



# SCAN IN A BOX

## Руководство по идеальному 3D-сканированию

### Часть I – Общие рассмотрения

Настоящий документ является руководством для тех, кто впервые знакомится с миром 3D-сканирования. Советы, содержащиеся в настоящем документе, являются общими указаниями по оптимизации результатов, полученных с использованием 3D-сканера. Эти советы тесно связаны с технологией, которая используется в системе Scan in a Box: активное 3D-сканирование Stereo Vision (стереоскопическое зрение). Поэтому они применимы, в целом, ко всем 3D-сканерам той же категории, некоторые из которых непосредственно адаптированы к технологиям Scan in a Box и IDEA.

### Технология структурированного освещения

Технология активного структурированного освещения стереоскопического зрения является методом оптического трёхмерного сканирования для получения геометрии физического объекта (см. Рис. 1).

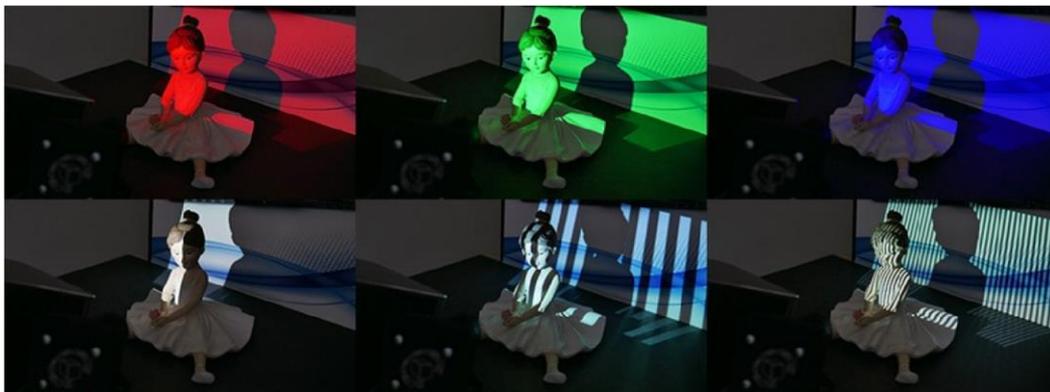


Рисунок 1: шаблоны освещения, проецируемые на объект при получении трёхмерного изображения.

Видеопроектор освещает объект, используя шаблоны освещения различной формы, которые кодируют различные пространственные положения; две камеры в стереоскопической конфигурации сохраняют изображения сканированной детали, и программное обеспечение разрабатывает их для получения двух кодированных изображений. Затем получается дальностное изображение методом триангуляции (см. Рис. 2).

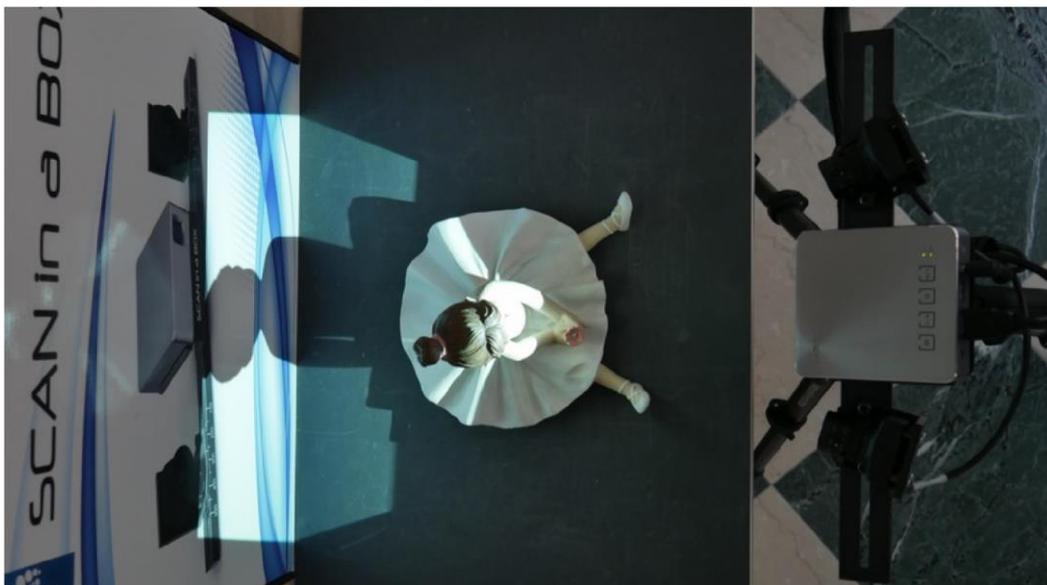


Рисунок 2: вид в геометрии триангуляции 3D-сканера сверху

Дальностное изображение (см. Рис. 3) представляет собой разновидность изображения, содержащего трёхмерные координаты поверхности объекта.



Рисунок 3: Дальностное изображение

## Создание 3D-модели

Для получения полной 3D-модели всю поверхность необходимо получить в разных кадрах, которые необходимо будет совместить и преобразовать в треугольную сетку, цифровую модель (см. Рис. 4).



Рисунок 4: полная 3D-цифровая модель (сетка), показываемая веб-платформой ShareMy3D

**СОВЕТ:** Надлежащая оптическая настройка и правильная калибровка позволяют получить качественную 3D-модель. Процедуры данной настройки должны выполняться при первом использовании 3D-сканера, а затем - только при изменении направления работы, как описано в Кратком руководстве по началу работы (см. Рис. 5). Настоятельно рекомендуется пошагово следовать «Краткому руководству по быстрому запуску».

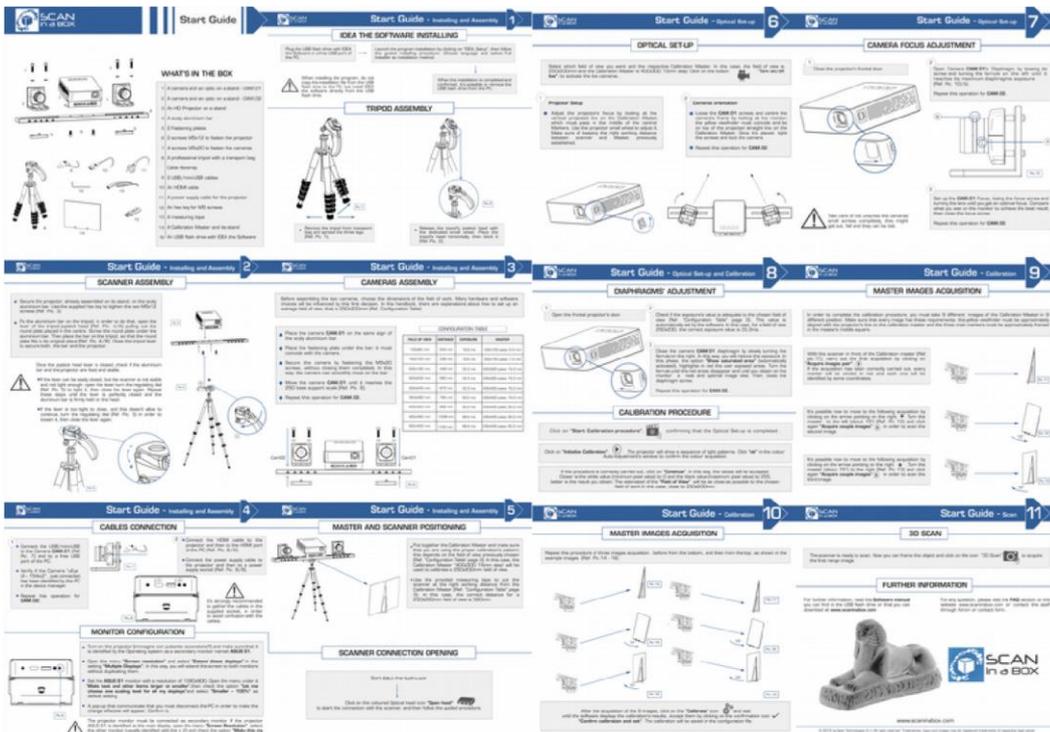


Рисунок 5: общий вид «Краткого руководства по быстрому запуску», входящего в комплект упаковки.



## Оптимальные сканы

Для получения оптимальной 3D-реконструкции необходимо принять во внимание следующий фактор, который может оказать влияние на результат процесса:

1. окружающее освещение;
2. характеристики объекта, такие, как материал, цвет и форма;
3. фон.

## Окружающее освещение

Идеальными условиями окружающего освещения для использования 3D-сканера является освещение в помещении с нормальным дневным светом, в котором единственным искусственным светом является тот, который воспроизводится проектором сканера (см. Рис. 6).



Рисунок 6: пример сцены с идеальным освещением

Рекомендуется, чтобы свет имел среднюю интенсивность и был однородным, его не следует направлять непосредственно на сцену (см. Рис. 7) или на 3D сканер (см. Рис. 8).



Рисунок 7: пример условий освещения, которых следует избегать: свет направлен непосредственно на объект



Рисунок 8: пример условий освещения, которых следует избегать: свет направлен непосредственно на сканер

Не менее важно, чтобы на объект не проецировалась тень (см. Рис. 9).



Рисунок 9: пример условий освещения, которых следует избегать: на объект проецируется тень

Прямой солнечный свет может привести к возникновению некоторых проблем в случае его интерференции со светом от проектора, поэтому лучше избегать использования сканера в помещениях, в которых солнечный свет был бы направлен на сканируемый объект.

Важно также иметь контролируемый свет от окружающей среды, таким образом можно избежать некачественной скан-копии. Существует несколько проблем, к возникновению которых приводит неблагоприятные условия освещения:

1. волны, вызванные отражением какого-либо света от объекта (см. Рис. 10);
2. шероховатость поверхности скана, вызванная передержкой (см. Рис. 11);
3. скан с эффектом апельсиновой кожуры, который называется «зашумлённым», когда свет от проектора является недостаточным по сравнению со светом от окружающей среды (см. Рис. 12);
4. в наихудшем случае - скан с множеством недостающих деталей, что приводит к возникновению дырочек на поверхности цифровой модели (см. Рис. 13).

Использовать 3D-сканер вне помещения не рекомендуется, за исключением его использования ночью.



Рисунок 10: пример получения 3D-изображения с волнами на поверхности.

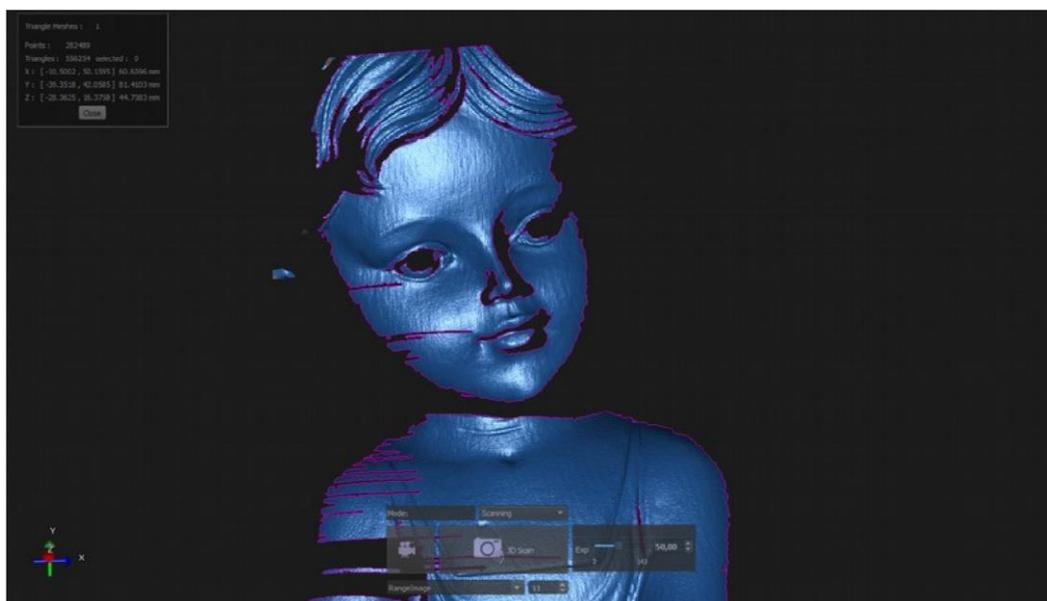


Рисунок 11: пример получения 3D-изображения с шероховатостью сканированной поверхности.

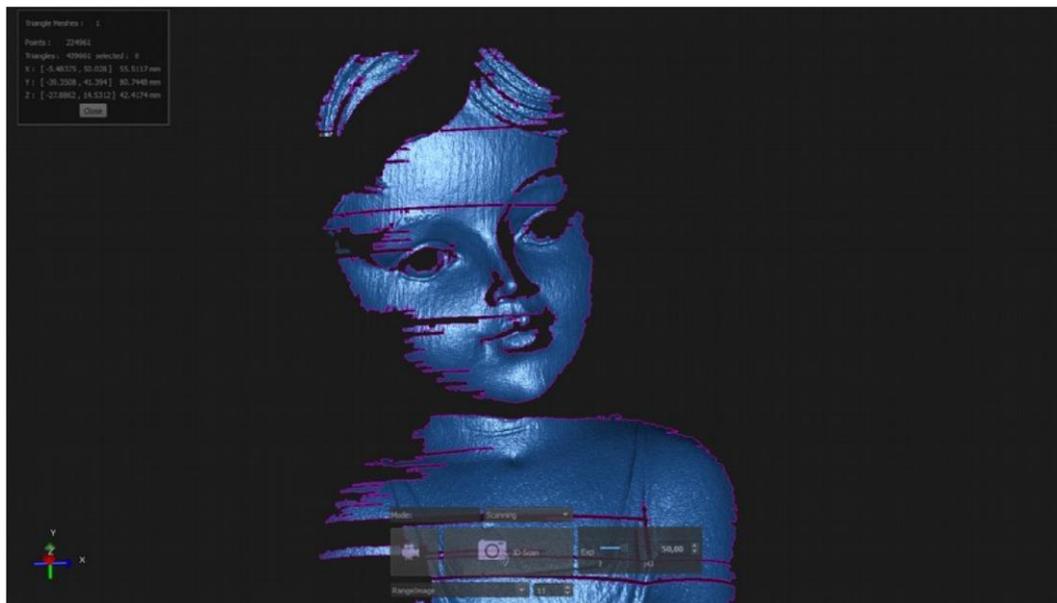


Рисунок 12: пример эффекта апельсиновой кожуры на поверхности скана.

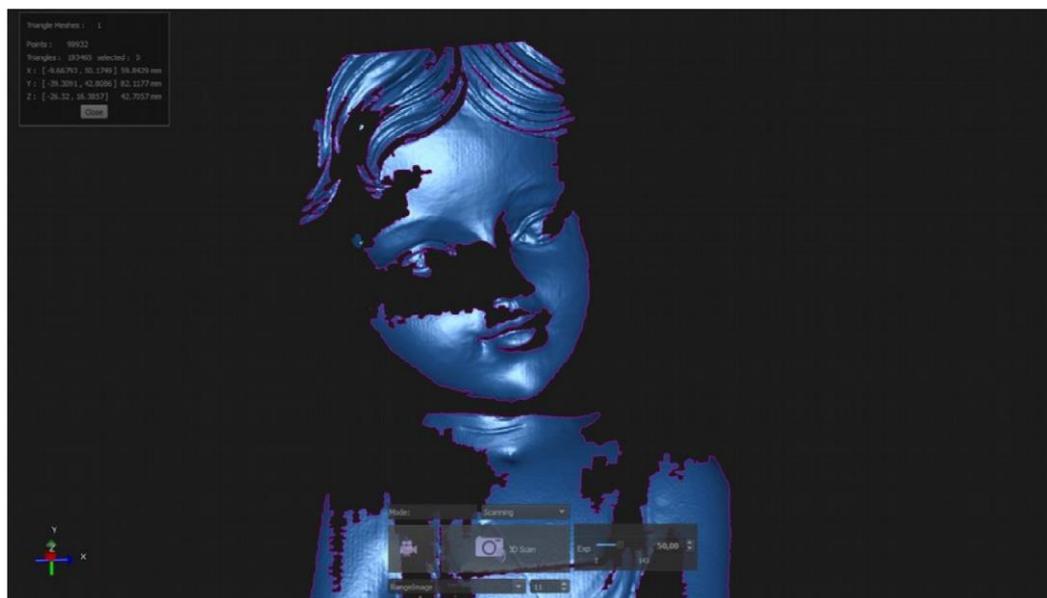


Рисунок 13: пример 3D-скана с отсутствующей частью.

**СОВЕТ:** Продолжительность экспозиции, которое контролирует количество света, поглощаемого камерами, является параметром, предварительно установленным в программном обеспечении IDEA. В экстренных случаях, когда свет от окружающей среды является препятствием, можно отрегулировать продолжительность экспозиции камер вручную, понижая или повышая показания счётчика и создавая более благоприятную ситуацию. На следующих изображениях показан объект, кадрированный камерами в надлежащих условиях освещения с применением нескольких уровней экспозиции: уменьшенная экспозиция (см. Рис. 14), нормальная экспозиция (см. Рис. 15) и увеличенная экспозиция (см. Рис. 16).

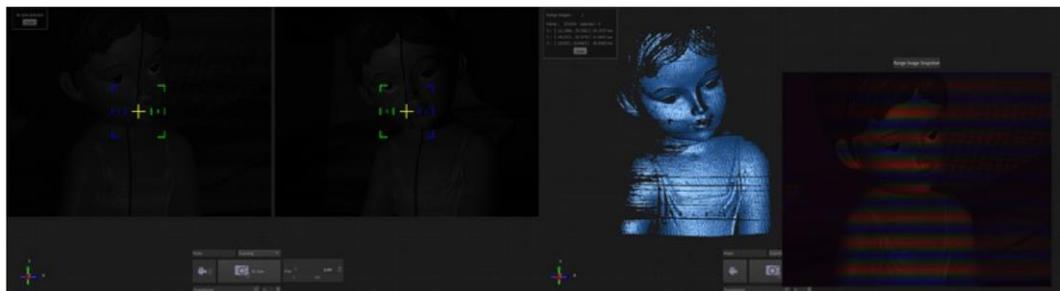


Рисунок 14: пример уменьшенной экспозиции камер.

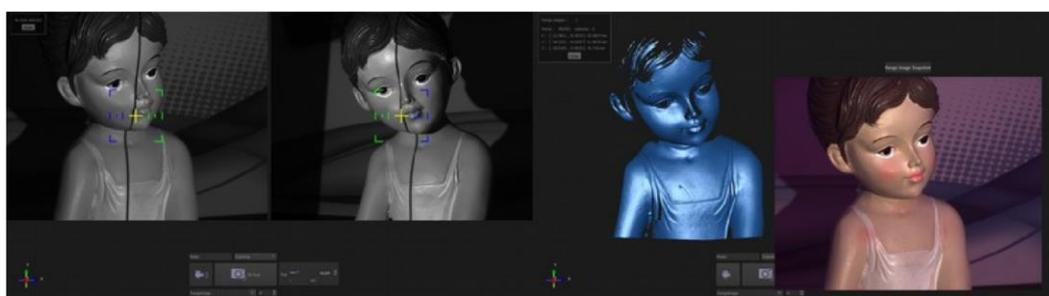


Рисунок 15: пример нормальной экспозиции камер.

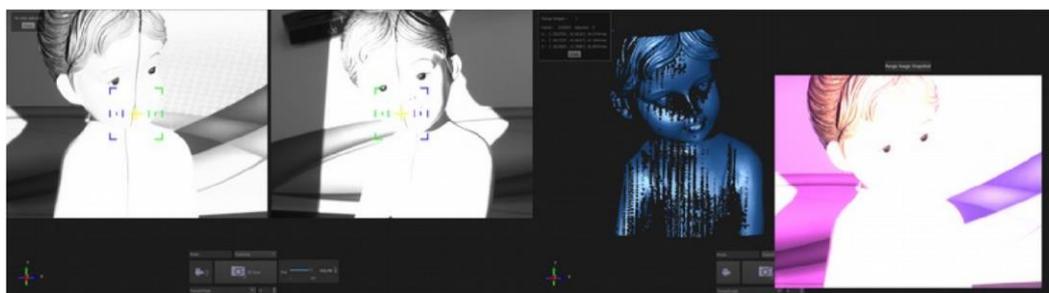


Рисунок 16: пример увеличенной экспозиции камер.

**СОВЕТ ОТ ПРОФЕССИОНАЛА:** Изменение времени экспозиции также полезно для получения очень тёмных деталей, которые невозможно получить при нормальном уровне экспозиции (см. Рис. 17-18).

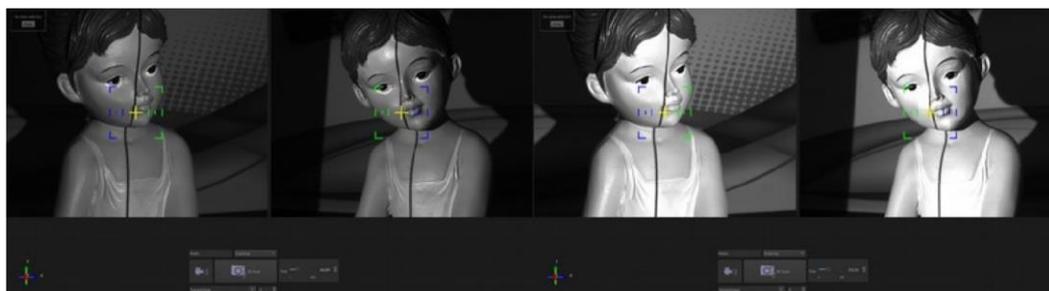


Рисунок 17: визирование по экрану объекта с нормальным уровнем экспозиции и с улучшенной экспозицией.

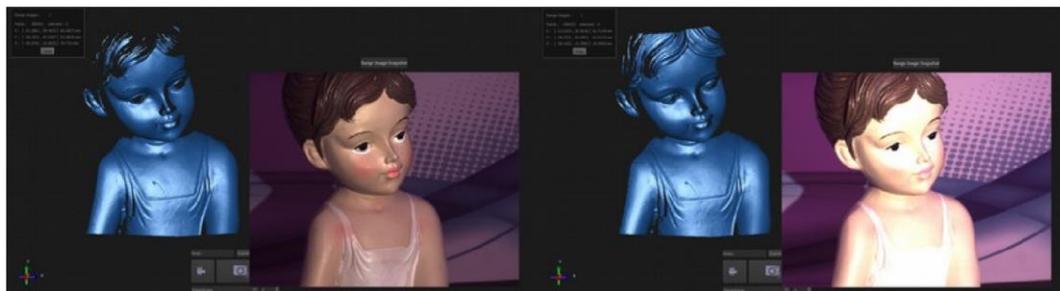


Рисунок 18: 3D скан объекта с нормальным уровнем экспозиции и с улучшенной экспозицией. Обратите внимание на улучшение изображения в самой тёмной части волос.

### Характеристики объекта

Существует несколько типов материалов, цветов и форм, которые идеально сочетаются с процедурой оцифровки, тогда как другие приводят к возникновению некоторых существенных проблем.

#### - Материал

Объекты с однородными матовыми поверхностями лучше всего подходят для сканирования. Причиной этого является то, что на их поверхности свет создаёт картины с высоким контрастом. Типичными примерами таких объектов являются: мел, глина, матовые поверхности пескоструйной обработке.

Блестящие, полированные или отражающие элементы изображения создают трудности в процессе получения изображений. Эти трудности связаны с полным отражением объектом света от проектора. Некоторые проблемы могут возникнуть в случае прозрачного или просвечивающегося материала. В таких материалах свет проходит через поверхность объекта, и это препятствует формированию шаблонов на поверхности.

Некоторыми из этих не рекомендованных материалов являются: зеркальные поверхности, стекло и прозрачные поверхности, блестящие и металлические поверхности.

**СОВЕТ:** На самом деле не существует такой поверхности, которую было бы невозможно сканировать. Для сканирования объекта, представляющего описанные выше затруднения, достаточно нанести на его поверхность какой-либо профессиональный покрывающий состав. Белое покрытие позволит создать надлежащую картину на сканированной поверхности, и будет легко удаляться по завершении сканирования без какой-либо угрозы для объекта. Другим вариантом является использование порошка, например, талька.

#### - Цвет

Не существует никаких ограничений, налагаемых на цвет объекта, который может быть сканирован, даже, несмотря на то, что лучшие результаты дают светлые цвета.

Не рекомендуется сканировать модель с совершенно чёрной или очень тёмной поверхностью, поскольку проецируемый свет будет поглощаться объектом, и камеры не будет получать достаточного количества данных для построения 3D-модели. В этом случае сканы будут зашумлёнными (эффект апельсиновой кожуры).

**СОВЕТ:** Используемой по умолчанию настройкой фильтра «Цвет поверхности» является средний



оттенок [серый ].



Однако можно



изменить данное значение и выбрать более светлые [светло-серый; яркий] или более тёмные [тёмный; очень тёмный] объекты. Таким образом, порог фильтра можно приспособить для устранения участка, не представляющего особого интереса (см. Рис. 19).

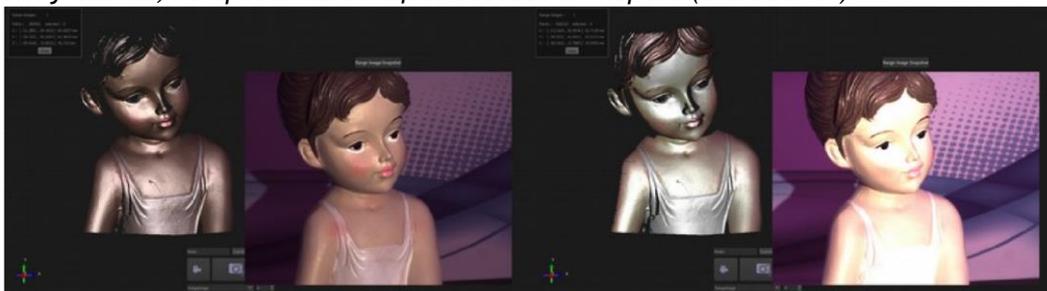


Рисунок 19: вид текстуры 3D-скана с серым оттенком сначала и очень тёмным впоследствии. Обратите внимание на улучшение в самой тёмной части волос.

**СОВЕТ ОТ ПРОФЕССИОНАЛА:** Если, после первого сканирования, цвет 3D-изображения не похож на цвет реальной модели и не является удовлетворительным (см. Рис. 20), результат можно удалить и начать процесс заново с процедуры калибровки цвета (без выполнения полной оптической настройки и калибровки сканера) (см. Рис. 21).

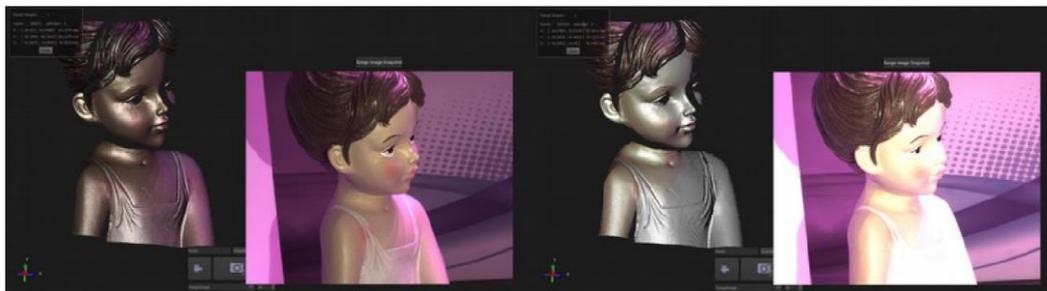


Рисунок 20: 3D-скан с текстурой перед повторной калибровкой цвета.

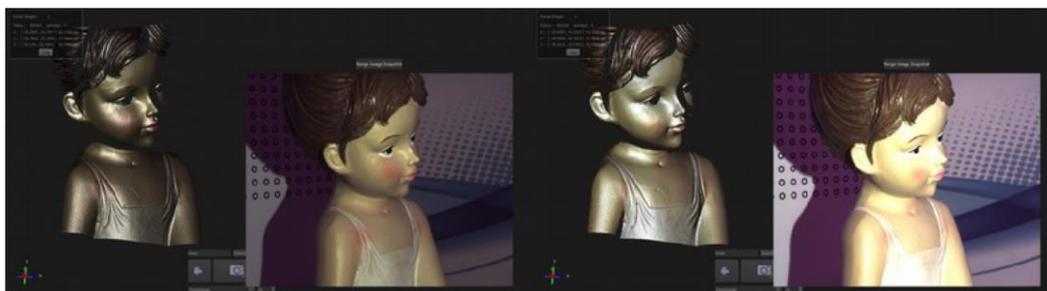




Рисунок 21: 3D-скан с текстурой после повторной калибровки цвета.

*Калибровка цвета обусловлена окружающим светом при выполнении сканирования. Данное условие необходимо подтвердить на предмет его оптимальности перед продолжением работы. Рекомендуется выполнить калибровку цвета перед началом последовательности сканирования, в противном случае может наблюдаться разница цветов в перекрывающихся участках 3D-сканирования (см. Рис. 22-23).*



Рисунок 22: примеры совмещённых 3D-сканов с различными оттенками в текстурах.



Рисунок 23: примеры совмещённых 3D-сканов с однородными оттенками в текстурах.

#### - Форма

Форма объекта может обуславливать выход сканирования. В этом случае со сложной формой особое внимание должно уделяться отверстиям или полостям, присутствующим на поверхности объекта, скрытым поверхностям или подрезам.

В этих случаях рекомендуется выполнить большее количество сканов с различных точек обзора и, в конечном счёте, удалить обособленные точки, используя команды, доступные в программном обеспечении IDEA.

Для получения чёткого скана важно, чтобы объект не деформировался и не перемещался при выполнении процедуры сканирования. Любая возможная вибрация объекта на этапе получения изображения приведёт к сильному волнообразному движению и отсутствию некоторых частей на 3D-изображении.

Деформирующийся объект приведёт также к проблемам с совмещением, и построить 3D-модель без изъяна будет невозможно. По этой причине не рекомендуется сканировать живой объект, такой, как части тела, или другие объекты, которые могут легко изгибаться, или которые легко меняют свою форму, такие, как крайне мягкая подошва обуви.

**СОВЕТ:** Для достижения наилучшего позиционирования, требуемого для получения всей поверхности объекта как объект, так и сканер могут перемещаться (см. Рис. 24-25-26).

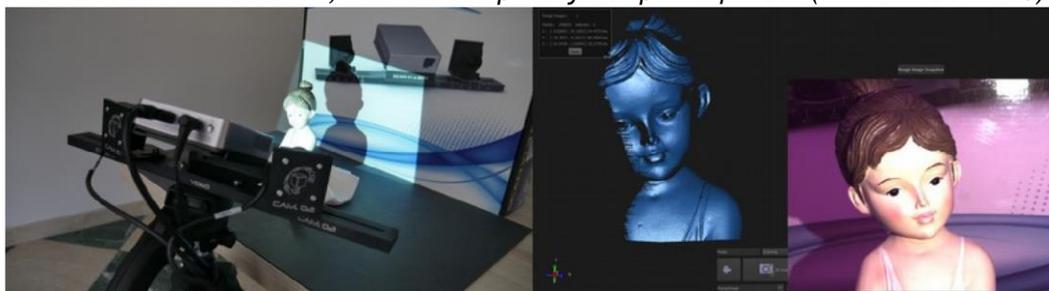


Рисунок 24: пример первого кадра и соответствующего 3D-скана.

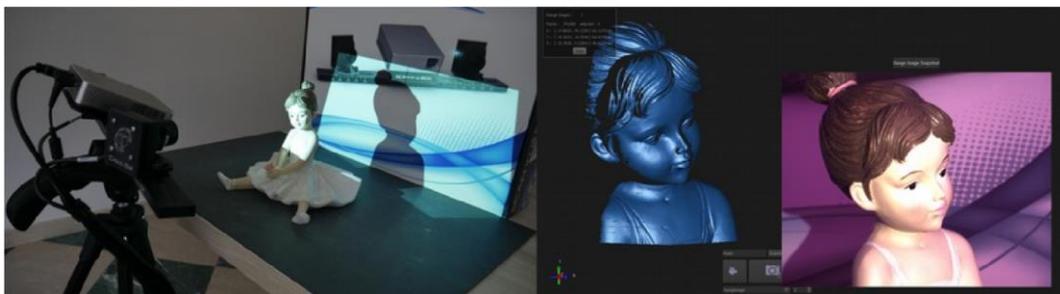


Рисунок 25: пример второго кадра, со сканером, смещённым влево, и соответствующего 3D-скана.

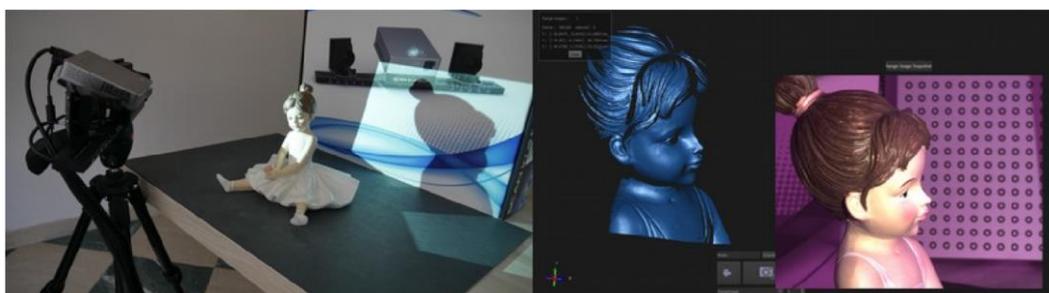


Рисунок 26: пример третьего кадра, со сканером, смещённым далее влево, и соответствующего 3D-скана.

*Рекомендуется использовать все возможности штатива, учитывая какое значение имеет расстояние между проектором и моделью, которое легко проверяется в программном обеспечении с режимом LIVE («Реальный») (с использованием жёлтого перекрестия) (см. Рис. 27).*



Рисунок 27: реальные виды прежних положений сканера. Следует иметь в виду, что жёлтое перекрестие всегда располагается над проецируемой вертикальной линией.

#### Фон

Технология, используемая системой Scan in a Box, позволяет сканеру быть крайне избирательным в процессе получения информации об объекте.

Это позволяет автоматически исключить из сканирования часть поверхности или внешних элементов (см. Рис. 28), таких как фон сцены или рабочий стол.

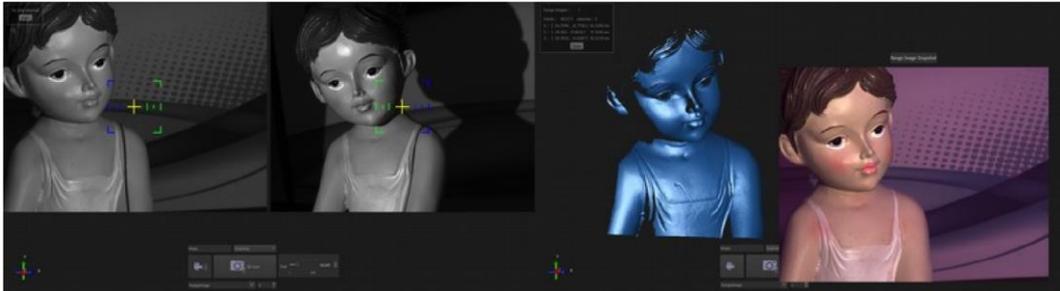


Рисунок 28: реальный вид объекта, смещённый от центра в кадре и имеющий цветной фон, и соответствующий 3D-скан, очищенный и не имеющий выступающих деталей.

В тех случаях, в которых фон имеет цвет, сходный с цветом объекта, могут быть получены некоторые внешние точки (см. Рис. 29). В данном случае для удаления данных точек может использоваться инструмент ручного или автоматического выбора и инструмент очистки.

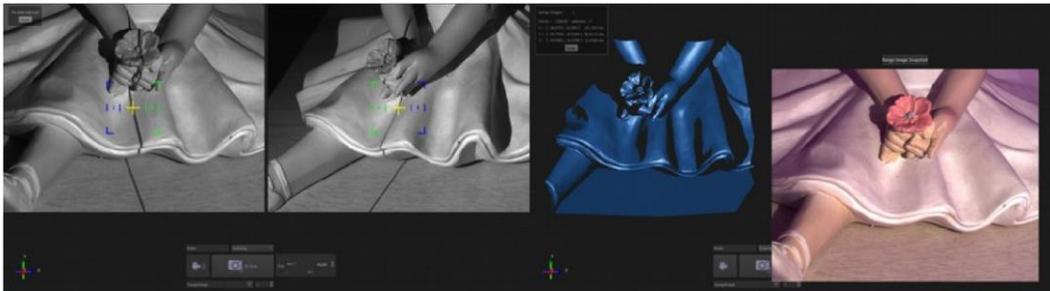


Рисунок 29: реальный вид объекта, расположенного на чистой столешнице и соответствующего 3D скану с удалённой выступающей частью.

**СОВЕТ:** Рабочий стол, обладающий высоким контрастом по отношению к поверхности объекта, может помочь в достижении оптимального результата и облегчить выбор точки обзора, необходимой для сканирования полной поверхности. В качестве рабочей плоскости рекомендуется использовать тёмную матовую поверхность, такую, как чёрная подстилка (см. Рис. 30).

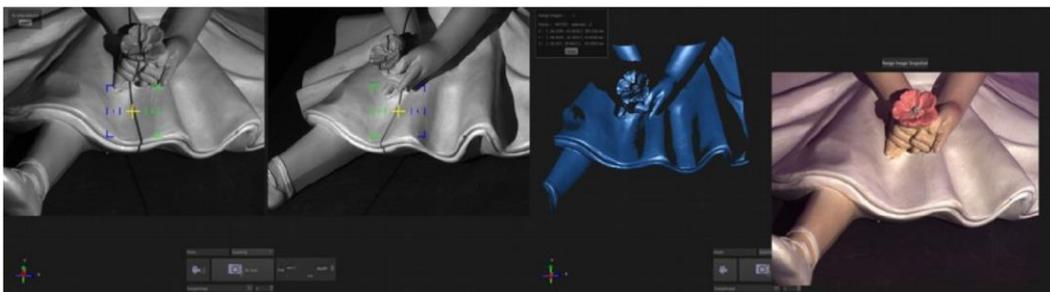




Рисунок 30: реальный вид объекта, расположенного на тёмной столешнице, и соответствующего 3D скана, очищенного и не имеющего выступающих деталей.

## Часть II – Процедура сканирования

Шаги, требуемые для получения скан-копии оптимального качества, обычно являются общими для каждой процедуры сканирования, и это тесно связано с технологией, используемой 3D-сканером. В каждом конкретном случае может меняться лишь разработка полученных данных с использованием программного обеспечения IDEA, которая зависит от цели работы. Например, редактирование 3D-модели будет различным в зависимости от того, используется для 3D-печати, формат вывода, при котором очень важно иметь упрощённые данные, или предполагается использовать одну и ту же 3D-модель с программным обеспечением 3D-моделирования от стороннего поставщика. Более того, настройка работы может быть адаптирована для обеспечения комфорта пользователя и в соответствии с его предпочтениями. Цель настоящего руководства заключается в предоставлении упорядоченной последовательности шагов, которые необходимо выполнять в процессе сканирования для получения полезной 3D-модели, в необработанном и информационно-насыщенном формате, готовом к экспорту.

Если считать, что данная в первой части рекомендация по созданию идеального сценария для использования сканера, выполнена, то процедура сканирования подразделяется на пять ключевых шагов:

1. Получение изображения;
2. Совмещение;
3. Создание сетки;
4. Последующая обработка;
5. Упрощение.

### 1. Получение изображения

Принтер Scan in a Box, используя технологию структурированного освещения, оцифровывает комбинацией единичных процедур получения изображения (называемой дальностными изображениями или глубинным изображением).

Получение изображения является первым фундаментальным шагом, в котором полученное изображение создаётся в программном обеспечении в виде множества точек. Такие точки определяют трёхмерное представление части объекта, которая была кадрирована и подвергнута воздействию изображений освещения, созданной проектором.



По этой причине рекомендуется начинать работу с получения широкой части объекта, откладывая получение деталей и недостающих частей на более позднее время.

В идеале начинать работу с первоначального сканирования, которое кадрировало бы более широкую часть поверхности объекта (см. Рис. 31).

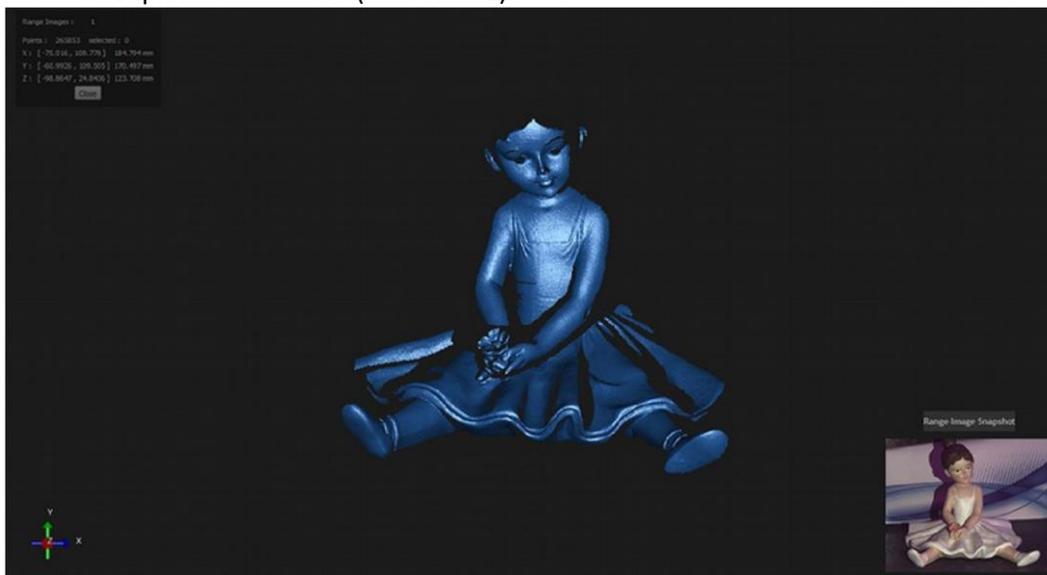


Рисунок 31: пример 3D-скана, охватывающего центральную часть объекта.

После определения, откуда начинать захват изображения, стратегия сканирования будет очень простой. Рекомендуется построить снимок объекта с панорамированием на 360°, выполняя второй захват после поворота объекта на 25° относительно его вертикальной оси или после перемещения сканера, используя в качестве эталона вид LIVE («Реальный»), обеспечиваемый программным средством (см. рисунок 32).



Рисунок 32: последовательность 3D-сканов, полученных путем поворота объекта.



Сканирование можно продолжить, используя тот же метод выбора отображения и обращая внимание на то, чтобы обеспечивалась определенная последовательность, при которой полученный захват частично перекрывался бы с частями объекта, полученными ранее (см. рисунок 33).

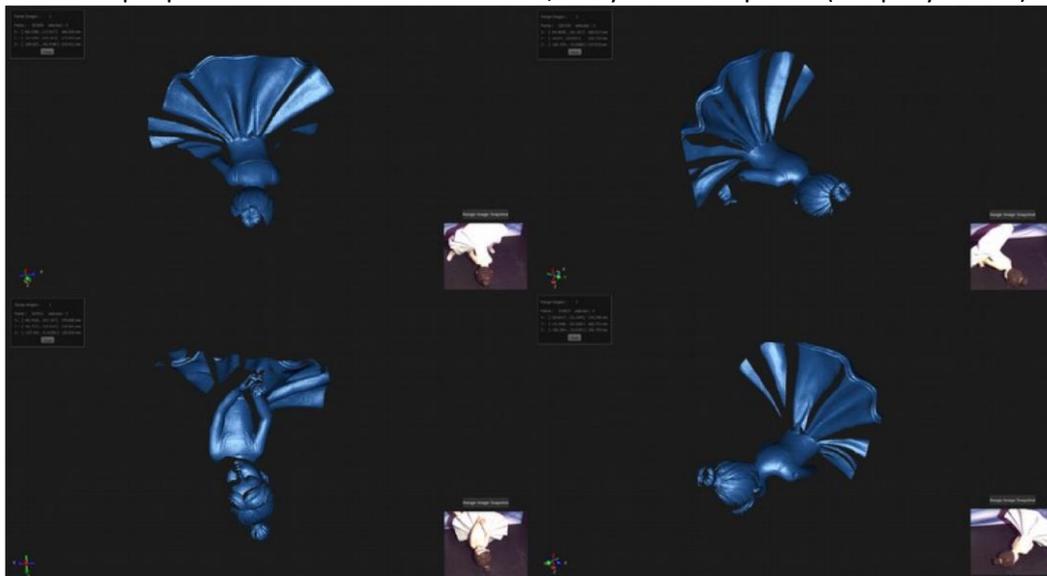


Рисунок 33: последовательность 3D-сканов, полученных путем перемещения объекта с его последующим поворотом.

После того как получена грубая 3D-реконструкция, скан можно улучшить, добавляя дополнительные отображения, соответствующие некоторым отсутствующим частям, которые могли быть пропущены из-за внутренних вырезов, темных поверхностей или частей объекта, не охваченных ранее. Рекомендуется добавлять каждый скан, который может Вам потребоваться для получения полной 3D-модели объекта (см. рисунок 34).

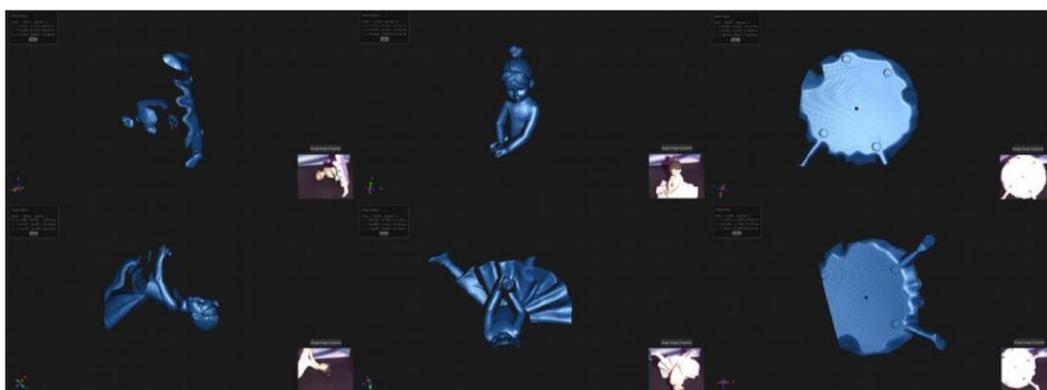




Рисунок 34: Последовательность 3D-сканов, полученных путем перемещения объекта для получения отсутствующих частей

**СОВЕТ:** Участок, кадрированный сканером, можно проверить в любой момент простым активированием команды LIVE («Реальный») в программном обеспечении IDEA. Эта команда будет отобразит сцену, кадрированную двумя камерами в двух различных окнах, которые появятся в интерфейсе программного обеспечения. Чтобы упростить процесс сканирования, в середине каждого окна размещается перекрестье (см. рисунок 35).



Рисунок 35: экранный снимок программного обеспечения IDEA в режиме реального времени.

Перекрестие состоит из зелёного и синего изображения в средней части изображения и чёрной линии, спроецированной на объект. Когда чёрная линия располагается на жёлтом крестике посередине зелёного и синего квадрата, точка под жёлтым крестиком находится точно посередине области сканирования (см. Рис. 36). Если объект смещается в сторону от сканера, чёрная линия будет перемещаться в сторону внешней части перекрестия – синей (см. Рис. 37); если объект приближается к сканеру, чёрная линия будет перемещаться к внутренней части перекрестия – зелёной (см. Рис. 38).

Таким образом, наблюдая за цветом окна, пересекаемого чёрной линией, можно установить желаемое рабочее расстояние: если линия имеет синий цвет, это означает, что объект находится дальше от центра диапазона изображения; если она имеет зелёный цвет, это означает, что объект находится ближе к центру диапазона изображения.

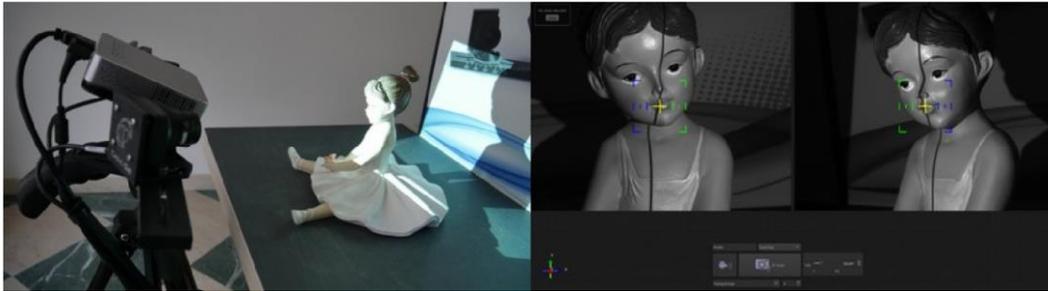


Рисунок 36: 3D-сканер, расположенный на правильном рабочем расстоянии, и соответствующий реальному виду, указывает, что чёрная вертикальная линия находится под жёлтым крестиком (середина области сканирования).

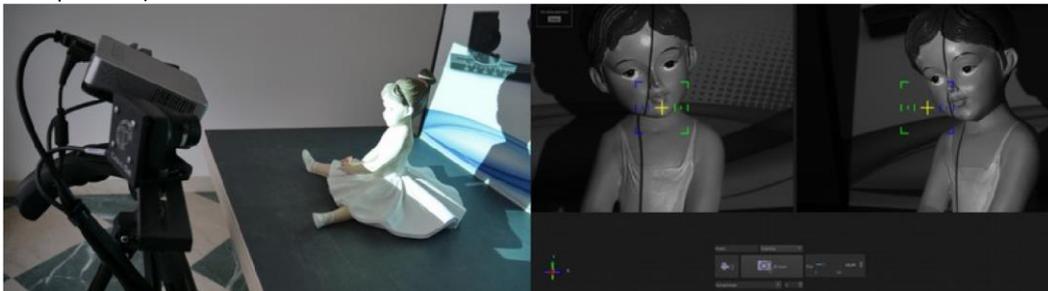


Рисунок 37: объект, удалённый от 3D-сканера, и соответствующий реальному виду, указывающий, что чёрная вертикальная линия располагается на синей стороне перекрестия (после средней части области сканирования).

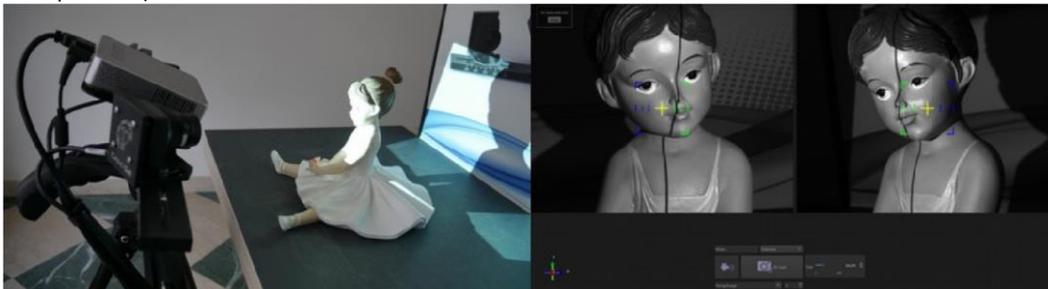


Рисунок 38: объект, расположенный вблизи от 3D-сканера, и соответствующий реальному виду, указывающий, что чёрная вертикальная линия располагается на зелёной стороне перекрестия (до средней части области сканирования).

**СОВЕТ ОТ ПРОФЕССИОНАЛА:** Широкий объект с большим количеством деталей, можно сканировать, используя функции сканирования (Scan) в окне адаптивности, путём установки двух различных областей работы! Часть большего размера объекта можно отцифровать с использованием более широкой области работы. После этого можно установить сканер на область работы с меньшими размерами. После этого, можно сканировать деталь объекта меньшего размера с более высокой разрешающей способностью (см. Рис. 39). Получение изображения того же самого объекта с другой областью работы не препятствует совмещению дальностных изображений (см. Рис. 40).

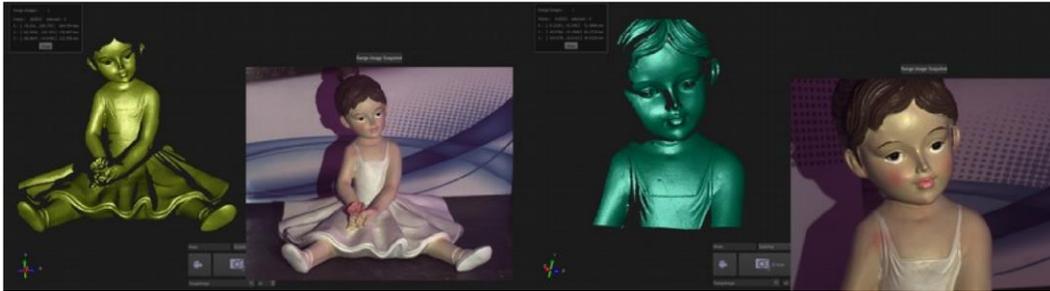


Рисунок 39: 3D-скан с использованием области работы 250x200 мм (left) и 3D-скан с использованием области работы 100x80 мм.

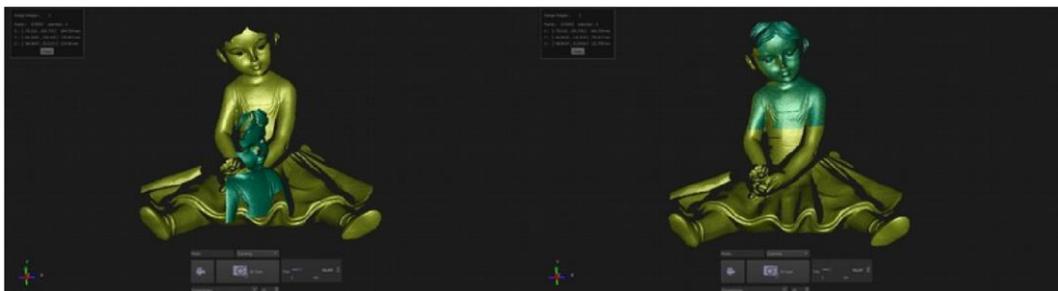


Рисунок 40: выбор 3D-сканов, полученных с различными областями работы, и соответствующее 3D-совмещение.

## 2. Совмещение

Совмещение является фазой работы, при которой, несмотря на простой инструмент, предоставленный программным обеспечением IDEA, можно привести к той же самой системе отсчёта (совместить) дальностные изображения, полученные ранее (см. Рис. 41-42).



Рисунок 41: пример 3D-сканов, выбранных по отдельности.



Рисунок 42: пример 3D-сканов, до (слева) и после (справа) совмещения.

### Ручное совмещение

Данный процесс осуществляется вручную с использованием идентификации трёх соответствующих точек между двумя операциями получения изображения, принятыми в расчёт (см. Рис. 43). Совмещение может выполняться в любое время. Рекомендуется использовать данный инструмент только с двумя выбранными дальностными изображениями для первых подходов совмещения. Переключение между совмещением и сканированием полезно только при возникновении сомнений относительно правильной реконструкции объекта. После ознакомления с процессом получения изображений станет более привычным получение сначала все дальностные изображения, и только после этого – работа с инструментом совмещения в последовательности дальностных изображений. Можно всегда выполнять и совмещать сканы последовательностей с предыдущим комплектом данных, например для восполнения отсутствующей информации получением дополнительных изображений. Рекомендуется использовать инструмент совмещения после очистки дальностных изображений всех выпадающих точек (см. Рис. 44).

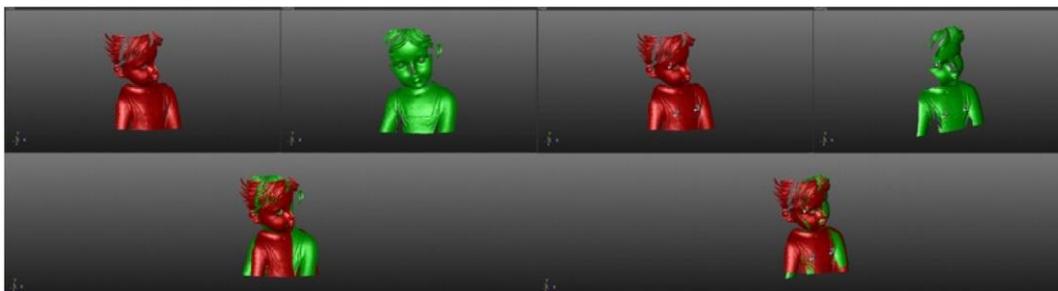


Рисунок 43: экранный снимок инструмента ручного совмещения до (слева) и после (справа) идентификации трёх соответствующих точек между двумя операциями получения изображения.

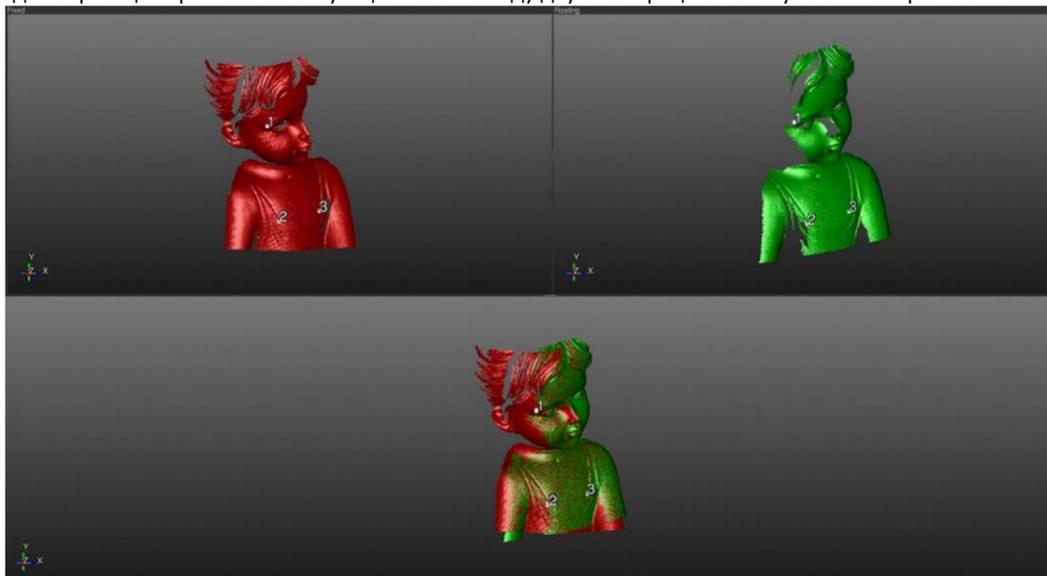


Рисунок 44: экранный снимок инструмента ручного совмещения после тонкой настройки, полученной щелчком по кнопке «Align» («Совместить»).

### Общее совмещение

Помимо ручного совмещения, которое работает с идентификацией трёх соответствующих точек, доступен также другой инструмент совмещения, называемый «общим совмещением». Рекомендуется подавать данную команду после ручного совмещения всех дальностных изображений, таким образом, совмещение каждой операции получения изображения является оптимизированным по отношению к остальным (см. Рис. 45).

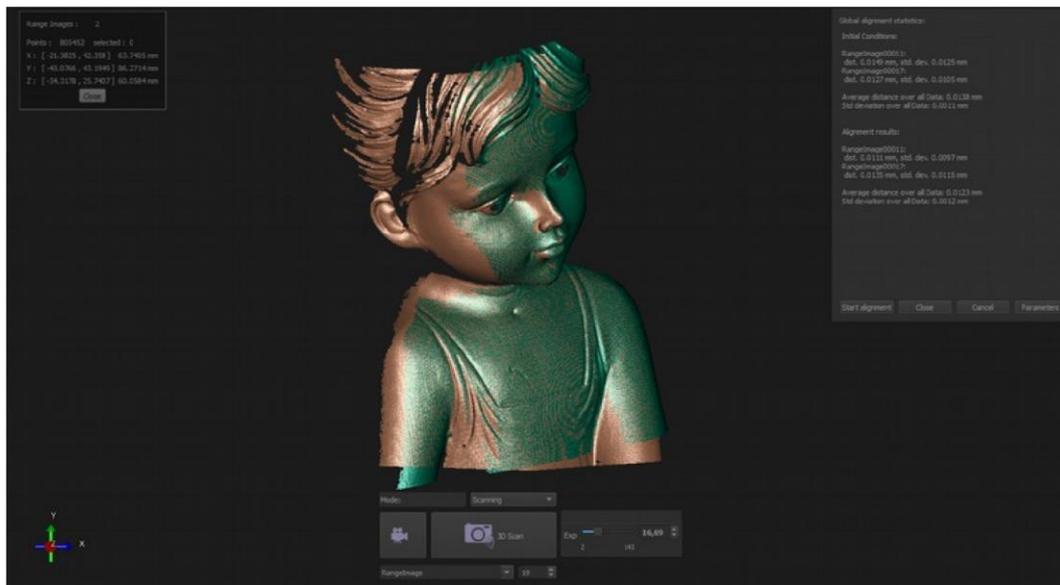


Рисунок 45: обработка данных, выполненная инструментом общего совмещения.

**СОВЕТ ОТ ПРОФЕССИОНАЛА:** Инструмент общей обработки может также использоваться в качестве диагностического инструмента, поскольку он позволяет автоматически определить, не является ли одно из дальностных изображений неправильно совмещённым с остальными. В этом случае значение несовмещённого дальностного изображения будет превышать соответствующие значения для остальных изображений, и это будет легко определяться.

### 3. Построение сетки

Как только достаточное количество дальностных изображений будет получено и совмещено для создания как можно более полной 3D-модели, следующий шаг заключается в построении треугольной сетки. Построение сетки преобразует множество трёхмерных точек (дальностных изображений) (см. Рис. 47) в данные, представленные в виде множества треугольников (сетка) (см. Рис. 47).

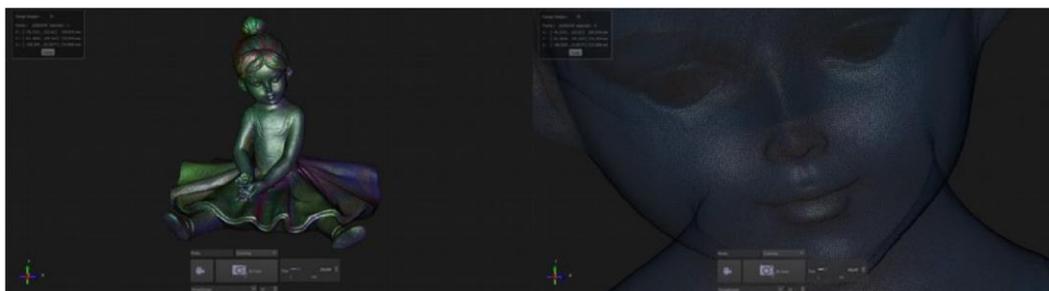


Рисунок 46: дальностные изображения, полная модель (слева) и детальное представление(справа).

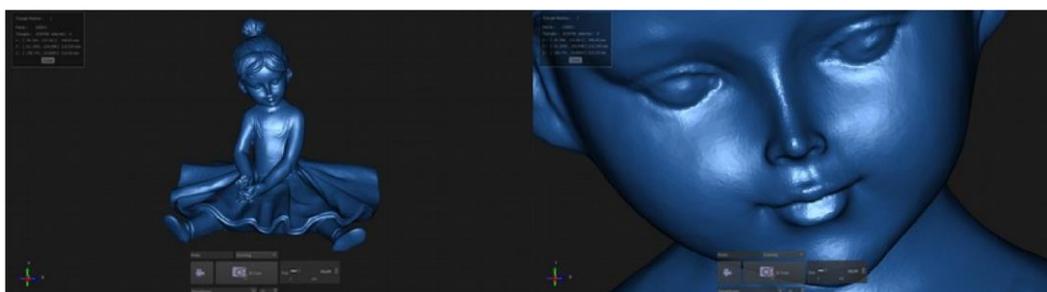


Рисунок 47: полная 3D-модель, представленная в формате сетки, полная модель (слева) и детальное представление (справа).

Сетка представляет собой первые полезные данные, которые можно разрабатывать и экспортировать в доступных форматах.

Построение сетки является автоматической процедурой в программном обеспечении IDEA: в данную команду включены четыре профиля с различными параметрами обработки данных в соответствии с типом оцифрованного объекта.

Четыре профиля включают в себя:

*Технический объект* – выделяется для поддержания высокого уровня детализации с допуском в 0,035 мм. Данный профиль ожидает построения сетки с максимальным количеством треугольников 500 000.

В случае сетки с большим количеством треугольников, программное обеспечение будет упрощать её автоматически с допуском в 0,010 мм. Это также автоматически применяет сглаживание и закрывает самые мелкие дырки (с границей менее 100 общих точек) (см. Рис. 48).

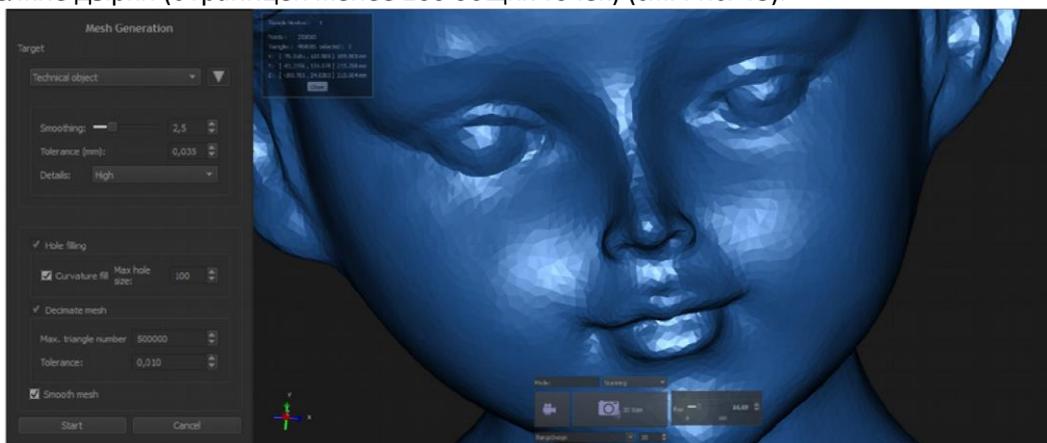


Рисунок 48: Профиль технического объекта на панели построения сетки и соответствующий результат.



*Объект проектирования* — параметр является тем же самым, что и «Технический объект» с той разницей, что он применяет более сильное сглаживание с большим допуском (см. Рис. 49).

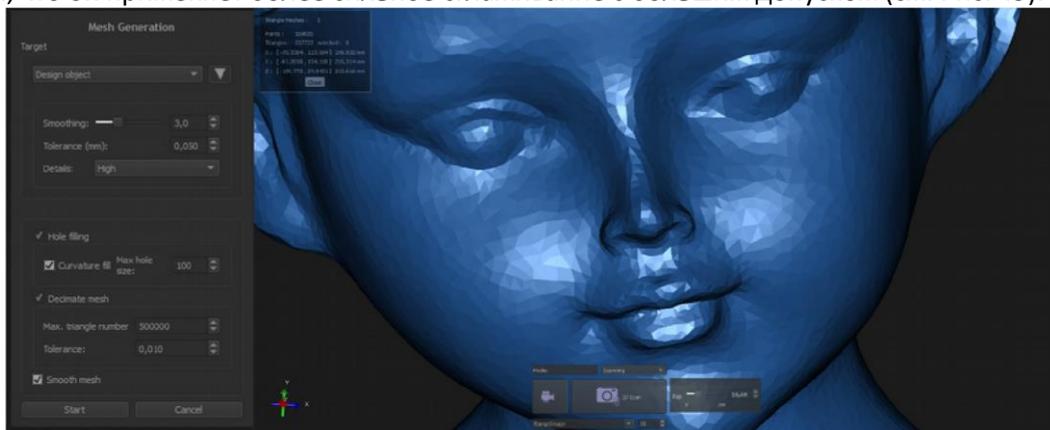


Рисунок 49: Профиль объекта проектирования на панели построения сетки и соответствующий результат.

*Малый художественный объект* – данный профиль имеет очень высокий уровень проработки деталей с малым допуском (0,010 мм). Он применяет лёгкое сглаживание и автоматически заполняет мельчайшие дырки. Он не имеет ограничений в количестве треугольников, поэтому автоматическое прореживание не применяется. Таким образом, можно достичь более высокого уровня проработки деталей и точности на сетке (см. Рис. 50).

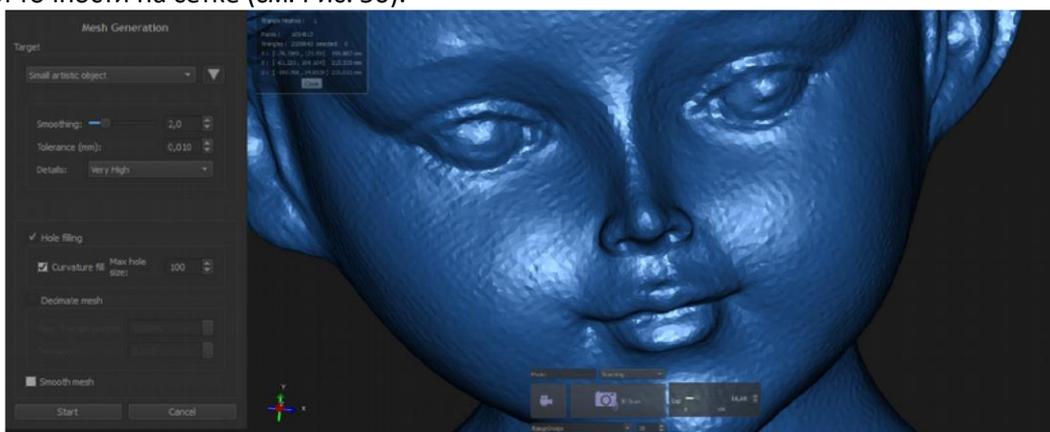


Рисунок 50: Профиль малого художественного объекта на панели построения сетки и соответствующий результат.

*Скульптура* – данный профиль построения сетки имеет допуск 0,025 мм, однако постоянно поддерживается высокая степень проработки деталей. Настройки по умолчанию не применяют автоматического упрощения сетки (см. Рис. 51).

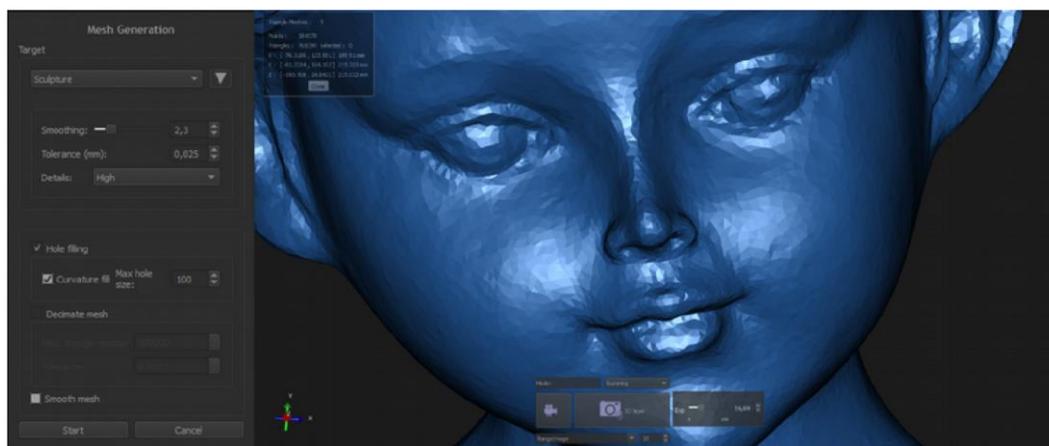


Рисунок 51: Профиль скульптуры на панели построения сетки и соответствующий результат.

**УКАЗАНИЕ!** Параметры профилей, используемых по умолчанию, могут быть изменены в соответствии с потребностями заказчика путём расширения панели Mesh Generation (Построение сетки) с расширенными настройками. Применение в процессе построения сетки таких фильтров, как сглаживание, допуск на детали и заполнение дырок может облегчить выполнение следующих операций и ускорить последующую обработку сетки. Эти команды могут применяться по отдельности в процедурах, следующих за построением сетки.

#### 4. Последующая обработка

Последующая обработка (Post Processing) включает в себя каждую операцию, подразумевающую улучшение и доводку сетки. Её цель заключается в подготовке полной и свободной от изъянов 3D-модели, готовой к экспорту. Эти операции следует выбирать в зависимости от результата, который необходимо достичь, и они могут оказывать большее или меньшее влияние на 3D-модель (см. Рис. 52).

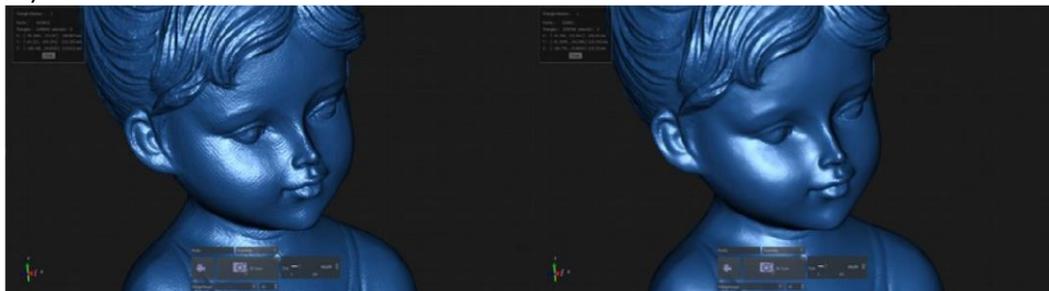


Рисунок 52: пример сетки до (слева) и после (справа) последующей обработки.

Меню команд будет доступно после выбора сетки.



Для ускорения и облегчения рабочего процесса команды последующей обработки организуются в следующем порядке, несмотря на то, что каждая команда может свободно применяться, и они могут также повторяться.

#### Получение разносторонней копии

Первая команда, использовать которую рекомендуется пользователю после построения сетки, является «Make Manifold» («Получить [разностороннюю копию](#)»). Данный инструмент автоматически решает возможные топологические проблемы, которые могут быть связаны с присутствием краёв треугольников, совместно использующих более двух граней. Этот инструмент будет также автоматически удалять все мелкие соединённые компоненты сетки, которые отделены от основного тела объекта, и которые рассматриваются, таким образом, как разделённые объекты. Данный инструмент является обязательным для подготовки модели к трёхмерной печати. Данную команду рекомендуется применять каждый раз, когда к сетке применяются операция удаления треугольников и заполнения отверстий (см. Рис. 53).



Рисунок 53: выбор, обрезка и применение команды «Make Manifold» («Получить [разностороннюю копию](#)»).

#### Обнаружение и устранение пересечения

Вторым шагом является команда «Detect and repair intersection» (Обнаружить и устранить пересечение). Данная функция, как и предыдущая команда, устраняет некоторые возможные топологические проблемы, в данном случае – те, которые связаны с треугольниками, которые пересекают другие треугольники поверхности сетки (см. Рис. 54).

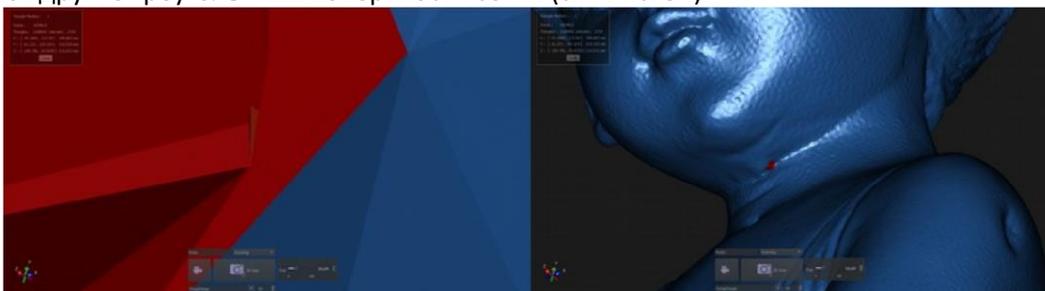


Рисунок 54: пример пересечения треугольников и его автоматическая фиксация командой.



При запуске данного инструмента будет открываться панель команд. Здесь можно выбрать, какой вид операции должен применяться к сетке: простой выбор пересекающихся треугольников, при котором пересекающиеся треугольники будут выделяться красным цветом; выбор и вырезание пересекающихся треугольников, при котором будут создаваться новые дырки; выбор вырезания и заполнения отверстий пересекающихся треугольников, при котором будут закрываться дырки при помощи автоматического заполнения. Для ускорения процедуры обработки рекомендуется выбирать третью опцию. В противном случае можно вырезать пересекающиеся треугольники с использованием второй опции, с тем, чтобы закрыть получившиеся дырки позднее.

### Заполнение дырок

Третьим инструментом, который должен использоваться, является «Fill Holes» («Заполнить дырки») – инструмент, который обнаруживает недостающие части на поверхности сетки и позволяет устранять их. Он автоматически заполняет недостающие данные поверхностью, состоящей из треугольников, которая распространяет информацию о находящейся поблизости форме и текстуре. Данная команда запускает сложный алгоритм (показан ниже), который позволяет получить 3D-модель, максимально приближенную к физическому объекту. После активации данного инструмента откроется окно со списком всех дырок в сетке (см. Рис. 55).

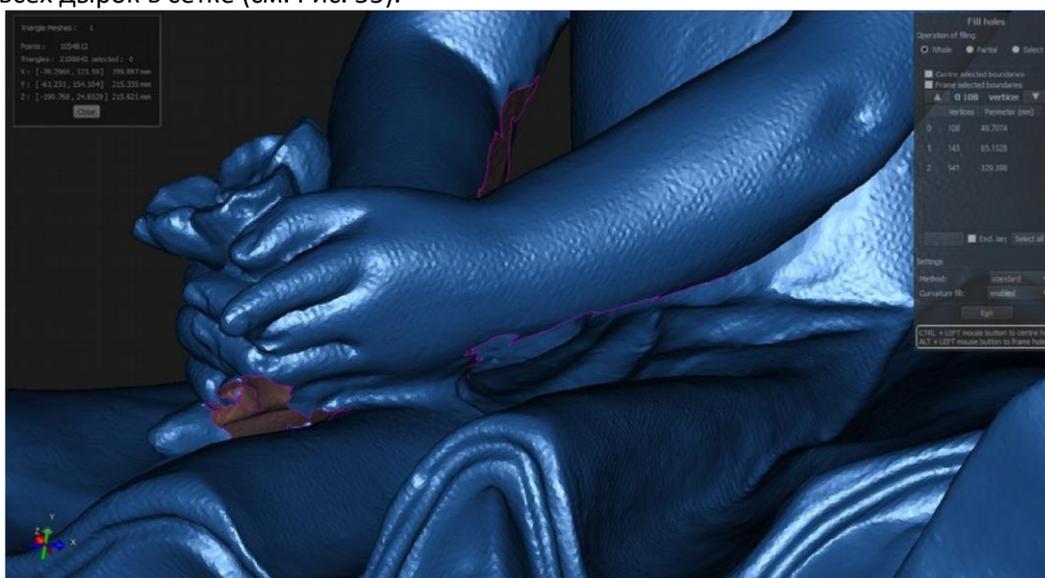


Рисунок 55: активация команда «Fill Holes» («Заполнить дырки»)

Для ускорения разработки последующей обработки рекомендуется выбирать все дырки в сетке щелчком по опции «Select all» («Выбрать всё»), а затем перейти к автоматическому заполнению дырок с использованием команды «Fill» (Заполнить) (см. Рис. 56).

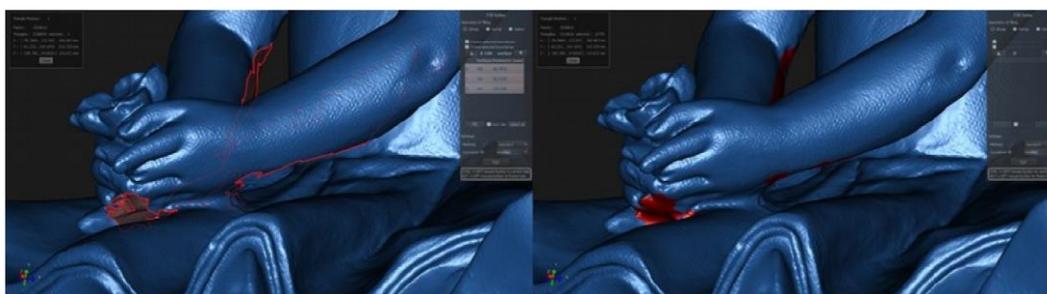


Рисунок 56: выполнение команды «Select all» («Выбрать всё»), а затем «Fill» («Заполнить»).

В противном случае можно выбрать единичную дырку или группу дырок щелчком по опциям в списке. При выборе опций «Centre selected boundaries» («Центрировать выбранные границы») или «Frame selected boundaries» («Выбранные границы кадра») будет легче найти дырки на сетке (см. Рис. 57).

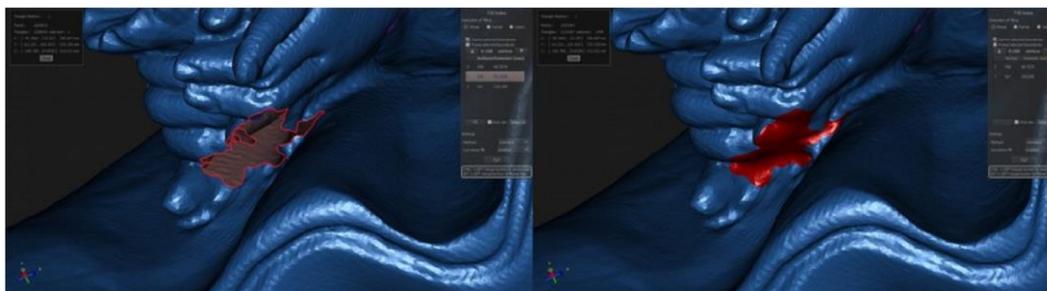


Рисунок 57: выбранная единичная дырка и результат команды «Fill» («Заполнить»).

Можно автоматически заполнять дырки, просматривая 3D-модель при помощи мыши и щёлкая мышью по границе дырки (см. Рис. 58).

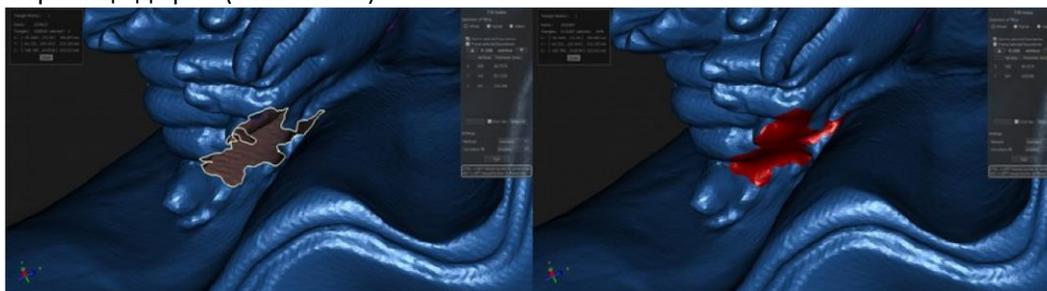


Рисунок 58: выбор периметра дырки и автоматическое заполнение щелчком по границе.

После выполнения данных шагов получается закрытая 3D-модель без изъянов. Такие данные уже являются действительно хорошим решением, и их можно экспортировать с одним из следующих расширений: .stl, .obj, .ply и .off .



## 5. Упрощение

В данном процессе, называемом «Simplification» («Упрощение»), собираются все шаги, выполняемые на сетке, которые упрощают данные (имеют тенденцию к их упрощению).

### Уменьшение шума на сетке

Когда на построенной 3D-модели имеются несовершенства поверхности, такие, как шероховатость или эффект оранжевой кожуры, фильтр, обычно определяемый как «снижение шума», может применяться для сглаживания поверхности. Данная операция выглядит подобно «цифровой наждачной бумаге»; в программе IDEA имеются три профиля сглаживания поверхности.

Пользователь может экспериментировать над тем, что они считают более полезным для конкретного объекта, который был оцифрован (см. Рис. 59).

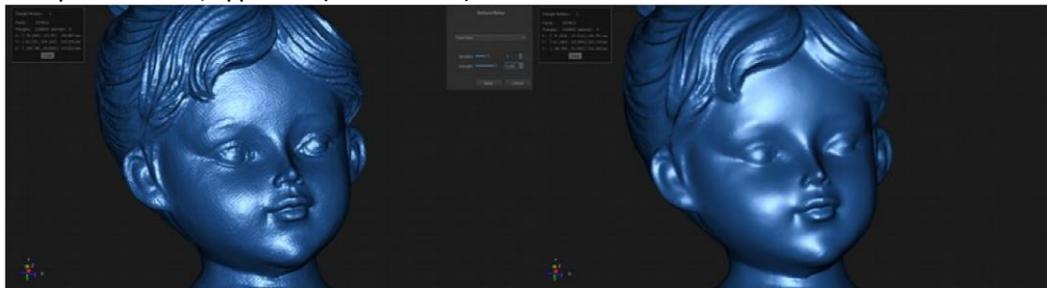


Рисунок 59: пример команды «Reduce Noise» («Снизить шум»), установленный на профиль «Free Form» («Свободная форма»), число итераций 5, сила 8.

**СОВЕТ:** При выборе какого-либо участка на поверхности сетки команда для снижения шума будет применяться только на выбранном участке (см. Рис. 60).

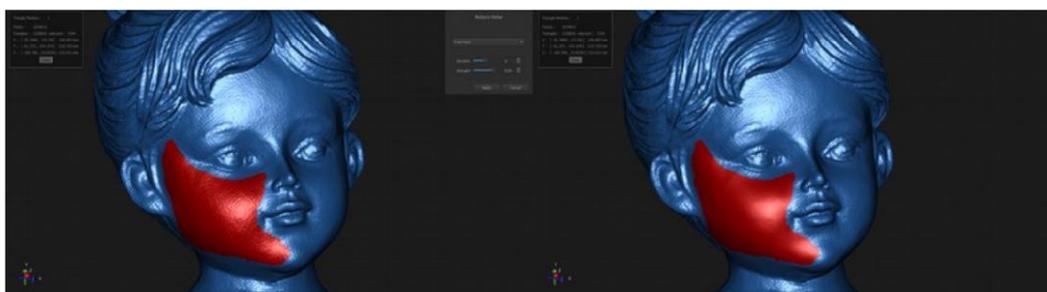


Рисунок 60: пример команды «Reduce Noise» («Снизить шум»), выполненный на выбранном участке объекта.

### Упрощение сетки

Программа IDEA содержит инструмент, обеспечивающий возможность интеллектуального уменьшения количества треугольников сетки; данная операция может выполняться с установкой допустимого предела, гарантирующего, что упрощённая 3D-модель не отличается от оригинальной модели более, чем на данную величину.

Рекомендуется использовать команду на прореживание для получения файла более поддающегося управлению, файла, который быстрее разрабатывается с использованием инструментов последующей обработки и меньшего размера, что облегчает передачу по интернету и уменьшает пространство, занимаемое на жёстком диске, без потери деталей 3D-модели (см. Рис. 61).

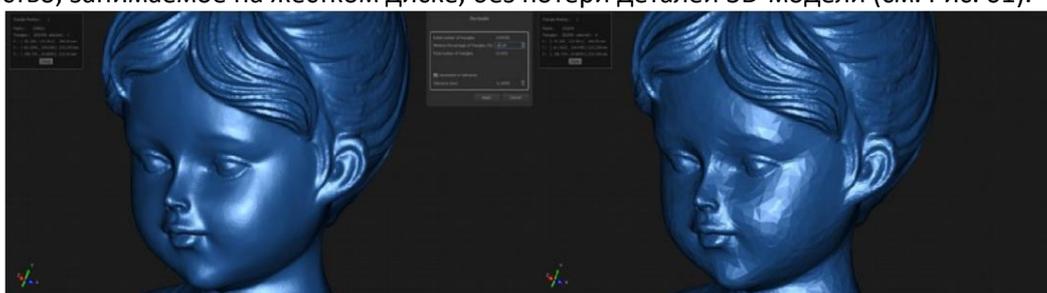


Рисунок 61: пример упрощения сетки.

**СОВЕТ:** Предполагается, что процедуры упрощения применяются не только после выполнения процедуры последующей обработки. Стратегически полезным является выполнение данной операции упрощения перед завершением и закрытием сетки, помня об окончательном назначении файла, который создаётся и моделируется. Например, прореживание, которое выполняется с начала рабочего процесса со знанием максимального количества треугольников, может ускорить работу и сократить машинное время, требуемое для заполнения дырок и выполнение другой процедуры последующей обработки.



## Часть III – настройки компьютера с системой Scan in a Box

В данном руководстве определяются настройки, которые необходимо выбрать на компьютере для обеспечения надлежащего функционирования системы Scan in a Box.

### Проектор

На панели «Screen resolution» («Разрешение экрана») (щелчок правой кнопкой мыши по фону рабочего стола, разрешение экрана) правильными настройками для проектора являются «Resolution» («Разрешение»): 1280x800» и «Multiple displays» («Несколько дисплеев»): Extend these displays» («Расширить данные дисплеи») (см. Рис.

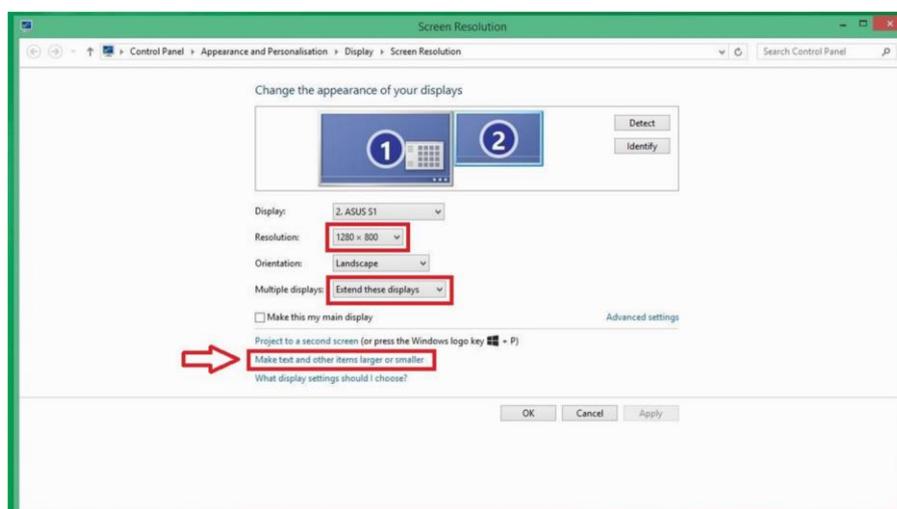


Рисунок 62: настройка разрешения второго монитора.

Выбрать «Make text and other items larger or smaller» («Изменение размеров текста и других элементов»), а затем «Let me choose one scaling level for all my displays» («Изменение размеров всех элементов») и знак «Smaller – 100%» («Меньше – 100%») (см. Рис. 63)

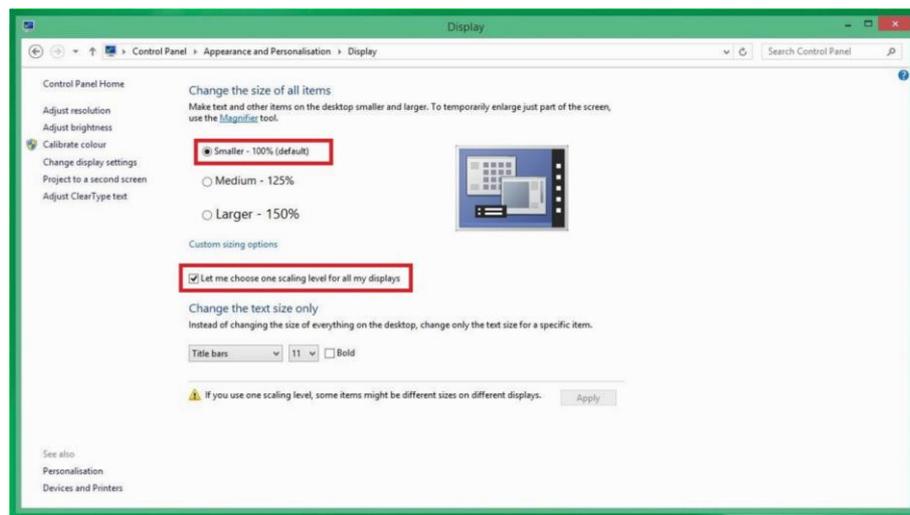


Рисунок z e 63632: внешний вид и персонализация дисплея.

Для ввода в силу данных изменений необходимо выйти из учётной записи пользователя и войти в неё снова.

В операционной системе Windows 10 выход необходимо производить специально, тогда как в более старых версиях данной операционной системы Windows он будет предлагаться автоматически во всплывающем меню.

## Камеры

### Правильное распознавание камер

Для проверки подключения камер и их правильного распознавания необходимо открыть меню «Диспетчер устройств», и при раскрытии опции «USB-контроллер (универсальная последовательная шина)» в списке должны отобразиться два устройства «uEye UI-154xLE Series» (см. Рис. 64).

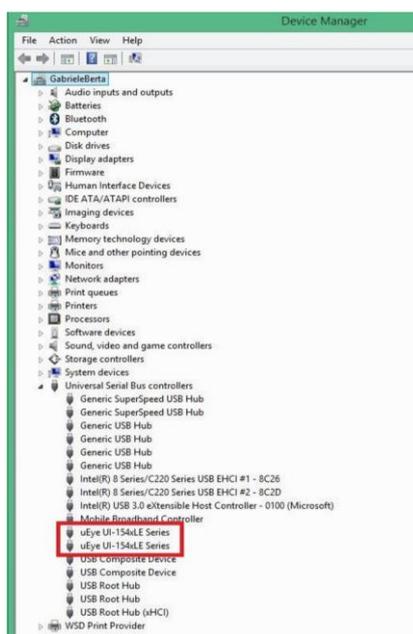


Рисунок 64: распознавание камер в «Диспетчере устройств»

При отсутствии камер в данном списке, имеют место проблемы с подключением. Некоторыми из возможных причин являются:

- неподходящая подсистема USB;
- неправильная установка драйверов;
- неправильное подключение или неисправность USB-кабелей;
- неисправность камер.

При возникновении такой ситуации необходимо убедиться, что компьютер соответствует требованиям к подсистеме USB (обеспечивается ток питания 500 мА), что часто является проблемой для переносных компьютеров; выполнить полную переустановку программы IDEA, таким образом, чтобы все требуемые драйверы были установлены; если устранить проблему не удастся, обратиться в службу поддержки системы «Scan in a Box».

### Оптимальные настройки камеры

USB-контроллер, установленный на некоторых персональных компьютерах, не позволяет достичь наилучших эксплуатационных характеристик в процессе получения изображений, что приводит к замедлению работы, как в режиме сканирования, так и в режиме реального времени. В данной



ситуации может оказаться полезным выполнение данных шагов для оптимизации передачи данных между компьютером и сканером.

Для обеспечения оптимального питания камер необходимо открыть панель «Power options» («Электропитание») через меню «Start» («Пуск») и выполнить шаги конфигурации, как показано на приведённых ниже рисунках (см. с Рис.65 по 69):



Рисунок 65: поиск опции «Power options» («Электропитание») через меню «Start» («Пуск»).

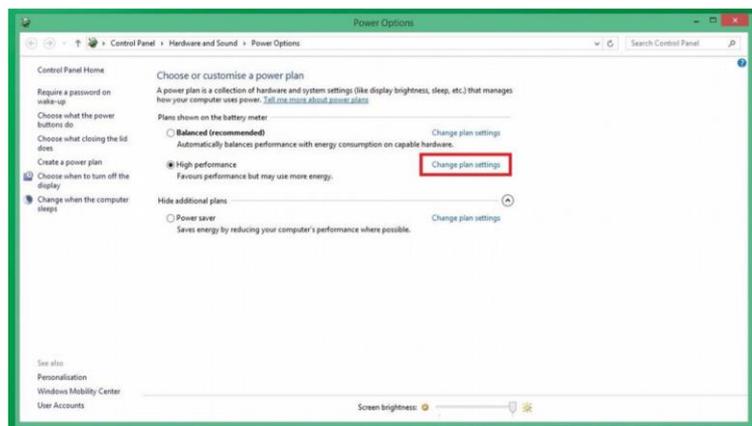


Рисунок 66: изменение параметров электропитания.

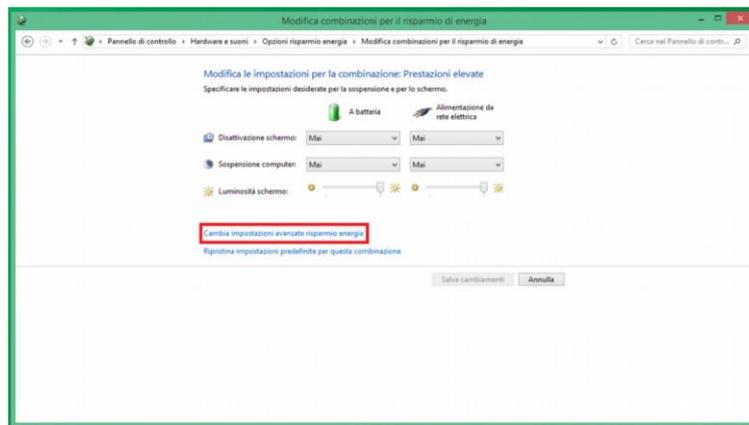


Рисунок 67: изменение дополнительных параметров электропитания.

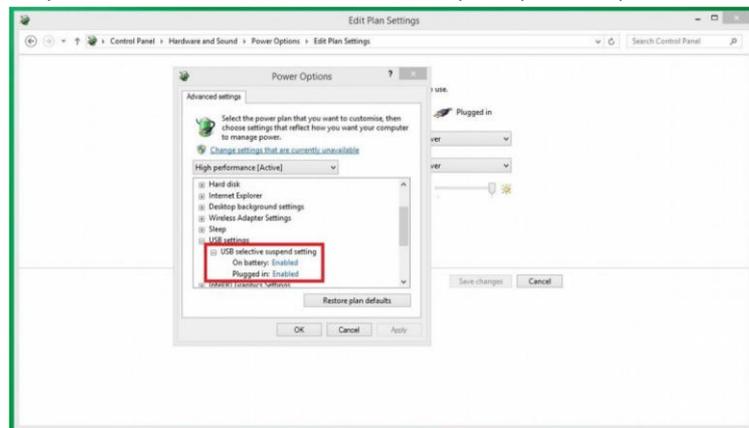


Рисунок 68: параметр избирательного временного отключения USB-порта.

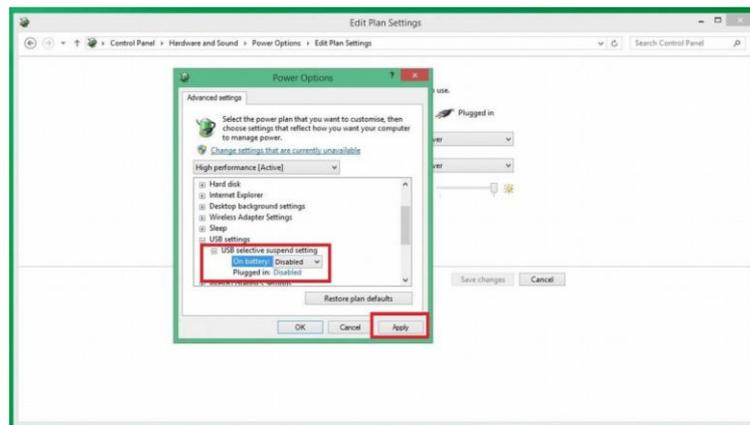


Рисунок 69: Установка выпадающего меню в состоянии «Disabled» («Запрещено»).

Изменить параметр в выпадающем меню на «Disabled» («запрещено») и подтвердить операцию щелчком по кнопке «Apply» («Применить»).

### Оптимизация передачи данных

Открыть файловый менеджер операционной системы Windows и перейти к следующему каталогу: C:\Windows\System32 (см. Рис.70)

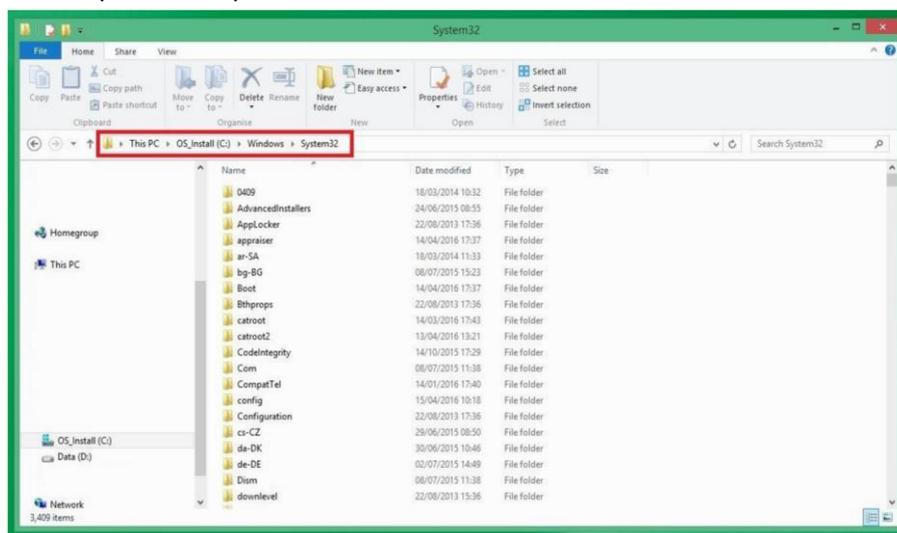


Рисунок 70: Каталог System32 в файловом менеджере

В верхней правой строке поиска ввести текст «IdsCameraManager.exe» (см. Рис.71).

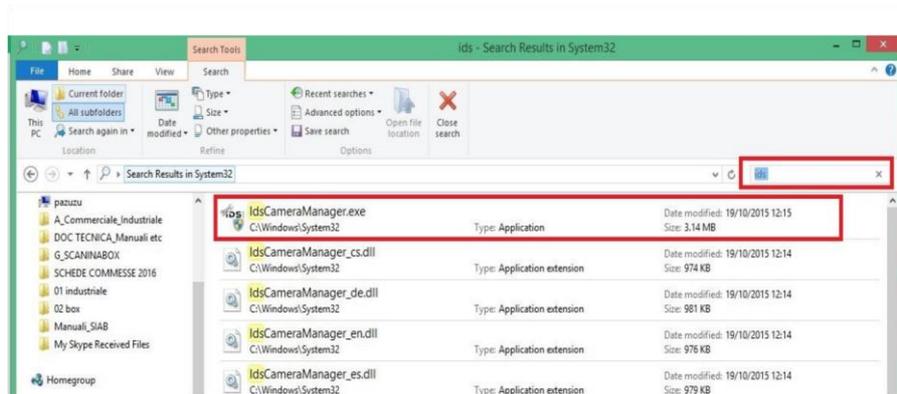


Illustration 71: Search for IdsCameraManager.

При двойном щелчке по данному значку программа будет запущена, и появится окно, содержащее список камер, подключённых к системе (см. Рис.72).



Рисунок 72: IdsCameraManager

Выбрать «Additional functions» («Дополнительные функции») и щёлкнуть по двум опциям «Disable (battery power)» («Отключить (батарейное питание)») и «Disable (mains power)» («Отключить (сетевое питание)») в окне «CPU Idle states» («Состояние простоя центрального процессора»). Установить «Bulk transfer size» («Размер групповой пересылки») на 128 кБ (см. Рис. 73).

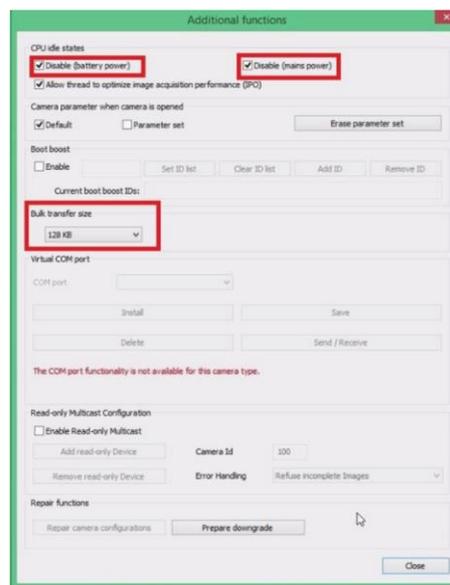


Рисунок 73: расширенные настройки пересылки данных

Для ввода в силу данных изменений перезагрузить компьютер.

### Графический адаптер

#### Графические адаптеры Nvidia

Описанная ниже конфигурация действительна только для графических адаптеров Nvidia.

Рекомендуется использовать самый последний стабильный выпуск графических драйверов 3D-приложений (драйверы, сертифицированные лабораториями WHQL).

Открыть панель управления Nvidia (щёлкнуть правой клавишей мыши на фоне рабочего стола) (см. Рис. 74).

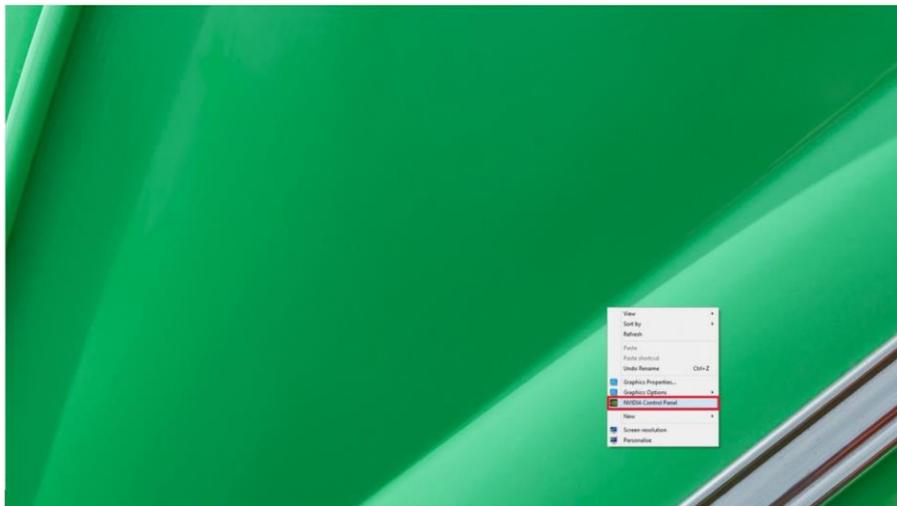


Рисунок 74: Панель управления Nvidia активируется контекстным меню рабочего стола.

Во вкладке «Manage 3d settings» («Управлять 3d-настройками») выбрать «Add» («Добавить») для создания нового персонализированного профиля для программного обеспечения IDEA, используя следующие настройки (см. Рис. 75):

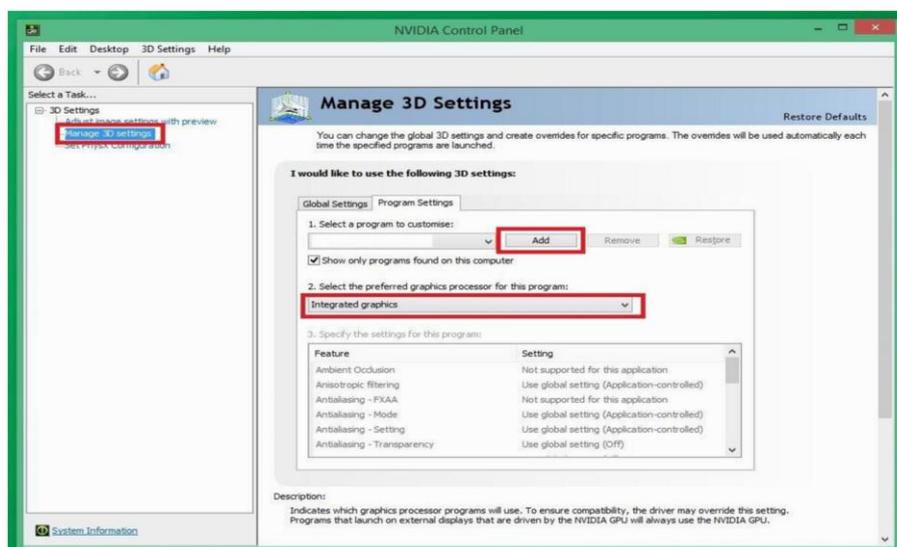




Рисунок 75: управление 3d-настройки

Добавить программное обеспечение, указывающее путь, куда должно быть установлено программное обеспечение IDEA, обычно C:\Program Files\IDEA 1.0 (см. Рис. 76)

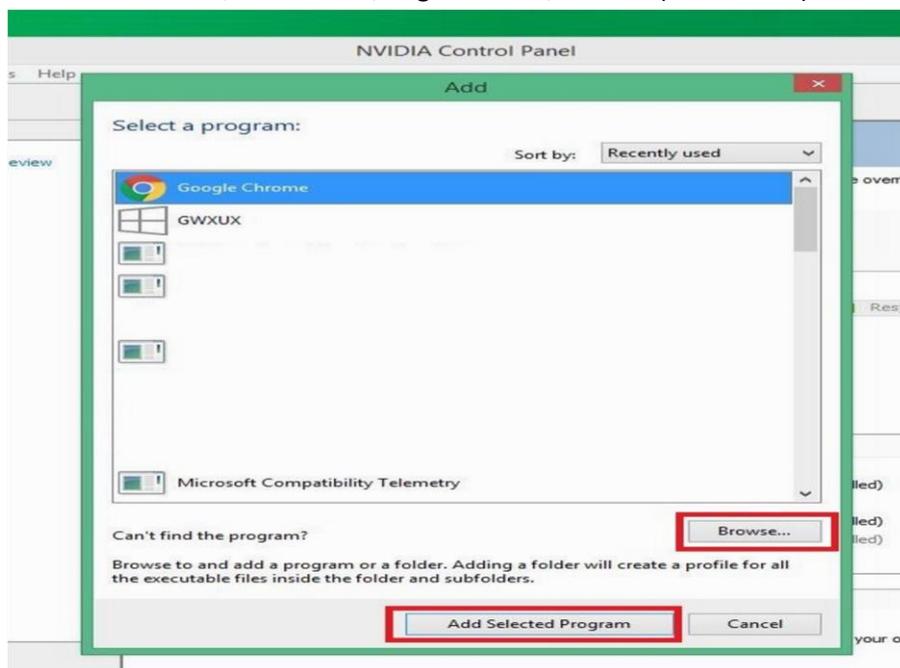


Рисунок 76: Добавить приложение в новом персонализированном профиле.

Если программное обеспечение IDEA ранее уже запускалось, оно уже может находиться в списке программ (см. Рис. 77).

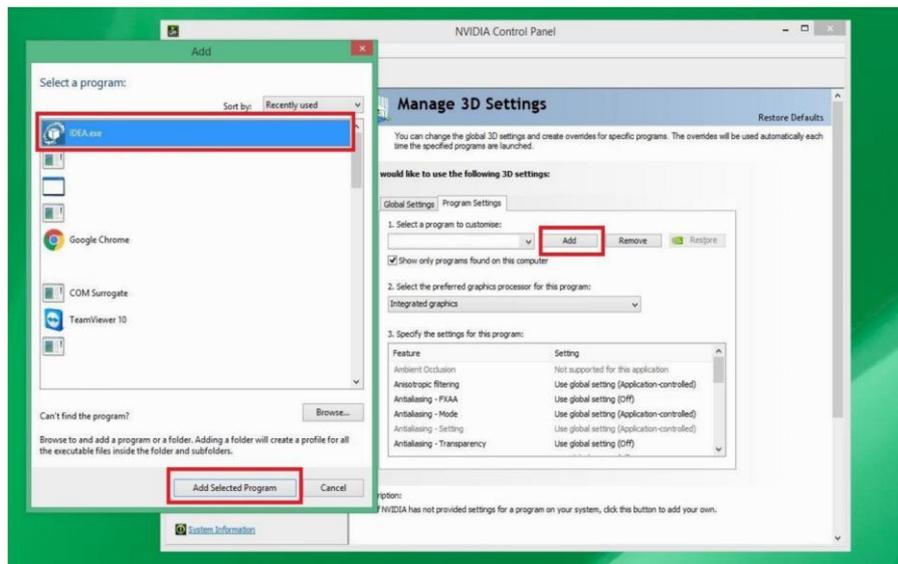


Рисунок 77: Выбор IDEA в пользовательском профиле

В противном случае выбрать «IDEA.exe» и подтвердить выбор щелчком по «Open» («Открыть») (см. Рис. 78).

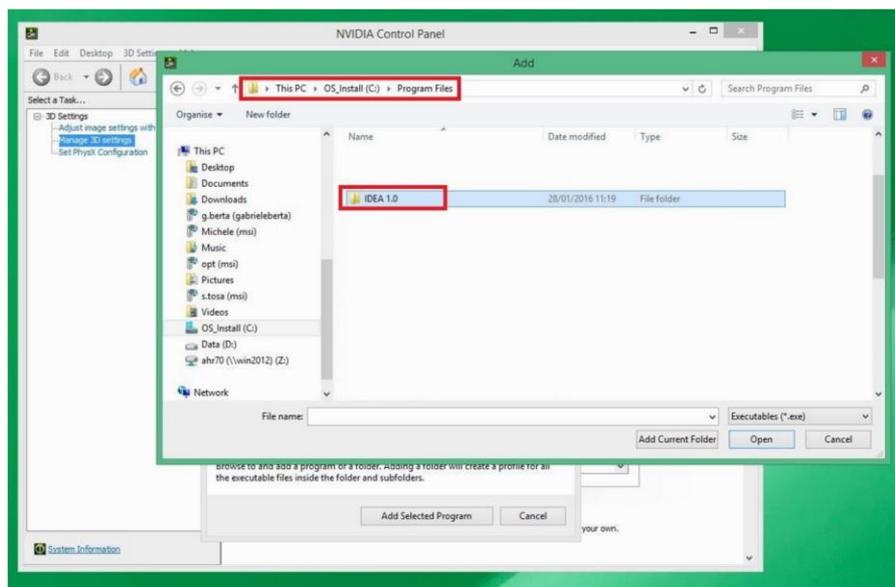


Рисунок 78: выбор IDEA путём указания на диске персонализированного профиля.



Установить предпочитаемый графический процессор на «High performance Nvidia processor» (Высокопроизводительный процессор Nvidia) и подтвердить выбор щёлчком на кнопке «Apply» (см. Рис. 79).

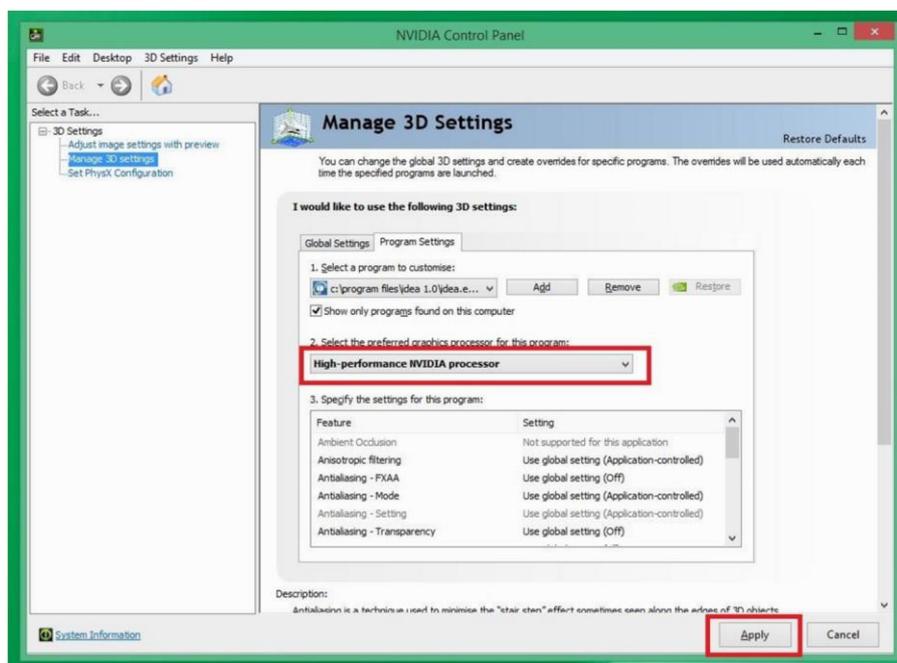


Рисунок 79: Связь высокопроизводительного процессора Nvidia с программным обеспечением IDEA.

Для получения доказательства правильности выполнения данного процесса, запустить IDEA. В меню «Rendering» «Визуализация предметов» (Tools→Options→Rendering («Опции»→«Инструменты»→«Визуализация предметов»)) проверить, чтобы соответствующие графические адаптеры были правильно отображены на панели (см. Рис. 80).

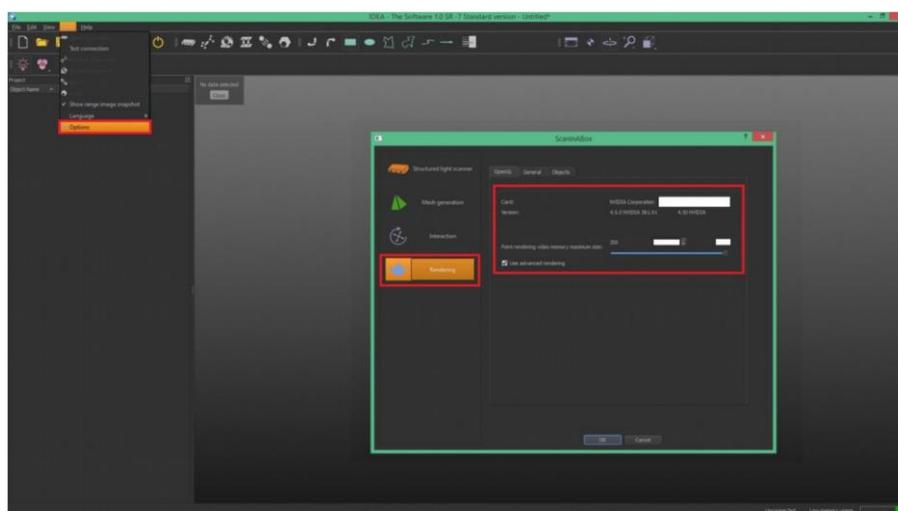


Рисунок 80: панель опций визуализации предметов в программном обеспечении IDEA

### Графические адаптеры других марок

Не рекомендуется использовать графические адаптеры иных марок, помимо Nvidia. При возникновении проблем с визуализацией следует отменить выбор «Use advanced rendering» («Использовать расширенную визуализацию изображений») из панели опций «Rendering» («Визуализация изображений») в программном обеспечении IDEA (см. Рис. 80).