканированные 3D сканером EinScan-S готовы к печати на 3D принтере и не требуют постобработки и редактирования.

Основные преимущества 3D сканер EinScan-S:

- две опции сканирования;
- отлично подходит для сканирования как маленьких, так и больших объектов;
- значительно быстрее других аналогов;
- простой в использовании;
- 3D модели готовы к печати;
- свет безопасный для глаз;
- легкий и портативный.

3D сканер EinScan-S станет незаменимым для использования в:

- образовании;
- реверсном инжиниринге;
- для быстрого прототипирования.

В2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ:

Технические характеристики сканера EinScan-S представлены в табл.В1.

Таблица В1 Технические характеристики

Точность	≤ 0.1 мм
Максимальный объем сканирования	Автоматическое сканирование 200*200*200 мм, Ручное сканирование 700*700*700 мм
Скорость сканирования	Автоматическое сканирование < 3 мин, Ручное сканирование < 10 сек (один проход)
Расстояние между точками	0.17 ~ 0.2 мм

Метод выравнивания	Автоматическое выравнивание, Ручное выравнивание
Метод сканирования	Автоматическое сканирование, Ручное сканирование
Поддержка печати	Да
Разрешение	1.3 Мегапиксель
Источник света	Белый свет
Размеры сканера	Без упаковки сканер 246*126*60 мм/ поворотный столик 246*260*65 мм
	В упаковке 630*400*180 мм
Вес	Без упаковки 3,5 кг, В упаковке 5,7 кг
Энергопотребление	50 Вт
Питание	100V~230V
Диапазон разового сканирования (ручное сканирование)	200*150 мм
Выходящий формат файла	STL, ASC

В3. ОБЗОР 3D СКАНЕРА SHINING 3D EINSCAN-S



Рисунок В1. Внешний вид сканера сканера SHINING 3D EINSCAN-S

Последовательно сравнивая изображения с двух расположенных рядом камер, сканер воссоздает точную модель поверхности объекта сканирования. Преимущество этого устройства перед другими — сканирование с точностью до 0,1 мм.

Комплектация 3D сканера EINSCAN - S

В стандартную комплектацию входят:

- сканирующий модуль;
- поворотный стол;
- 2 блока питания;

- 2 кабеля USB Am–Bm;
- кабель USB–micro USB;
- кабель VGA–VGA;
- адаптер VGA–HDMI;
- прозрачная подложка с областями для сканера и стола;
- калибровочная панель.

В3.1 ПО и его интерфейс

В комплекте идет руководство с описанием первоначальной настройки сканера. С официального сайта SHINING 3D необходимо скачать программное обеспечение для сканирования.

Программа для сканирования называется — EinScan-S. Она полностью русифицирована. Интерфейс программы состоит из вкладок 'Калибровка', 'Сканирование', '3DKER' (база с моделями), 'Помощь' и вкладка «О программе».



Рисунок В2.

В3.2 Калибровка

Чтобы приступить к работе с устройством, необходимо расположить сканер и поворотный стол на специальную прозрачную подложку и подключить их к компьютеру.



Рисунок В3.

Процесс калибровки выглядит следующим образом:

1) собираем калибровочную панель;

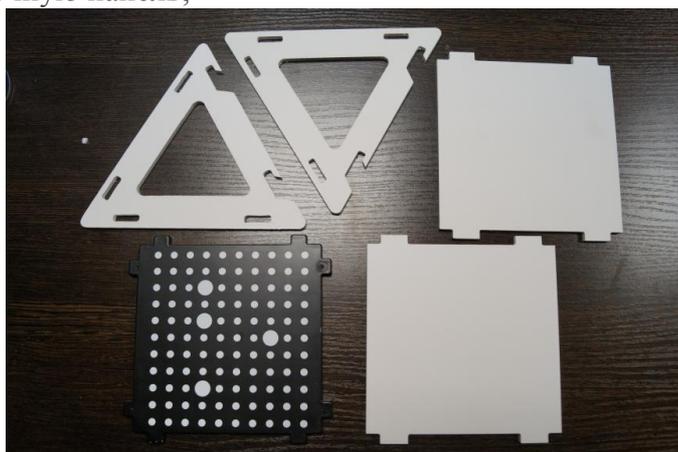


Рисунок В4.

2) ставим на поворотный стол калибровочную панель;



Рисунок В5.

3) нажимаем кнопку «Калибровка»;

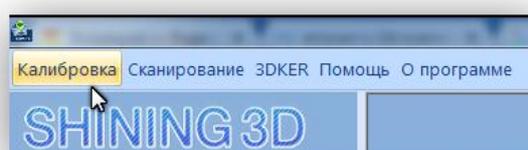


Рисунок В6.

4) затем жмем 'Далее'. Сканер начал калиброваться.

Примерно через полминуты программа попросит повернуть панель на бок.



Рисунок В7.

Это необходимо делать аккуратно, придерживая одной рукой белую подставку, а другой рукой переворачивать калибровочную панель так, как показано на экране компьютера.



Рисунок В8.

И так, всего необходимо отсканировать 3 варианта калибровочной панели. Процесс калибровки в целом по времени занимает не более двух минут.

В3.3 Режимы сканирования

EINSCAN-S способен сканировать в 2-ух режимах: свободном (это когда сканер стоит на штативе или любой другой подставке) и автоматическом (с использованием поворотного столика). Также присутствуют режимы текстурного (цветного) и без текстурного (без цветного) сканирования, об этом позже.

Автоматический режим сканирования

Автоматический режим сканирования заключается в том, что устройство самостоятельно сканирует объект без участия в этом пользователя. В данном режиме задействуется поворотный стол. При таком расположении 3Dсканера и поворотного стола, как при калибровке, область сканирования равна 200x200x200 мм.

Производитель рекомендует использовать такой режим сканирования для небольших объектов, которые помещаются в область сканирования и свободно располагаются на поворотном столе.

Этапы сканирования объекта в автоматическом режиме:

1. Помещаем объект в центр поворотного стола.



Рисунок В9.

2. В программе EinScan-S нажимаем на вкладку «сканирование».
3. Выбираем автоматический режим сканирования.
4. Нажимаем на кнопку «Освещение и детализация» и выбираем подходящее освещение и качество прорисовки для нашего объекта.

Наш объект – банка из-под какао. Мы сканировали ее при среднем освещении. Исходя из того, что банка светлая и хорошо освещается выставляем среднее освещение в настройках. Детализацию выставляем по своему усмотрению, понять какое качество Вам необходимо, можно только методом проб.

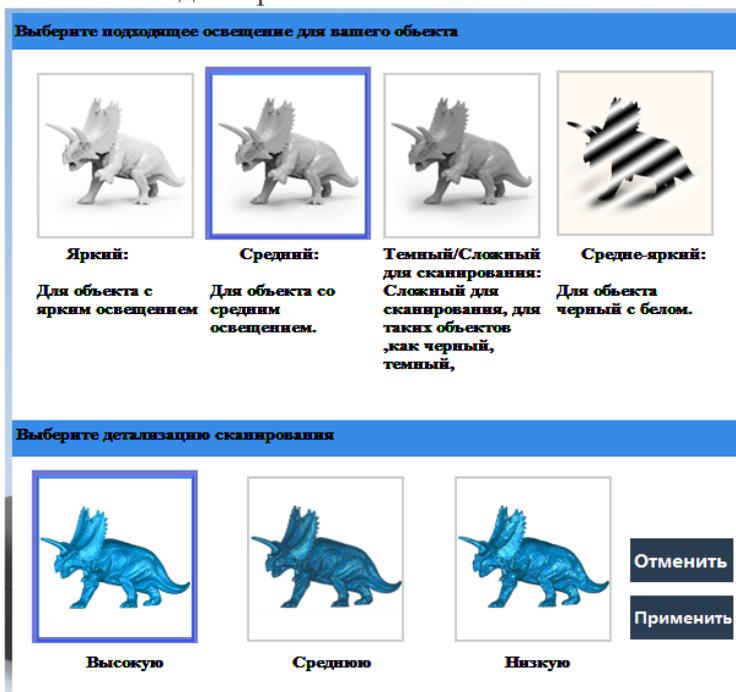


Рисунок В10.

5. Далее выбираем вид сканирования (с текстурой или без текстуры). Для начала опробуем без текстуры.

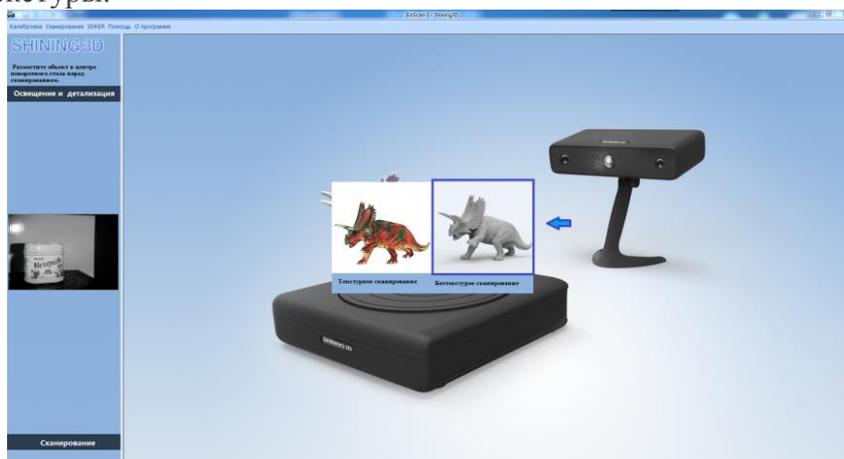


Рисунок В10.

6. После всех выставленных настроек нажимаем на кнопку «сканирование». Процесс сканирования запущен, остается только немного подождать и на экране компьютера начинает прорисовываться наш объект.



Рисунок В10.

7. Для получения конечного результата необходимо выбрать в появившемся окне процент упрощения модели. Другими словами это процент сглаживания модели (уменьшения количества полигонов). Чем больше процент, тем больше модель сгладится. Нажимаем на кнопку «Упростить».

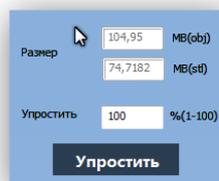


Рисунок В11.

8. После всех проделанных действий мы получаем конечный вариант объекта.



Рисунок В12.

На данном этапе есть 2 варианта дальнейших действий: «Продолжить», «Закончить». 2-ая кнопка заканчивает процесс сканирования и предлагает пользователю сохранить объект в формате .stl.

По нажатию на кнопку «Продолжить» можно снова запустить процесс сканирования. Это необходимо для того, чтобы модель была более точной и не содержала артефактов. Для улучшения точности нашей копии выявляем «недочеты» в нашей цифровой модели.

9. Следующим шагом будет удаление неточностей в модели. Разворачиваем модель так, чтобы места, на которых выявлены неточности, были видны сканеру. Нажимаем кнопку «Продолжить». Далее повторяем шаги с 5 -7.



Рисунок В12.

После повторного сканирования программа сама объединяет 2 скана одного объекта. Если модель после сканирования все равно содержит неточности в виде 'дыр' или 'отверстий', по завершению процесса сканирования, программа 'заделает' их самостоятельно. Модель готова.

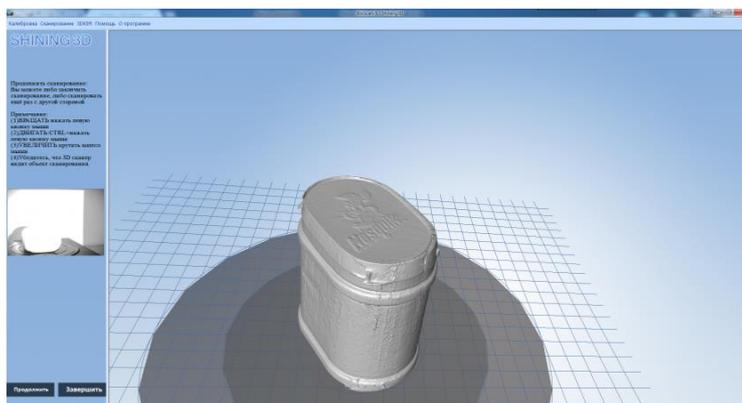


Рисунок В13.

Продедаем все то же самое, но уже для цветной модели.

10. Возвращаемся к шагу 4 и выбираем режим текстурного сканирования. Для корректной работы сканера необходимо, чтобы он настроил баланс белого. Перед камерами располагаем белую пластину или белый лист бумаги. Чтобы процесс завершился удачно лучше приглушить свет и проводить весь процесс сканирования в темном помещении. Так можно добиться лучшего результата и точной передачи цвета.

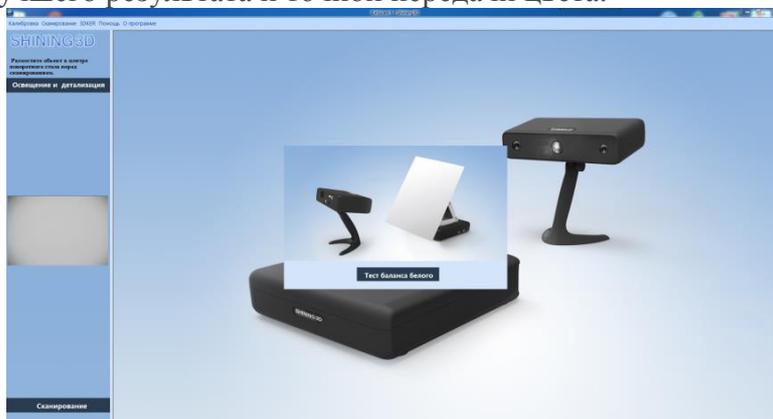


Рисунок В14.

11. После автоматической настройки баланса белого можно приступать к сканированию цветной модели. Сканирование происходит абсолютно также как и в без

текстурном режиме, только немного дольше из-за того, что принтер помимо считывания самой модели, считывает и ее цветовую палитру. Прodelываем этапы 4 - 8. Результат нашего сканирования:



Рисунок В15.

Свободный или ручной режим сканирования

Свободный режим сканирования заключается в том, что сканирующий модуль ставится на штатив или любую другую подставку. При таком расположении 3D сканера область сканирования равна 700x700x700 мм. В таком режиме лучше сканировать более крупные объекты, которые помещаются в область сканирования.

Этапы сканирования объекта в свободном режиме:

1. Для выбора свободного режима сканирования необходимо нажать на вкладку «Сканирование».
2. Выбрать правую иконку, как показано ниже.

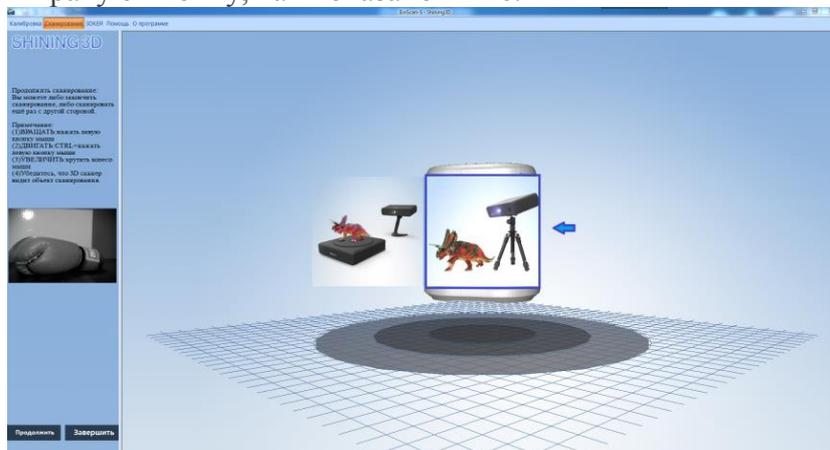


Рисунок В16.

3. Следующий шаг - прикрутить к сканеру штатив, либо если у Вас стандартная комплектация и Вы не покупали к ней отдельно штатив, можно использовать импровизированную подставку, чтобы приподнять 3Dсканер. После этого необходимо разместить объект перед сканером.



Рисунок В17.

4. Далее приступаем к сканированию. Для этого нажимаем на соответствующую кнопку в программе. Процесс запущен. После его завершения в программе прорисовывается отсканированная сторона нашего объекта. Для продолжения создания копии нашего оригинала необходимо аккуратно повернуть объект по своей оси. Сразу поворачивать объект на 45° не стоит, потому что от этого зависит склеивание сканируемых сторон. Чем меньше угол поворота, тем точнее программа сможет склеить стороны. После каждого поворота модели, не забываем нажимать на кнопку «Продолжить»! Процесс может занять некоторое время, это также зависит от размера объекта.

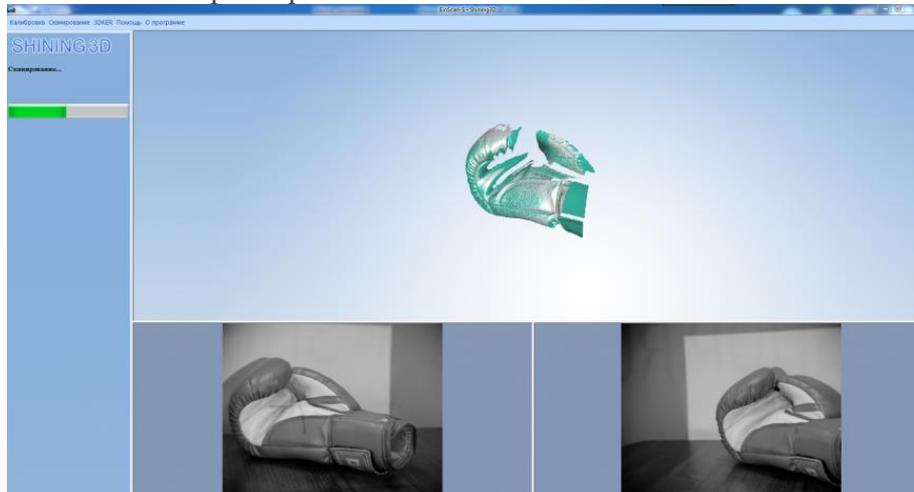


Рисунок В18.

5. По завершению процесса, необходимо нажать на кнопку «завершить», перед этим нужно детально изучить модель в программе (не имеет ли отсканированный объект артефактов).

В режиме ручного сканирования есть функция «Выравнивание». Она необходима для точного склеивания отсканированных сторон объекта. Так склеивать можно только текущую и предыдущую отсканированные стороны. Смысл этой функции заключается в том, что в программе при нажатии на кнопку «выравнивание» мы видим 3 окна: верхнее отображает все отсканированные стороны в разных плоскостях, левое нижнее отображает предыдущий скан, правое нижнее текущий скан.

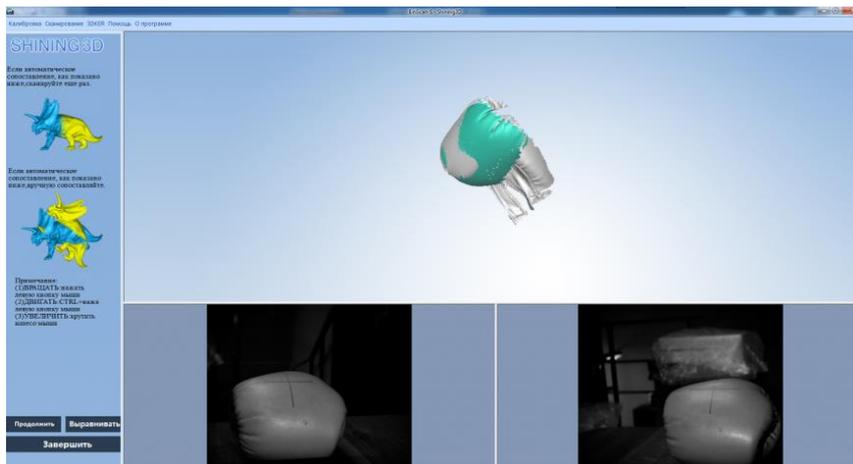


Рисунок В19.

С помощью сочетания клавиш **SHIFT**+**левая клавиша** мыши мы кликаем по текущему и предыдущему скану по очереди, расставляя точки, имеющие одно местоположение (3 точки). После того, как все точки расставлены, мы сразу видим результат в верхнем окне. Если результат нас не удовлетворяет, необходимо построить процедуру нажав на кнопку «повторить выравнивание».

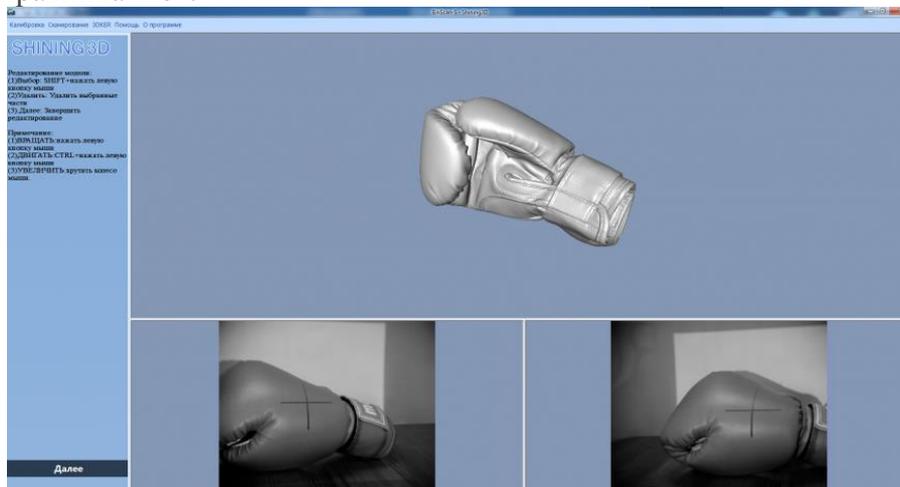


Рисунок В20.

6. Когда результат нас устраивает продолжаем сканировать объект. Как только объект отсканирован полностью нажимаем «Завершить».

В любом из режимов сканирования программа дает возможность вырезать артефакты, ненужные объекты попавшие в область сканирования и все возможные шумы. Достаточно только курсором мыши обвести ненужное и нажать на клавишу **DELETE**.

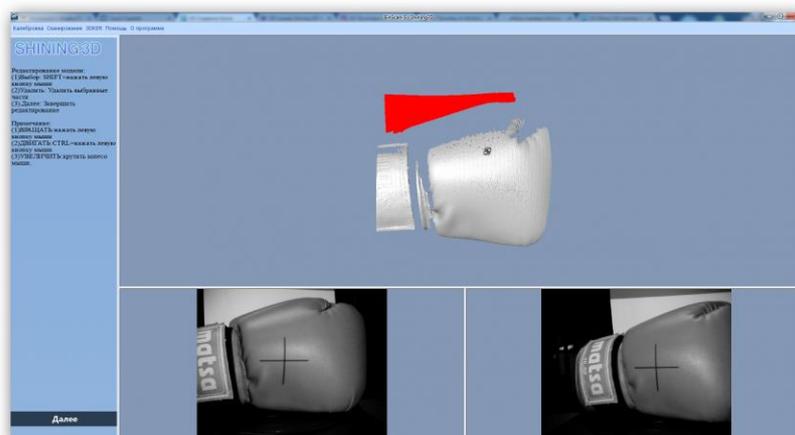


Рисунок В21.

Примечание. Строго говоря, под режимом сканирования в общем смысле подразумевается сканирование с поворотным столом или без него, сканирование с текстурой или без нее, а также установка яркости объекта (от 1 до 7) и установка параметра «Светлый&темный» для объектов, которые имеют как яркие фрагменты так и темные. С этим параметром сканер проводит сканирование объекта дважды – как яркого так и как темного, а потом соединяет результаты сканирования. С установленным параметром время сканирования увеличивается почти в два раза.

1. Лабораторная работа 1. Сканирование правильных геометрических форм (кубы)

Цель работы: Изучить режимы сканирования для объектов правильной геометрической формы (таких как куб, шар, равносторонняя пирамида) с разной текстурой и отражающей способностью граней.

Задачи:

1. Подобрать режимы сканирования для предложенных моделей.
2. Провести ручное совмещение сканов.

Перечень оборудования и моделей:

- 3D сканер SHINING Einscan-S;
- Ноутбук или ПК с предустановленным ПО для сканирования;
- Набор моделей для сканирования (Рисунок 1.1).

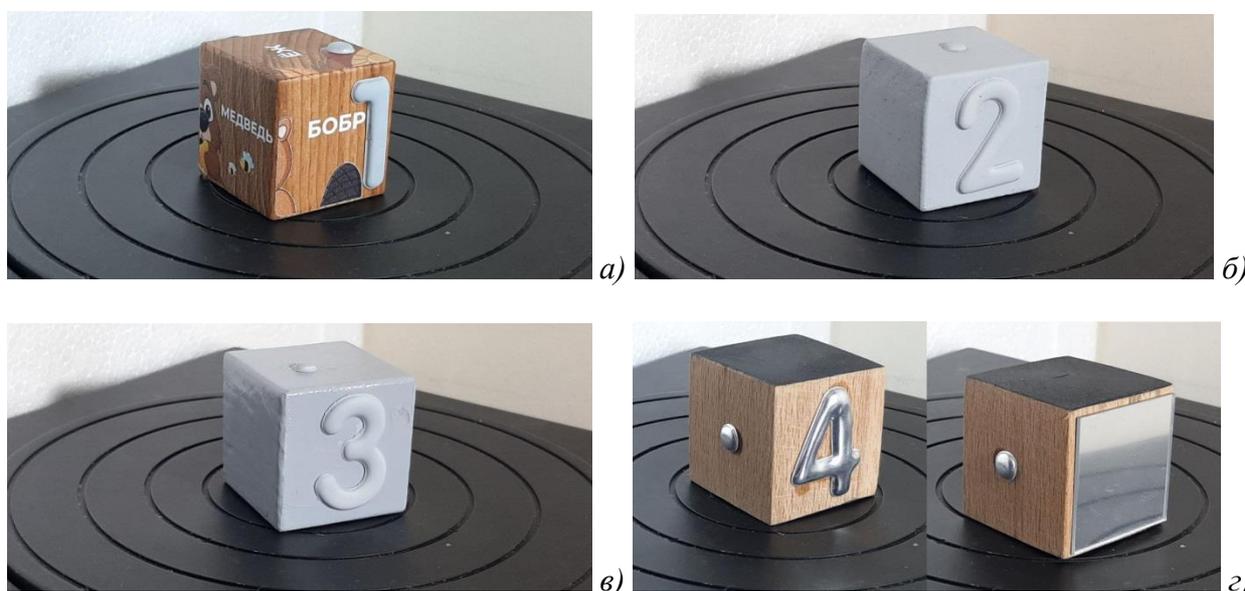


Рисунок 1.1 Модели для сканирования, где

- а) куб с цветной текстурой и матовыми опорными признаками в виде выпуклой цифры «1» и маркера;
б) серый матовый куб с матовыми опорными признаками в виде выпуклой цифры «2» и маркера-полусферы;
в) серый глянцевый куб с матовыми опорными признаками в виде выпуклой цифры «3» и маркера-полусферы;
г) комбинированный куб с глянцевыми опорными признаками в виде выпуклой цифры «4» и маркера-полусферы.

Порядок выполнения работы:

1. Собрать лабораторную установку на столе, расположив ее составляющие по трафарету. Исключить попадания яркого света и прямых солнечных лучей на поворотный стол и в камеры сканера (Рисунок 1.2). При необходимости, поставить ширму или другую преграду на пути от источника яркого света. Подключить все элементы к компьютеру.

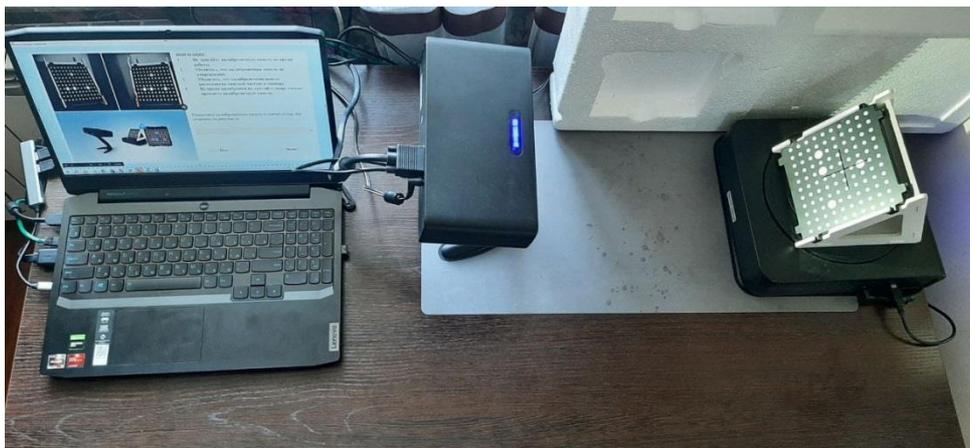


Рисунок 1.2

2. Провести калибровку сканера с помощью мишени на поворотном столе, выполняя инструкции программного обеспечения на экране монитора (Рисунок 1.3). Мишень расположить так, чтобы перекрестие приходилось на центр мишени (Рисунок 1.4).

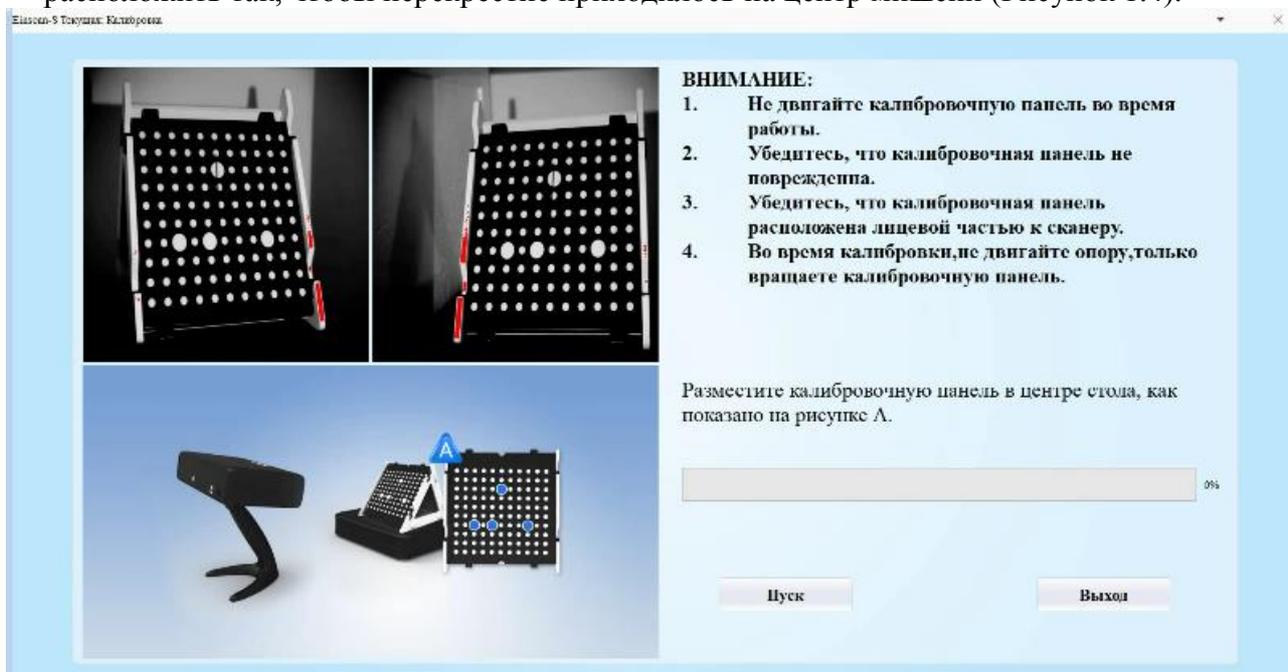


Рисунок 1.3

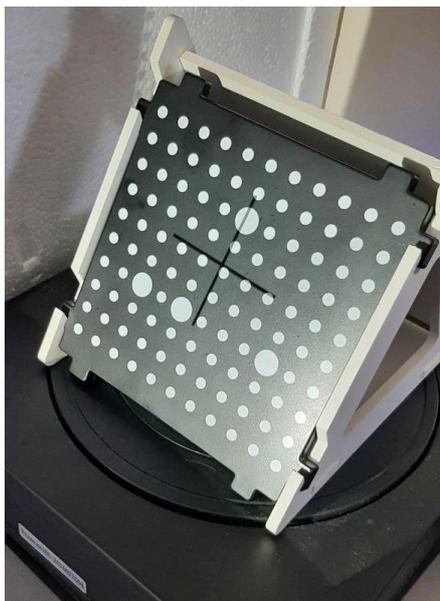


Рисунок 1.4

3. На внешнем носителе (флешке) создать структуру каталогов для сохранения данных сканирования – папки с номером лабораторной работы/фамилиями участников подгруппы/названия модели/сканов модели по номеру режима яркости (Рисунок 1.5).

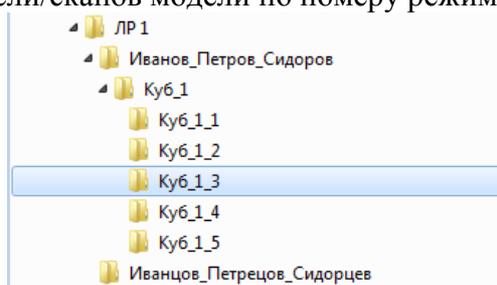


Рисунок 1.5

4. Выберите режим сканирования с поворотным столом (Рисунок 1.6).



Рисунок 1.6

5. Создайте новый проект для модели, например, «Куб_1_3» (Рисунок 1.5) в одноименной папке, которые создали на шаге 3. Это будет означать, что модель Куб 1 сканируется в режиме яркости 3 (Рисунок 1.7).

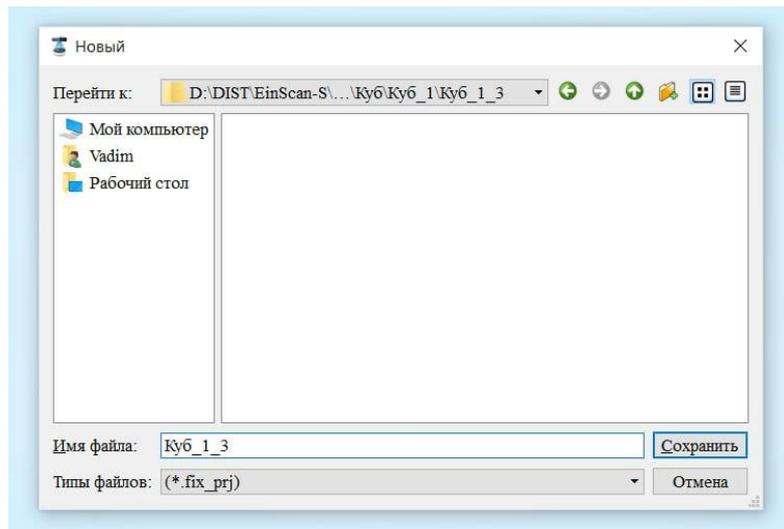


Рисунок 1.7

6. Далее выберете режим сканирования без текстуры (Рисунок 1.8)



Рисунок 1.8

7. Следом открывается окно выбора режима яркости (освещенности). Здесь же можно установить режим Светлый&темный для любого режима яркости. Режимов яркости 7 (Рисунок 1.9).



Рисунок 1.9

Все модели следует начинать сканировать с режима 1 и до тех пор, пока сканирование дает какой то результат. По окончании следует выбрать лучший режим для исследуемой модели.

8. Шаги 4-7 выполнить для всех режимов освещенности (яркости).

9. Для режима освещенности, давшего наилучшие результаты выполнить дополнительно сканирование с текстурой.

Выводы по работе:

- для какой модели какой режим подходит лучшим образом, обоснуйте с подтверждение фото;
- обобщить результаты сканирования всех моделей и выдать рекомендации по выбору режима сканирования для предложенной контрольной модели.

Контрольные вопросы.

- Чем объясняется появление на некоторых сканах концентрических артефактов?
- В каких режимах наблюдается появление концентрических артефактов?
- Почему на некоторых сканах у основания сканированной модели появляется бахрома?
- В каких режимах у основания сканированной модели появляется бахрома?
- Какие параметры модели для сканера можно отнести к легкосканируемым, а какие – к трудным, почему?
- Облегчает ли сканирование с текстурой ручное совмещение сканов, почему?
- Сколько положений модели на поворотном столе было применено в вашем случае, почему?
- Как определить требуемое количество сканиваний модели до начала сканирования?
- В каких случаях необходимо ручное совмещение сканов?
- Почему в некоторых случаях необходимо ручное совмещение сканов?

По результатам работы подготовить отчет, сделать выводы и ответить на контрольные вопросы. Выводы подтвердить подготовленными фотографиями. Структура отчета приведена в Приложении.

Для ответов на контрольные вопросы и обобщений следует использовать материалы работы подгрупп, исследовавших другие модели.

2. Лабораторная работа 2. Сканирование не правильных геометрических форм (минералы)

Цель работы: Изучить режимы сканирования для объектов не правильной геометрической формы (природные объекты) с разной текстурой и отражающей способностью.

Задачи:

1. Подобрать режимы сканирования для предложенных моделей.
2. Провести ручное совмещение сканов.

Перечень оборудования и моделей:

- 3D сканер SHINING Einscan-S;
- Ноутбук или ПК с предустановленным ПО для сканирования;
- Набор моделей для сканирования (Рисунок 2.1).

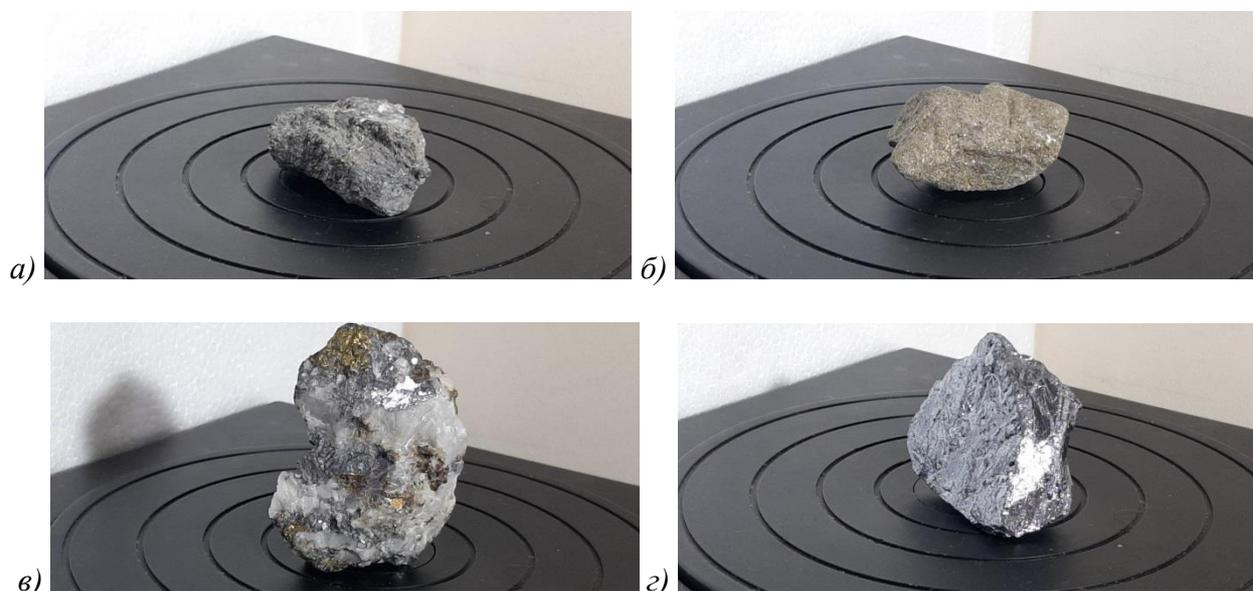


Рисунок 2.1 Модели для сканирования, где
а) темный минерал (руда) с золотистыми включениями;
б) зеленый минерал (руда) с золотистыми включениями;
в) черно-белый минерал с золотистыми включениями;
г) серебристый минерал (кремний).

Порядок выполнения работы:

1. Собрать лабораторную установку на столе, расположив ее составляющие по трафарету. Исключить попадания яркого света и прямых солнечных лучей на поворотный стол и в камеры сканера (Рисунок 2.2). При необходимости, поставить ширму или другую преграду на пути от источника яркого света. Подключить все элементы к компьютеру.



Рисунок 2.2

2. Провести калибровку сканера с помощью мишени на поворотном столе, выполняя инструкции программного обеспечения на экране монитора (Рисунок 2.3). Мишень расположить так, чтобы перекрестие приходилось на центр мишени (Рисунок 2.4).

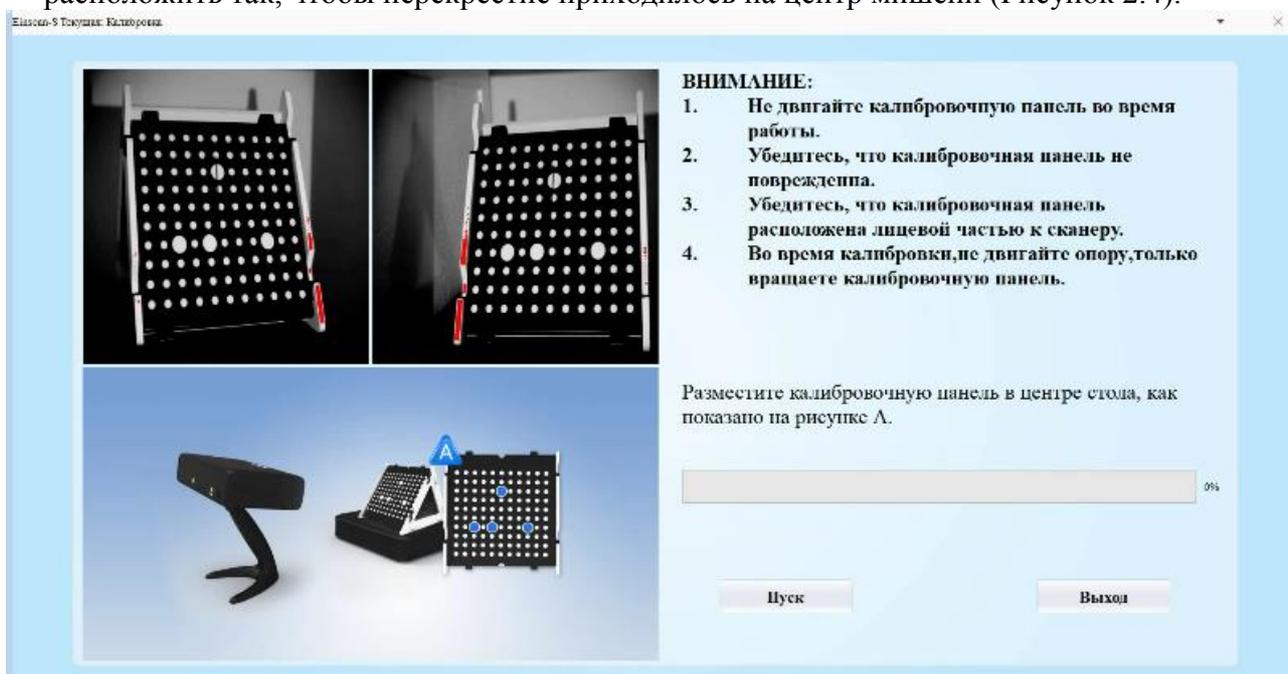


Рисунок 2.3

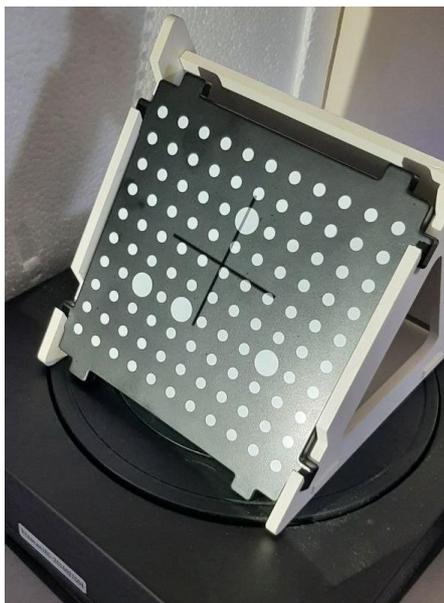


Рисунок 2.4

3. На внешнем носителе (флешке) создать структуру каталогов для сохранения данных сканирования – папки с номером лабораторной работы/фамилиями участников подгруппы/названия модели/сканов модели по номеру режима яркости (Рисунок 2.5).

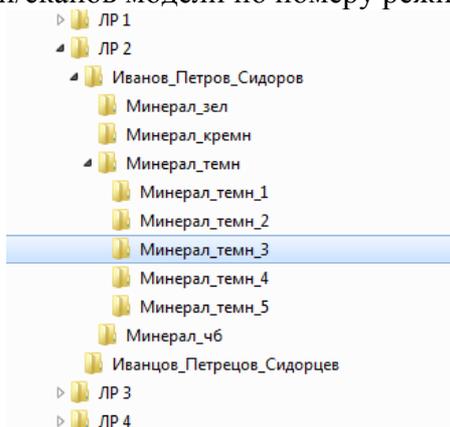


Рисунок 2.5

4. Выберите режим сканирования с поворотным столом (Рисунок 2.6).



Рисунок 2.6

5. Создайте новый проект для модели, например, «Минерал_темн_3» (Рисунок 2.5) в одноименной папке, которые создали на шаге 3. Это будет означать, что модель Минерал_темн сканируется в режиме яркости 3.
6. Далее выберете режим сканирования без текстуры (Рисунок 2.7)



Рисунок 2.7

7. Следом открывается окно выбора режима яркости (освещенности). Здесь же можно установить режим Светлый&темный для любого режима яркости. Режимов яркости 7 (Рисунок 2.8).



Рисунок 2.8

Все модели следует начинать сканировать с режима 1 и до тех пор, пока сканирование дает какой то результат. По окончании следует выбрать лучший режим для исследуемой модели.

8. Шаги 4-7 выполнить для всех режимов освещенности (яркости).
9. Для режима освещенности, давшего наилучшие результаты выполнить дополнительно сканирование с текстурой.

Выводы по работе:

- для какой модели какой режим подходит лучшим образом, обоснуйте с подтверждение фото;
- обобщить результаты сканирования всех моделей и выдать рекомендации по выбору режима сканирования для предложенной контрольной модели.

Контрольные вопросы.

- Чем объясняется появление на некоторых сканах концентрических артефактов?

- В каких режимах наблюдается появление концентрических артефактов?
- Почему на некоторых сканах у основания сканированной модели появляется бахрома?
- В каких режимах у основания сканированной модели появляется бахрома?
- Какие параметры модели для сканера можно отнести к легкосканируемым, а какие – к трудным, почему?
- Облегчает ли сканирование с текстурой ручное совмещение сканов, почему?
- Сколько положений модели на поворотном столе было применено в вашем случае, почему?
- Как определить требуемое количество сканиваний модели до начала сканирования?
- В каких случаях необходимо ручное совмещение сканов?
- Почему в некоторых случаях необходимо ручное совмещение сканов?

По результатам работы подготовить отчет, сделать выводы и ответить на контрольные вопросы. Выводы подтвердить подготовленными фотографиями. Структура отчета приведена в Приложении.

Для ответов на контрольные вопросы и обобщений следует использовать материалы работы подгрупп, исследовавших другие модели.

3. Лабораторная работа 3. Реверс инжиниринг крепежных изделий

Цель работы: Изучить режимы сканирования для пары крепежных изделий – с естественной поверхностью и с матирующим покрытием светло-серого цвета.

Задачи:

1. Подобрать режимы сканирования для предложенных моделей.
2. Провести ручное совмещение сканов.
3. Получить 3D модель крепежного изделия.

Перечень оборудования и моделей:

- 3D сканер SHINING Einscan-S;
- Ноутбук или ПК с предустановленным ПО для сканирования;
- Набор моделей для сканирования (Рисунок 3.1).

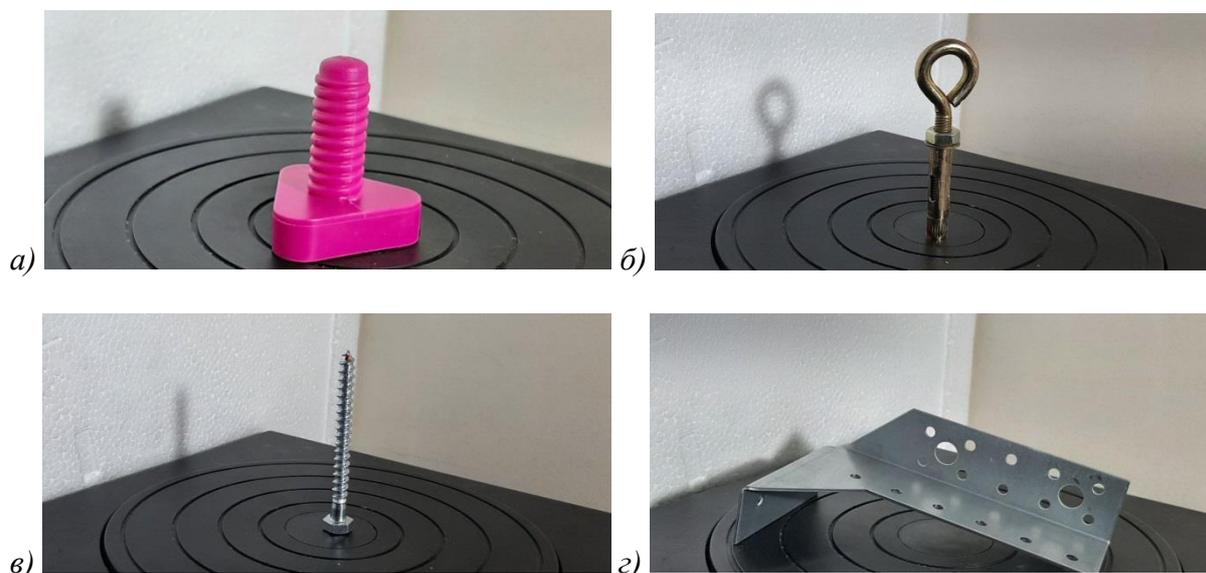


Рисунок 3.1 Модели для сканирования, где
а) болт пластиковый; б) дюбель; в) шуруп; г) кронштейн.

Порядок выполнения работы:

1. Собрать лабораторную установку на столе, расположив ее составляющие по трафарету. Исключить попадания яркого света и прямых солнечных лучей на поворотный стол и в камеры сканера (Рисунок 3.2). При необходимости, поставить ширму или другую преграду на пути от источника яркого света. Подключить все элементы к компьютеру.

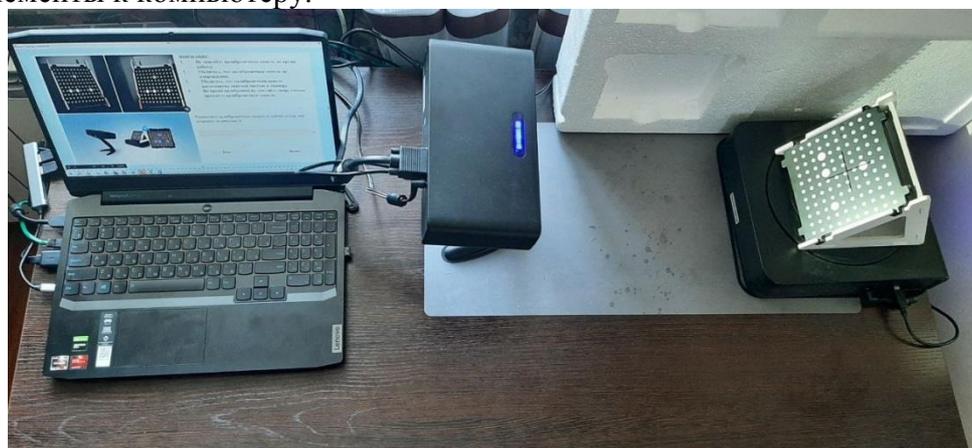


Рисунок 3.2

2. Провести калибровку сканера с помощью мишени на поворотном столе, выполняя инструкции программного обеспечения на экране монитора (Рисунок 3.3). Мишень расположить так, чтобы перекрестие приходилось на центр мишени (Рисунок 3.4).

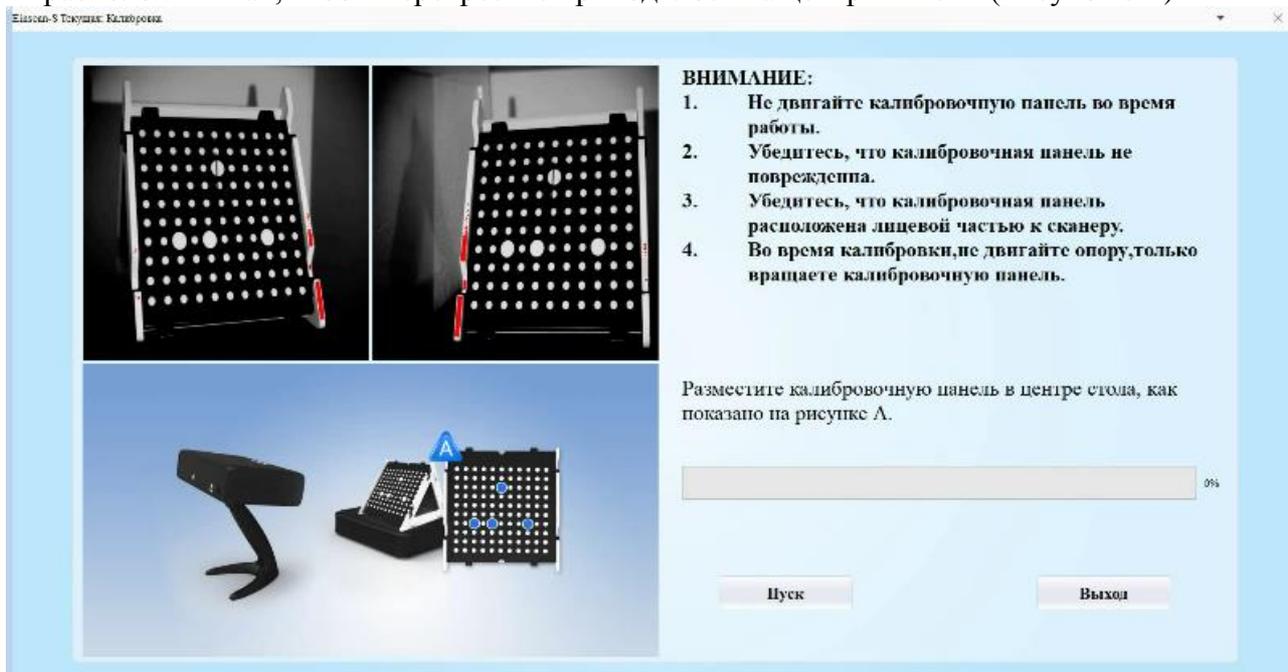


Рисунок 3.3

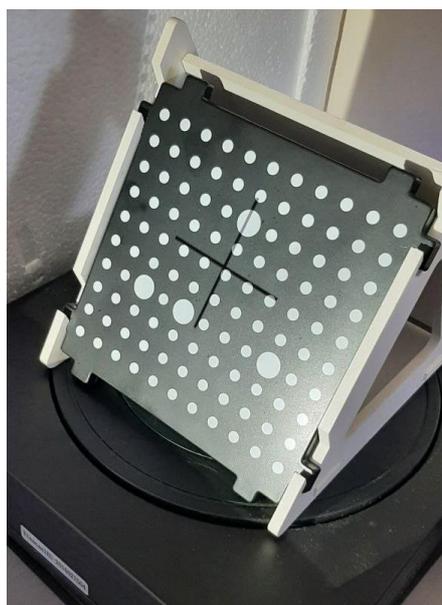


Рисунок 3.4

3. На внешнем носителе (флешке) создать структуру каталогов для сохранения данных сканирования – папки с номером лабораторной работы/фамилиями участников подгруппы/названия модели/сканов модели по номеру режима яркости (Рисунок 3.5).

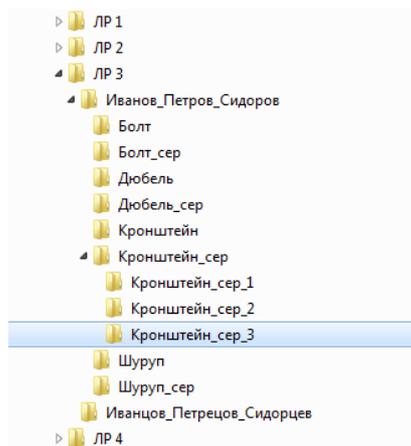


Рисунок 3.5

4. Выберите режим сканирования с поворотным столом (Рисунок 3.6).



Рисунок 3.6

5. Создайте новый проект для модели, например, «Кронштейн_сер_3» (Рисунок 3.5) в одноименной папке, которые создали на шаге 3. Это будет означать, что модель Кронштейн_сер сканируется в режиме яркости 3.

6. Далее выберите режим сканирования без текстуры (Рисунок 3.7)



Рисунок 3.7

7. Следом открывается окно выбора режима яркости (освещенности). Здесь же можно установить режим Светлый&темный для любого режима яркости. Режимов яркости 7 (Рисунок 2.8).

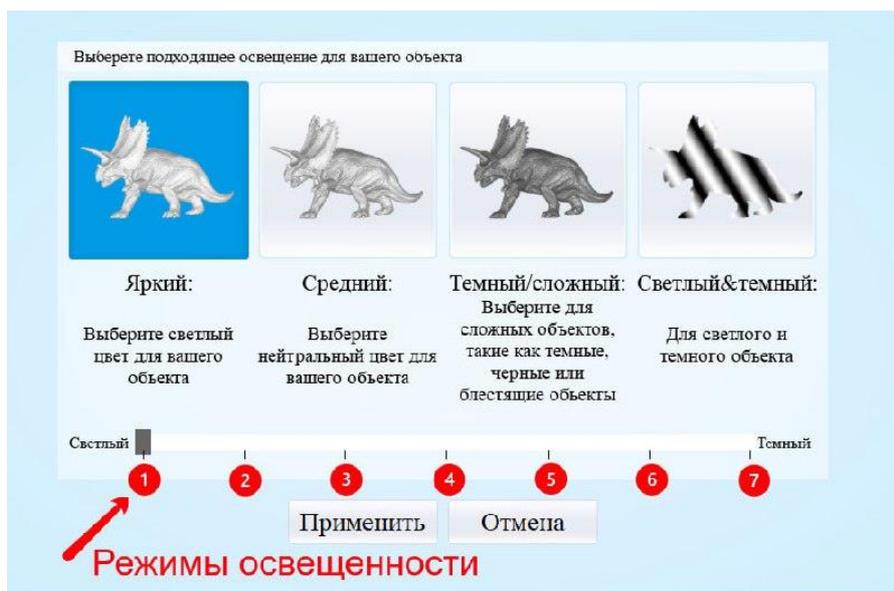


Рисунок 3.8

Все модели следует начинать сканировать с режима 1 и до тех пор, пока сканирование дает какой то результат. По окончании следует выбрать лучший режим для исследуемой модели.

8. Шаги 4-7 выполнить для всех режимов освещенности (яркости).
9. Для режима освещенности, давшего наилучшие результаты выполнить очистку результирующего скана от мусора и артефактов (Рисунок 3.9).

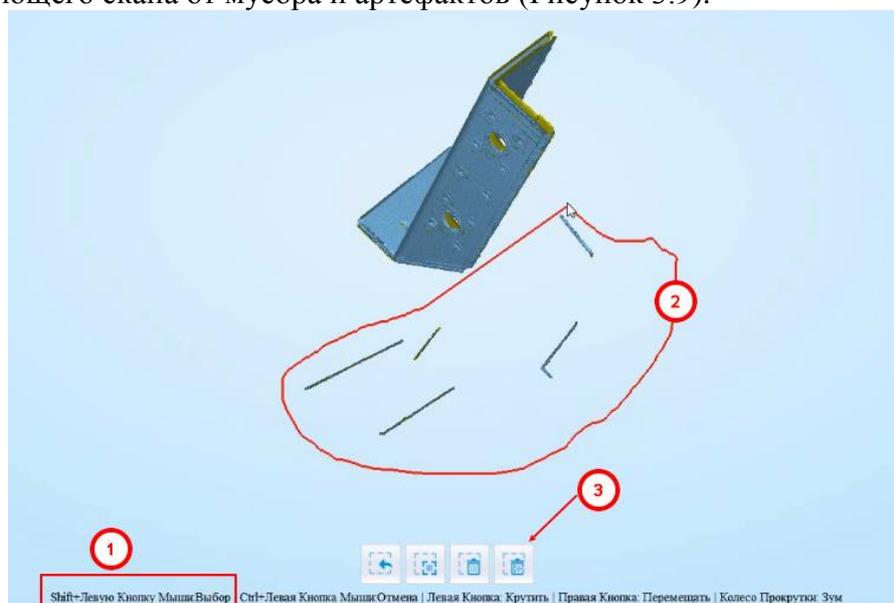


Рисунок 3.9

10. Полученное облако точек необходимо слить в сеть, выбрав заполненную модель (Рисунок 3.10).

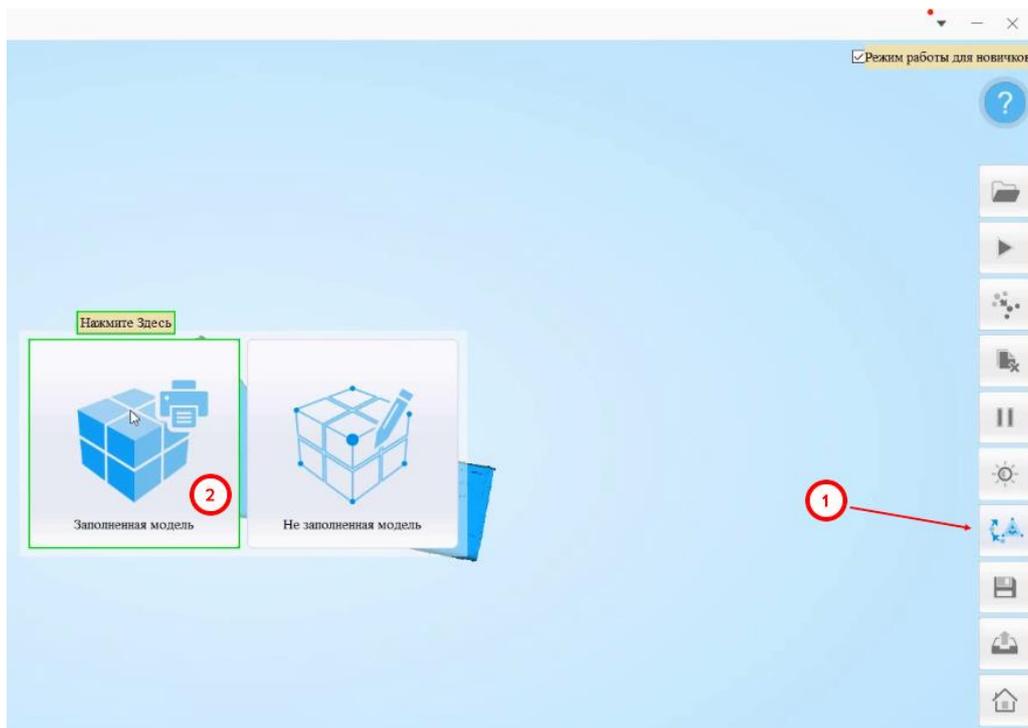


Рисунок 3.10

11. Установить среднюю или низкую детализацию (Рисунок 3.11). Модели простые и большое количество полигонов только увеличит время обработки.

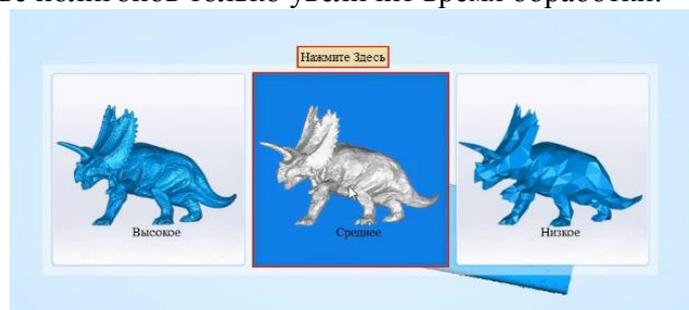


Рисунок 3.11

12. На следующем шаге предлагаются настройки построения 3D модели (Рисунок 3.12).

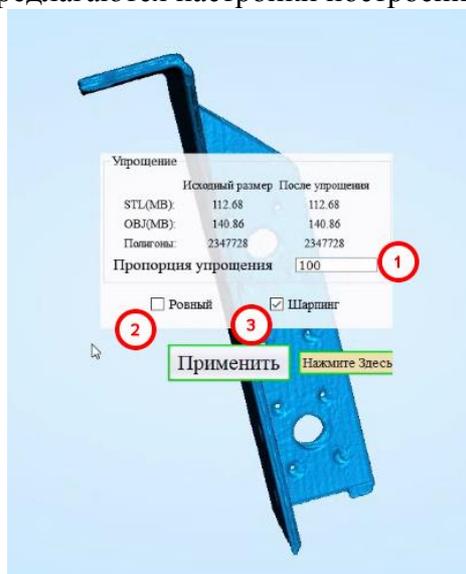


Рисунок 3.12

Настройка 1 дает упрощение по полигональной сетке. Если модель прямолинейная, можно оставлять меньший процент от оригинальной сложности. Если модель произвольной криволинейной формы, то лучше оставить 100%.

Настройка 2 предопределяет гладкую поверхность модели (Рисунок 3.13).

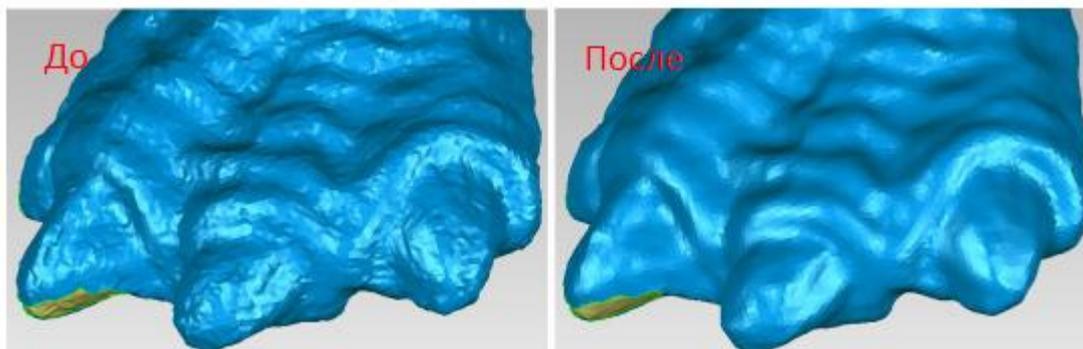


Рисунок 3.13 До и после применения опции 2

Настройка 3 увеличивает четкость (резкость) поверхности модели (Рисунок 3.14).

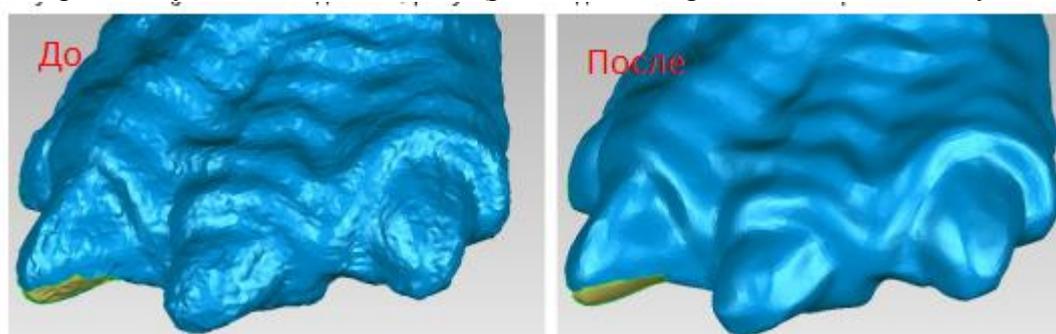


Рисунок 3.14 До и после применения опции 3

На этом шаге упрощения модели не производить, но сделать два варианта моделей – с опциями 2 и 3. Провести фотофиксацию.

13. При сохранении моделей масштабирование не применять (Рисунок 3.15).

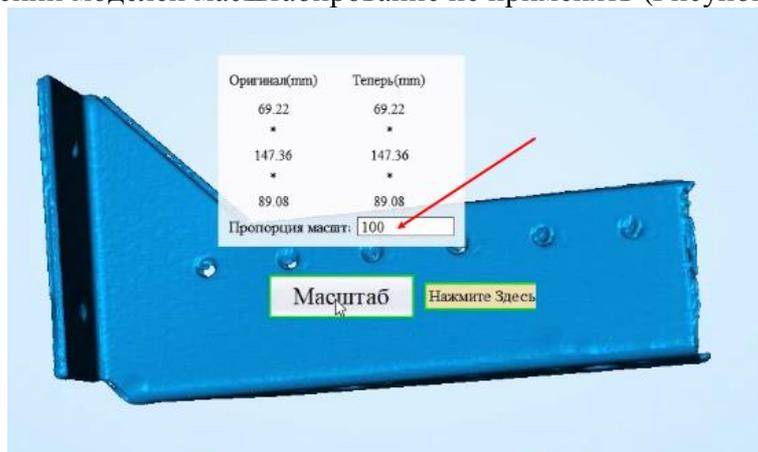


Рисунок 3.15

Выводы по работе:

- для какой модели какой режим подходит лучшим образом, обоснуйте с подтверждение фото;
- обобщить результаты сканирования всех моделей и выдать рекомендации по выбору режима сканирования для предложенной контрольной модели;

- какие процедуры и манипуляции влияют на качество получения модели из скана.

Контрольные вопросы.

- Чем объясняется появление на некоторых сканах концентрических артефактов?
- В каких режимах наблюдается появление концентрических артефактов?
- Почему на некоторых сканах у основания сканированной модели появляется бахрома?
- В каких режимах у основания сканированной модели появляется бахрома?
- Какие параметры модели для сканера можно отнести к легкосканируемым, а какие – к трудным, почему?
- Облегчает ли сканирование с текстурой ручное совмещение сканов, почему?
- Сколько положений модели на поворотном столе было применено в вашем случае, почему?
- Как определить требуемое количество сканирований модели до начала сканирования?
- В каких случаях необходимо ручное совмещение сканов?
- Почему в некоторых случаях необходимо ручное совмещение сканов?
- Как зависит качество модели от предварительной процедуры чистки от мусора и артефактов?
- Как повлияли на модель применение опций гладкости и резкости при получении модели (опции 2 и 3 на рисунке 3.12)?

По результатам работы подготовить отчет, сделать выводы и ответить на контрольные вопросы. Выводы подтвердить подготовленными фотографиями. Структура отчета приведена в Приложении.

Для ответов на контрольные вопросы и обобщений следует использовать материалы работы подгрупп, исследовавших другие модели.

4. Лабораторная работа 4. Сканирование сложных поверхностей (уголки)

Цель работы: Изучить режимы сканирования для объектов сложной формы и текстуры.

Задачи:

1. Подобрать режимы сканирования для предложенных моделей.
2. Провести ручное совмещение сканов.

Перечень оборудования и моделей:

- 3D сканер SHINING Einscan-S;
- Ноутбук или ПК с предустановленным ПО для сканирования;
- Набор моделей для сканирования (Рисунок 4.1).

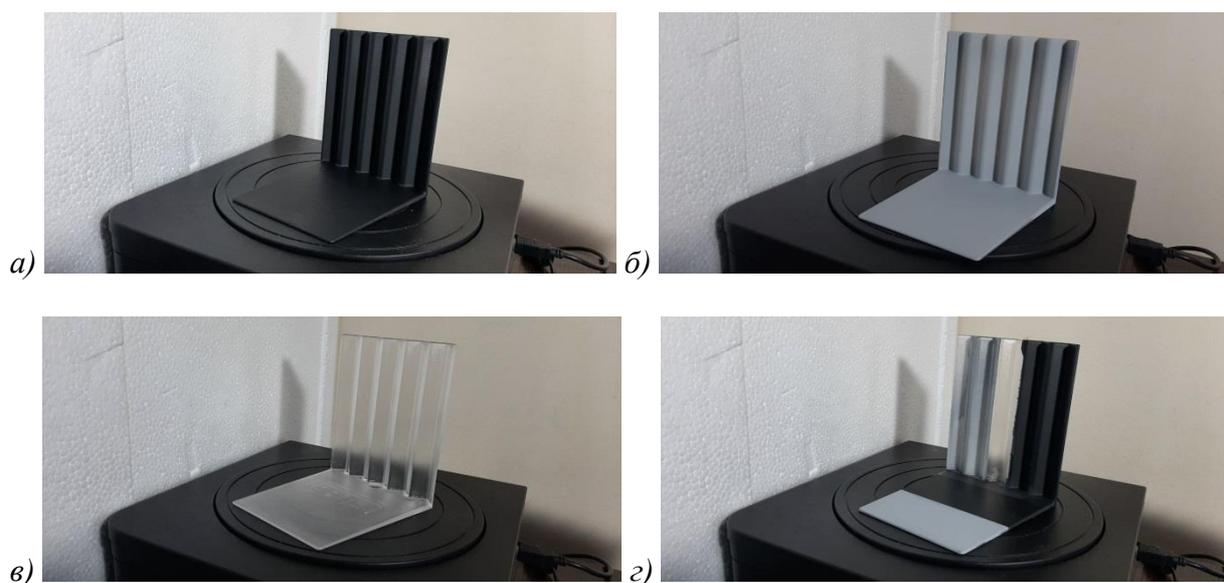


Рисунок 4.1 Модели для сканирования, где
а) черный уголок; б) серый уголок; в) прозрачный уголок; г) комбинированный уголок.

Порядок выполнения работы:

1. Собрать лабораторную установку на столе, расположив ее составляющие по трафарету. Исключить попадания яркого света и прямых солнечных лучей на поворотный стол и в камеры сканера (Рисунок 4.2). При необходимости, поставить ширму или другую преграду на пути от источника яркого света. Подключить все элементы к компьютеру.



Рисунок 4.2

2. Провести калибровку сканера с помощью мишени на поворотном столе, выполняя инструкции программного обеспечения на экране монитора (Рисунок 4.3). Мишень расположить так, чтобы перекрестие приходилось на центр мишени (Рисунок 4.4).

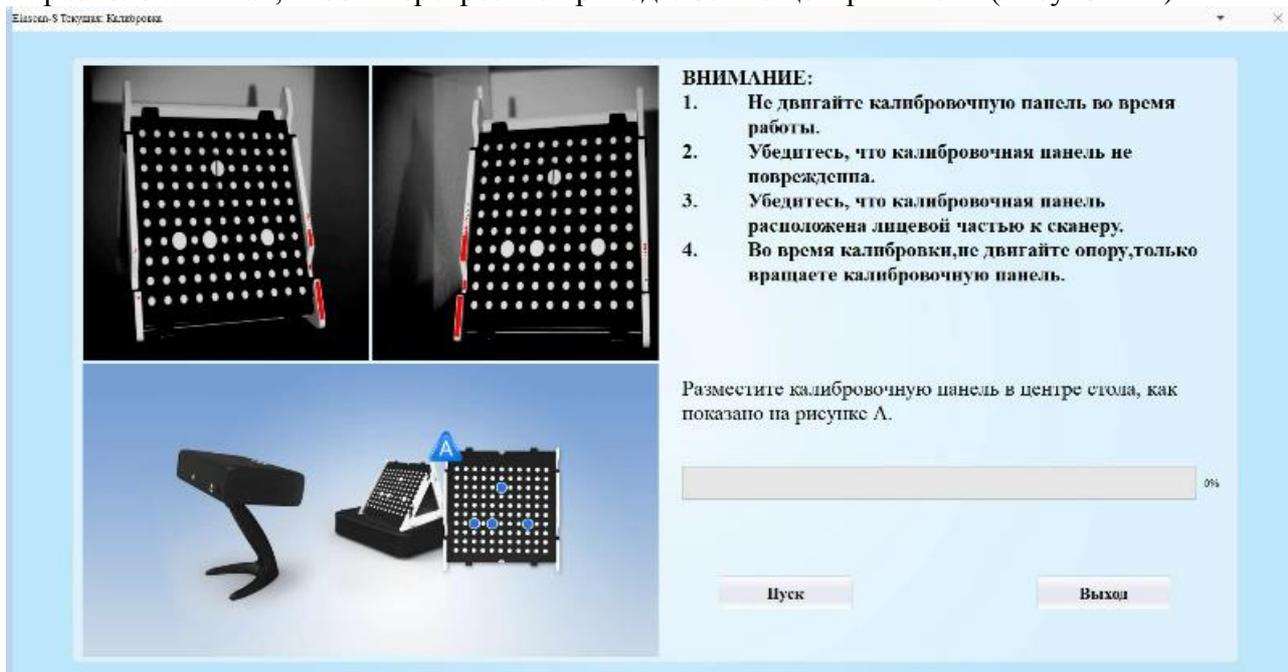


Рисунок 4.3

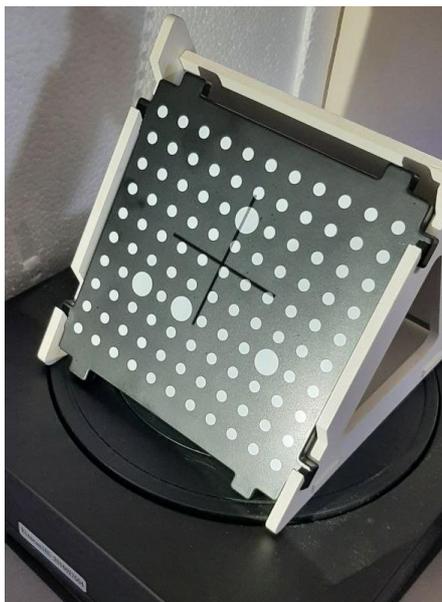


Рисунок 4.4

3. На внешнем носителе (флешке) создать структуру каталогов для сохранения данных сканирования – папки с номером лабораторной работы/фамилиями участников подгруппы/названия модели/сканов модели по номеру режима яркости (Рисунок 4.5).

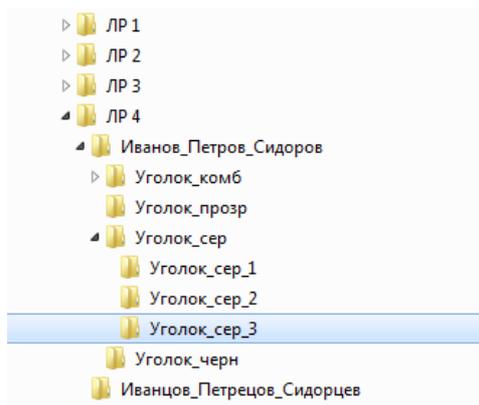


Рисунок 4.5

4. Выберите режим сканирования с поворотным столом (Рисунок 4.6).



Рисунок 4.6

5. Создайте новый проект для модели, например, «Уголок_сер_3» (Рисунок 2.5) в одноименной папке, которые создали на шаге 3. Это будет означать, что модель Уголок_сер сканируется в режиме яркости 3.

6. Далее выберете режим сканирования без текстуры (Рисунок 4.7)



Рисунок 4.7

7. Следом открывается окно выбора режима яркости (освещенности). Здесь же можно установить режим Светлый&темный для любого режима яркости. Режимов яркости 7 (Рисунок 4.8).



Рисунок 4.8

Все модели следует начинать сканировать с режима 1 и до тех пор, пока сканирование дает какой то результат. По окончании следует выбрать лучший режим для исследуемой модели.

8. Шаги 4-7 выполнить для всех режимов освещенности (яркости).
9. Для режима освещенности, давшего наилучшие результаты выполнить дополнительно сканирование с текстурой.

Выводы по работе:

- для какой модели какой режим подходит лучшим образом, обоснуйте с подтверждение фото;
- обобщить результаты сканирования всех моделей и выдать рекомендации по выбору режима сканирования для предложенной контрольной модели.

Контрольные вопросы.

- Чем объясняется появление на некоторых сканах концентрических артефактов?
- В каких режимах наблюдается появление концентрических артефактов?
- Почему на некоторых сканах у основания сканированной модели появляется бахрома?
- В каких режимах у основания сканированной модели появляется бахрома?
- Какие параметры модели для сканера можно отнести к легкосканируемым, а какие – к трудным, почему?
- Облегчает ли сканирование с текстурой ручное совмещение сканов, почему?
- Сколько положений модели на поворотном столе было применено в вашем случае, почему?
- Как определить требуемое количество сканиваний модели до начала сканирования?
- В каких случаях необходимо ручное совмещение сканов?
- Почему в некоторых случаях необходимо ручное совмещение сканов?

По результатам работы подготовить отчет, сделать выводы и ответить на контрольные вопросы. Выводы подтвердить подготовленными фотографиями. Структура отчета приведена в Приложении.

Для ответов на контрольные вопросы и обобщений следует использовать материалы работы подгрупп, исследовавших другие модели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.А. Семиглазов, С.В. Серебренников. Технологии 3D-сканирования в образовании / Электронные средства и системы управления: материалы докладов XVI Международной научнопрактической конференции (18–20 ноября 2020 г.): в 2 ч. – Ч. 2. – Томск: В-Спектр, 2020 с. 185 - 187
2. С.В. Серебренников, В.А. Семиглазов. Получение физической копии модели с использованием 3D технологий / Электронные средства и системы управления: материалы докладов XVII Международной научно-практической конференции (17 – 19 ноября 2021 г.): в 2 ч. – Ч. 2. – Томск: В-Спектр, 2021 с. 234-236
3. 3D Today: Обзор 3D сканера SHINING 3D EINSCAN-S: [сайт]. – Москва 2013-2023. – URL: <https://3dtoday.ru/blogs/mygadgetshop-ru/browse-3d-scanner-shining-3d-einSCAN-S> (дата обращения 1.02.2023) . – Текст : электронный.
4. Методы измерения 3D-профиля объектов. Контактные, триангуляционные системы и методы структурированного освещения: учеб. пособие / В.И. Гужов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. – 82 с.
5. 3DRADAR.RU : Технологии 3d сканирования: фотограмметрия, триангуляция, структурированный свет : [сайт]. 3DRadar.ru 2022. – URL: <https://3dradar.ru/post/47801/> (дата обращения 1.02.2023) . – Текст : электронный.
6. SHINING3D : 3D-сканеры: методы и технологии 3D-сканирования : [сайт]. Shining3D 2019. – URL: <https://www.shining3d.ru/blog/3d-skanery-metody-i-tehnologii/> (дата обращения 1.02.2023) . – Текст : электронный.
7. i3D Интегратор : Что такое 3D-сканирование? : [сайт]. i3D 2020. – URL: https://i3d.ru/blog/dlya_mozayki/cto-takoe-3d-skanirovanie/ (дата обращения 1.02.2023) . – Текст : электронный.
8. Цветной Мир : Принципы работы 3D-сканера. Виды сканеров, технологии и методы сканирования : [сайт]. Цветной Мир 2021. – URL: <https://cvetmir3d.ru/blog/poleznoe/printsiyu-raboty-3d-skanera-vidy-skanerov-tehnologii-i-metody-skanirovaniya/> (дата обращения 1.02.2023) . – Текст : электронный.
9. Top 3D Shop : Оптические 3D-сканеры: технологии, виды, модели : [сайт]. – Санкт-Петербург, ИП Баусов Д.В.,2013-2023. – URL: <https://top3dshop.ru/blog/optical-scanners-review.html> (дата обращения 1.02.2023) . – Текст : электронный.
10. Industru3D : Технологии сканирования : [сайт]. industry3d 2021. – URL: <https://industry3d.ru/handbook/3d-scanning-technologies/> (дата обращения 1.02.2023) . – Текст : электронный.
11. 3D Today : 3D сканирование и фотограмметрия: плюсы и минусы : [сайт]. 3D Today 2021. – URL: <https://3dtoday.ru/blogs/bss0413/3d-skanirovanie-i-fotogrammetriya-plyusy-i-minusy> (дата обращения 1.02.2023) . – Текст : электронный.
12. Canon Russia : 3D-фотограмметрия: превращая фотографии в 3D-модели : [сайт]. Canon Russia 2023. – URL: <https://div.ru.mycanon.net/pro/stories/3d-photogrammetry> (дата обращения 1.02.2023) . – Текст : электронный.

ПРИЛОЖЕНИЕ. Структура отчета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники

Отчет по лабораторной работе:

.....
по дисциплине «3D технологии»

Выполнили студенты гр. : _____

Проверил доц. каф. ТУ Самиглазов В.А.

Томск
2023

Цель работы:

Задачи работы:

Модель для работы

- Фото.

Теоретическая часть

- Физические принципы работы оптического 3D сканера со структурированным белым светом.
- Трудности оптического сканирования структурированным светом.
- Описание лабораторной установки.

Практическая часть

- Ход лабораторной работы с фотоотчетом по своей модели и пояснением выполняемых операций.
- Ответы на контрольные вопросы преподавателя.

Выводы по лабораторной работе.

Литература