

# ScanCenter NG

Сканирование и обработка

# 2020.1

Сканирование	3
Требования к сканируемому объекту	3
Принцип и методы сканирования	3
Создание нового проекта	4
Определение правильного расстояния до объекта	4
Настройка выдержки камер	5
Автоматический расчет экспозиции	6
Выбор разрешения камер	7
Область сканирования	7
Запуск и остановка сканирования	8
Сканирование фона	8
Просмотр модели	8
Удаление и восстановление сканов	9
Сканирование без маркеров	10
Сканирование с использованием маркеров	11
Сканирование на поворотном столе	14
Сканирование с текстурой	17
Отслеживание колебаний	18
Обработка	19
Просмотр модели	19
Функции редактирования	20
Система восстановления	22
Совмещение сканов	23
Примеры последовательности операций сшивки	28
Создание единой модели	29
Упрощение модели	33
Отсечение плоскостью	34
Масштабирование модели	35
Модели с текстурой	36
Сохранение результатов	37
Режим редактора	37
Измерения	38
Построения геометрии	38
Система координат	42
Виджет измерения	43

# Сканирование

## Требования к сканируемому объекту

Сканер анализирует отраженный от поверхности объекта структурированный подсвет, поэтому сканирование должно проводиться в помещении без прямого солнечного света, а также пыли и вибраций. По этой же причине невозможно или сильно затруднено сканирование таких объектов, как :

- слишком темные и черные объекты,
- прозрачные объекты,
- зеркала,
- бликующие и глянцевые объекты,
- мех.

Для работы с подобными объектами рекомендуется перед сканированием производить их обработку специальными аэрозольными составами, которые после высыхания оставляют очень тонкий слой белого порошка: HELLING Проявитель U89, Sherwin D-100, Проявитель ПС-33.



Не допускается использование спрея вблизи сканера, т.к. это может привести к выходу из строя оборудования. Такое повреждение не будет считаться гарантийным случаем.

Также существуют определенные сложности при сканировании объектов с острыми гранями, с глубокими пазами или отверстиями, тонкостенных объектов. К проблемным можно отнести объекты, содержащие участки большой контрастности (например, черная надпись на белой бумаге). В местах с сильным контрастом возможны геометрические искажения.

## Принцип и методы сканирования

При съемке одного фрагмента (скана) получается трехмерная модель участка поверхности объекта. Для создания полноценной модели объекта нужно получить участки поверхностей, в своей совокупности повторяющие форму объекта, т.е. отсканировать объект с разных ракурсов.

Полученные фрагменты программно объединяются по геометрии поверхности, отсюда вытекает еще одно требование – объект должен быть жестким и не менять свою форму за все время сканирования. В противном случае геометрия одного и того же участка поверхности объекта на разных сканах может отличаться, и объединить фрагменты в единое целое не получится.

В 3D-сканере Rangevision реализовано 3 варианта сканирования, которые отличаются в первую очередь методом совмещения фрагментов:

- сканирование без использования маркеров,
- сканирование с использованием маркеров (меток),
- сканирование на поворотном столе (опция).

## Создание нового проекта

Для создания нового проекта перейдите на **Начальный экран** и выберите требуемый тип проекта в меню **Новый проект**:

- простой проект,
- проект с маркерами,
- проект на поворотном столе.

По умолчанию проекты сохраняются в C:\Users\\*Имя пользователя\*\Documents\RV\_ScanCenter Scans.

Изменить эту директорию можно в меню **Параметры → Программы**.

После создания проекта укажите, требуется ли включение захвата текстуры. Сканирование с текстурой невозможно при использовании технологии Blue light.

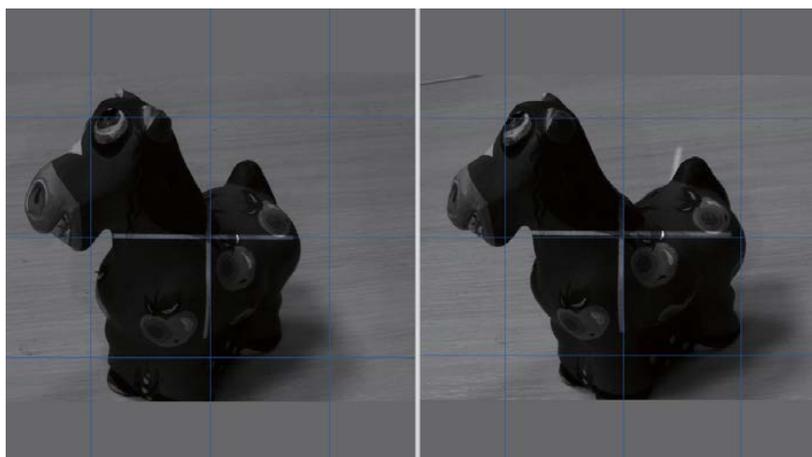
Также укажите, нужно ли понижение разрешения камер при сканировании.



Выбирая место сохранения проекта, учитывайте большой объем данных сканирования.

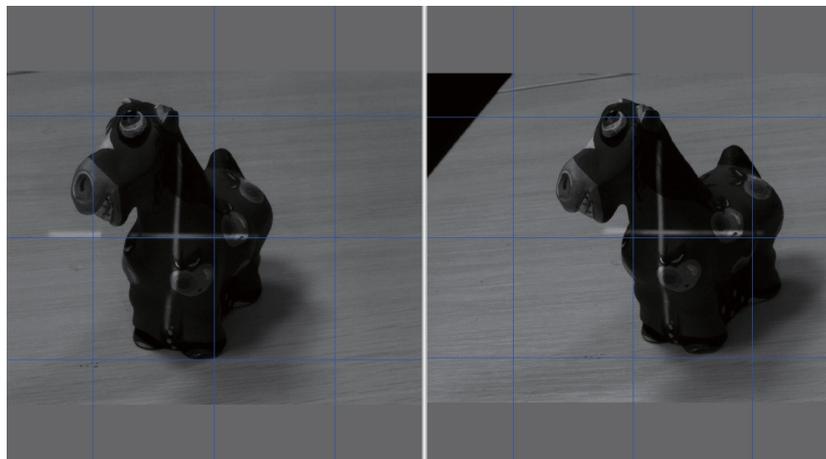
## Определение правильного расстояния до объекта

Установите объект перед сканером таким образом, чтобы объект был жестко закреплен и не двигался во время сканирования.



Найдите правильное расстояние до объекта при помощи проецируемого креста. Если крест совпадает с синей разметкой на камерах – значит вы выбрали правильное расстояние (см. рис. ниже).

Если крест не совпал с разметкой – расстояние до объекта больше или меньше требуемого и результат сканирования может быть неудовлетворительным.



При настройке, переноске или калибровке не рекомендуется брать за передний профиль сканера, где установлены камеры. Малое изменение положения может привести к разориентированию.

Если объект не помещается целиком в область сканирования, нельзя отдалять сканер. Отсканируйте объект в нескольких положениях, например, верхнюю и нижнюю части по отдельности, а затем объедините эти части, или настройте сканер на большую зону сканирования.

## Настройка выдержки камер

Установив объект на заданное расстояние, включите режим подсвета **Линии и полосы**. Регулируя экспозицию камер (ползунок в панели инструментов), добейтесь максимального значения экспозиции, при котором не появляются красные точки на изображениях линий. Области изображения, не принадлежащие объекту сканирования, не имеют значения.

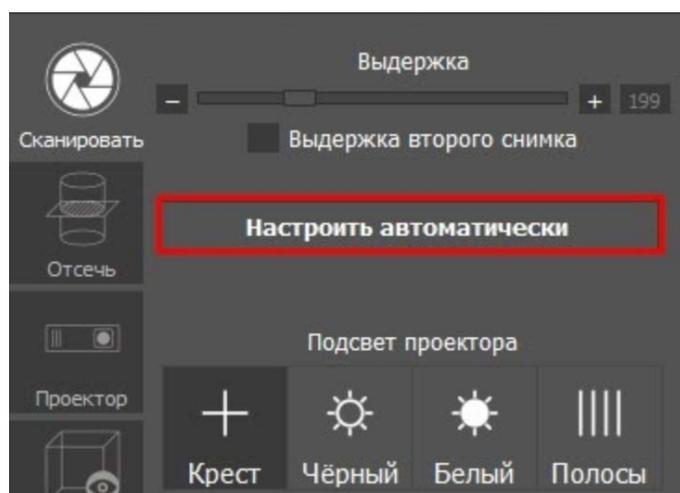
При сканировании контрастного объекта рекомендуется включить режим контрастной экспозиции. Для этого установите значение экспозиции, соответствующее съёмке светлых областей, а после нажмите **Опции** и поставьте галочку напротив **Сканирование контрастной поверхности** и установите ползунок в положение, соответствующее съёмке тёмных областей.



В зонах пересвета (отмечены красным на изображениях с камер) расчет модели не производится. Регулировка производится только программно! Кольцо диафрагмы на объективах трогать нельзя – это приведет к раскалибровке.

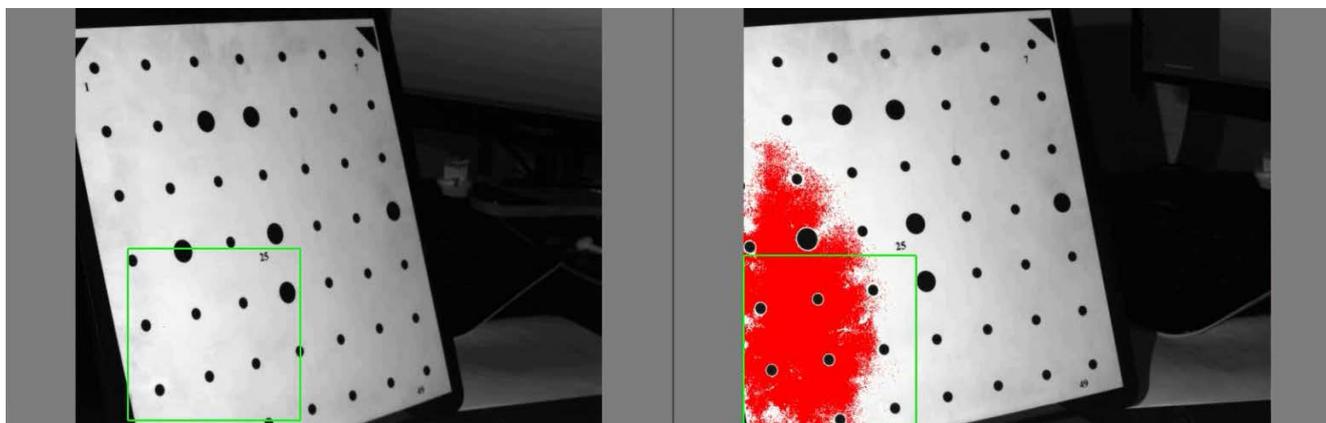
## Автоматический расчет экспозиции

Данный алгоритм разработан для упрощения подбора оптимальной выдержки исходя из текущих условий освещённости, ракурсов съемки и самой текстуры поверхности объекта.



В меню **Сканирование** нажмите **Настроить автоматически**, после чего откроется диалоговое окно функции.

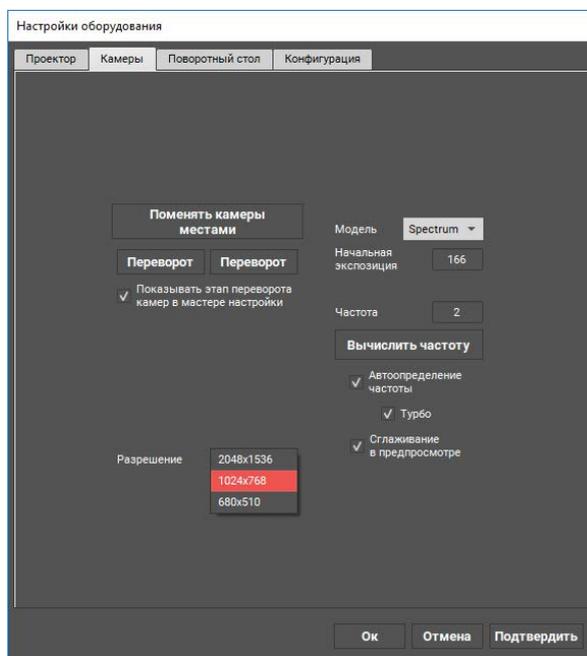
Далее с помощью мыши настройте размер области для оценки оптимальной выдержки так, чтобы нужная поверхность или объект сканирования помещались в неё и нажмите **Снять**.



Опцию автоматического расчета можно применять для одиночных сканов при меняющихся условиях или для всего проекта. Если внешние условия освещенности неизменны.

# Выбор разрешения камер

Для случаев, когда требуется повышенная скорость сканирования, а детализация сканов не так важна, в меню **Параметры оборудования** → **Камеры** имеется возможность понизить разрешение камер. Чем ниже разрешение камер, тем быстрее будет выполняться сканирование и тем меньше треугольников будут включать в себя полученные сканы.

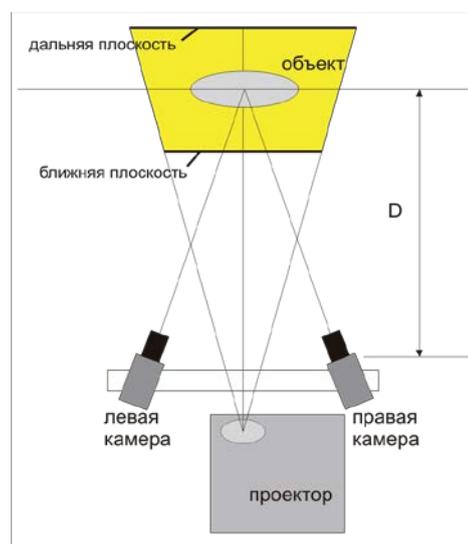


Пониженное разрешение актуально при сканировании больших гладких поверхностей, например, кузовов автомобилей.

## Область сканирования

Сканер строит 3D-модель только в пределах ограниченной области сканирования (желтая область на рисунке). Область сканирования ограничена ближней и дальней плоскостью по оси Z (глубина) при сканировании без поворотного стола, и диаметром и высотой цилиндра при сканировании на поворотном столе. Область сканирования задается в меню **Отсечение**. При открытии диалога опций плоскости и цилиндр отображаются на виде 3D-модели.

При сканировании на поворотном столе доступна функция **Пересчитать**, которая позволяет отсечь уже сделанные сканы текущим значением поверхностей отсечения.



# Запуск и остановка сканирования



Перед запуском сканирования необходимо убедиться, что объект находится на правильном расстоянии от сканера! Расстояние определяется с помощью режима подсвета “Крест”

Запустить сканирование можно кнопкой **Начать сканирование** в верхней панели инструментов. Вы можете остановить сканирование кнопкой **Остановить**. Для запуска и остановки сканирования можно использовать быструю клавишу **Пробел**.

## Сканирование фона

В случае, если в область сканирования попадают статичные поверхности, не относящиеся к объекту сканирования (например, поверхность, на которой размещён объект), они могут быть автоматически удалены с последующих сканов с помощью функции **Сканировать фон**. Сканирование фона выполняется без объекта, затем он располагается на рабочем расстоянии без изменения ракурса. Возможно повторное выполнение команды удаления фона, но только по одному кадру.

Отключить удаление фона можно, сняв галочку с пункта **Удалять фон при сканировании**.

## Просмотр модели



Если просмотру модели мешает какой-либо скан, его видимость можно отключить, сняв галочку в дереве напротив этого скана. Отключение видимости не удаляет скан из проекта.

Для отключения отображения текстуры на модели (при сканировании с текстурой) снимите галочку с пункта **Текстура** в меню **Вид**.

Действие	Средство
Вращение модели	Левая кнопка мыши
Вращение модели в плоскости экрана	Левая кнопка мыши по краям области просмотра
Приближение/Удаление	Средняя кнопка мыши (нажать на колёсико мыши)
Перемещение модели в плоскости экрана	Правая кнопка мыши

## Удаление и восстановление сканов

В программе доступно удаление сканов в корзину и удаление сканов с диска. После удаления в корзину объекты могут быть восстановлены с помощью функции **Менеджер проекта**, располагающейся под деревом проекта.

В менеджере проекта отображены все объекты, относящиеся к проекту, в том числе и удаленные в корзину. При выборе дополнительных сканов или при удалении в корзину имеющихся будет показано количество памяти, требуемое для загрузки объектов, или количество памяти, которое освободится при выгрузке.

Через менеджер проекта можно применить упрощение к сканам для экономии памяти. Для сброса упрощения, нужно отметить опцию **Перезагрузить без упрощения**. В таком случае сканы будут загружены в первоначальном виде (обработка будет потеряна).

Функция **Удалить с диска** удаляет без возможности восстановления. Обе функции удаления могут быть вызваны из контекстного меню при нажатии **ПКМ** на сканах в дереве.

Также, с помощью функции **Исходная геометрия** в контекстном меню можно сбросить обработку скана и загрузить его в первоначальном виде.

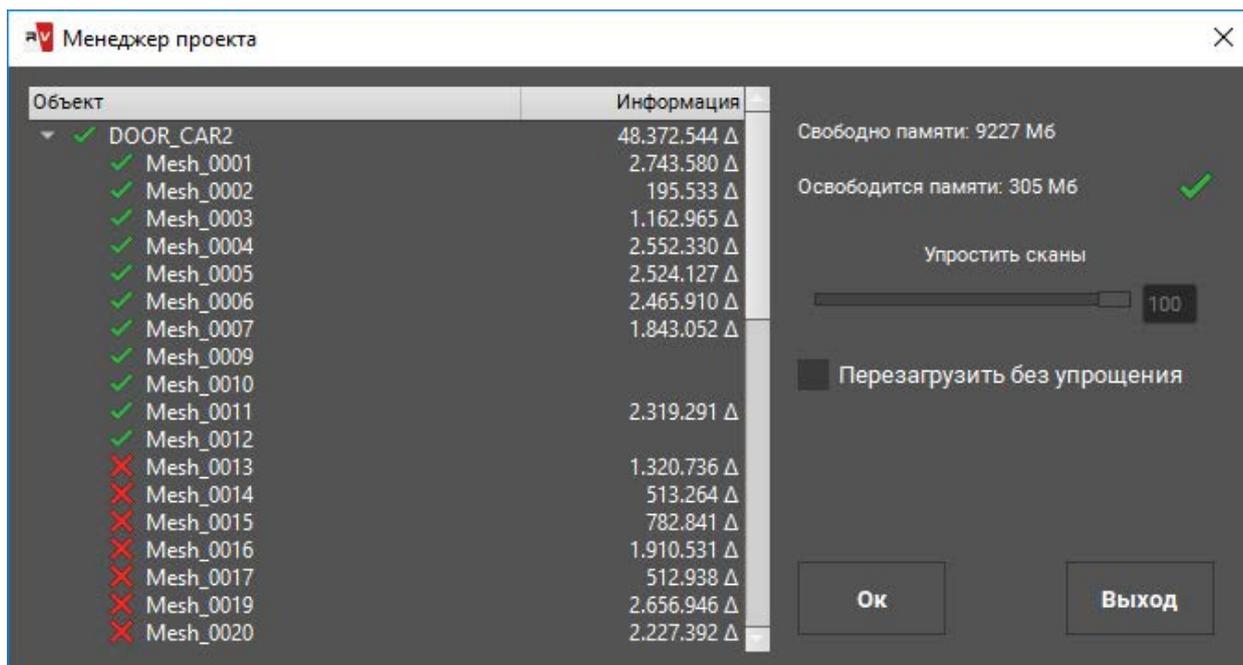
Функция **Исходное положение** возвращает скан в положение, которое он занимал после сканирования.

Скан	Память
<input type="checkbox"/> Mesh_0016	859.825 Δ
<input type="checkbox"/> Mesh_0017	877.562 Δ
<input type="checkbox"/> Mesh_0018	894.650 Δ
<input type="checkbox"/> Mesh_0019	1.138.222 Δ
<input type="checkbox"/> Mesh_0020	1.105.631 Δ
<input type="checkbox"/> Mesh_0021	756.311 Δ

Менеджер проекта

Поместить в новую группу
Удалить в корзину
<b>Исходная геометрия</b>
Исходное положение
Показать в центре
Переместить в начало координат
Удалить с диска

Поместить в новую группу
Удалить в корзину
Исходная геометрия
<b>Исходное положение</b>
Показать в центре
Переместить в начало координат
Удалить с диска



## Сканирование без маркеров

В этом режиме сканирования не используются вспомогательные средства, однако полученные фрагменты не объединены, и для их совмещения потребуется больше времени при обработке данных сканирования.

Этот метод используется для сканирования объектов, на которые нельзя наклеить маркеры или перемещать, например, музейные экспонаты.

Для этого требуется:

- подготовить объект (если необходимо),
- запустить ScanCenter NG,
- создать новый проект без меток или открыть существующий,
- с помощью креста определить правильное расстояние до объекта,
- настроить экспозицию камер, включив режим **Полосы и линии**,
- запустить сканирование.

Поставьте объект или сканер в другое положение и отсканируйте следующий фрагмент. Таким образом отсканируйте нужные участки поверхности. После окончания перейдите на вкладку **Обработка** для дальнейшей сшивки и обработки модели.

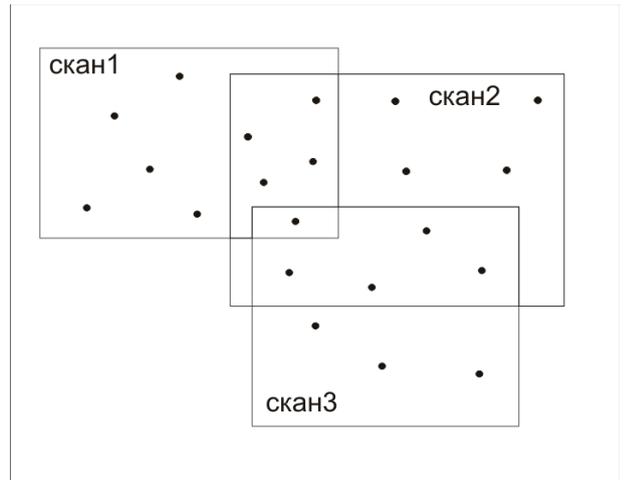
# Сканирование с использованием маркеров

Этот метод сканирования более удобен, чем сканирование без маркеров. Его суть заключается в том, что на объект или вспомогательную поверхность наносятся специальные круглые метки (маркеры).

Помимо построения поверхности объекта, в этом режиме сканер находит нанесенные метки, определяет размер и рассчитывает их координаты. Если на каждом следующем скане достаточно смежных меток с предыдущих, новый фрагмент автоматически устанавливается в нужное положение. Таким образом, все фрагменты автоматически образуют трехмерную модель объекта, упрощая дальнейшую обработку данных сканирования и ускоряя процесс получения 3D-модели.

Найденные метки образуют опорную сеть. Можно заранее создать опорную сеть маркеров, а затем отсканировать объект. При этом каждый скан будет подшиваться к опорной сети, а не к предыдущему скану, без необходимости перекрытия между ними. Из этого следует, что можно наклеивать на объект меньшее количество маркеров.

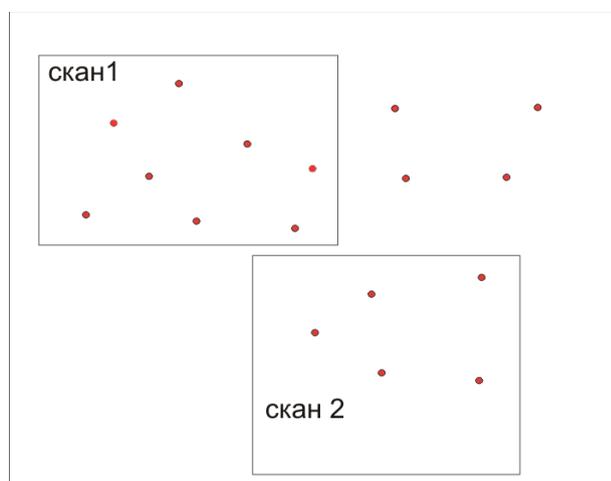
Опорная сеть может быть многократно использована, если вы пользуетесь вспомогательным объектом для сканирования (например, плита с метками). Опорная сеть может быть загружена в форматах [basegrid](#), [obc](#), [txt](#) из сторонних источников, например, из фотограмметрической системы, что позволяет сканировать большие объекты без значительной потери точности



При наклеивании маркеров на сам объект желательно выбирать плоские участки. В этом случае в полученной модели можно будет вырезать участок с меткой и аккуратно заполнить образовавшуюся пустоту.

Использование темной поверхности, которую сканер “не видит”, упростит отделение лишних фрагментов при обработке модели.

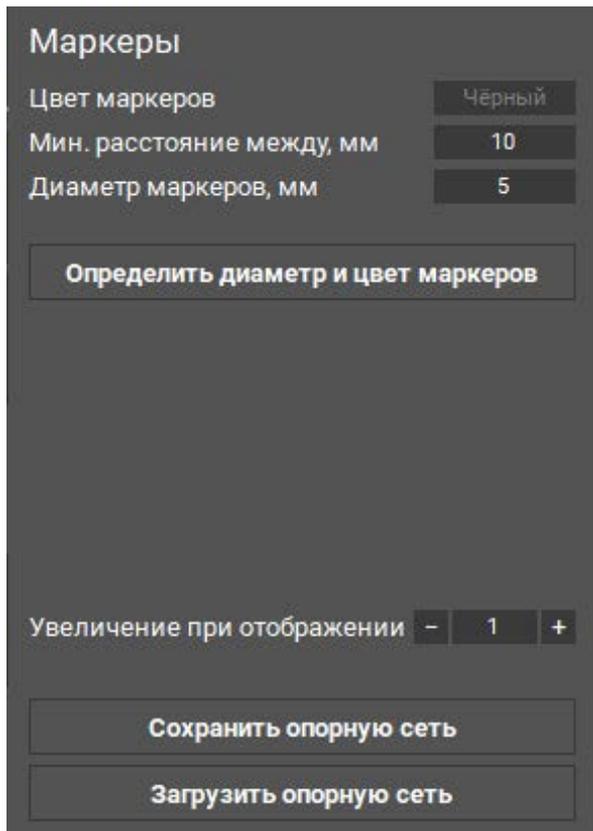
Пример вспомогательной поверхности – плита с метками.



Маркеры следует клеить как можно более хаотично! Следует избегать выраженных закономерностей или узоров, так как это может спровоцировать неправильное отождествление маркеров. При использовании вспомогательной поверхности, объект не должен перемещаться относительно маркеров во время сканирования!

Размер и тип маркеров вводится при создании проекта, изменить их можно в меню **Маркеры**.

Процесс сканирования:



1. Наклейте маркеры на объект или вспомогательную поверхность.
2. Подготовьте объект для сканирования (если требуется), создайте новый проект с метками или откройте существующий.
3. Если опорная сеть 3D-точек уже создана – загрузите ее через меню **Маркеры** → **Загрузить опорную сеть**.
4. С помощью подсвета в режиме **Крест** определите правильное расстояние до объекта.
5. Настройте выдержку камер с помощью ползунка.
6. Если требуется создать только опорную сеть, поставьте галочку **Только маркеры** в меню **Сканирование**.
7. Запустите сканирование.
8. Поставьте объект/сканер в следующее положение и запустите сканирование. Не меняйте положение объекта относительно меток! Для того чтобы просмотреть все сканы, щелкните мышкой на названии проекта.

Найденные маркеры могут быть следующих цветов в области просмотра модели:



Маркер найден на нескольких сканах (надежный)



Маркер найден один раз (ненадежный)



Маркер опорной сети



Если маркеров на новом скане оказалось недостаточно (меньше трех) или по ним не удастся подшить скан к уже существующим маркерам, возникает сообщение об ошибке и такой скан считается неудачным.



При сканировании крупных объектов от частого перемещения сканера через какое-то время возможны случаи ненахождения меток. Необходимо выполнить ориентирование.

- отсканируйте объект со всех требуемых сторон, визуально следя за правильностью совмещения сканов в области просмотра модели,
- перейдите в режим **Обработка** для дальнейшей обработки, либо создайте новый проект для сканирования объекта с другой стороны.

## Сканирование на поворотном столе

Сканирование на поворотном столе осуществляется без меток. Объект сканирования устанавливается на платформе стола и автоматически сканируется с нескольких ракурсов, что ускоряет процесс получения 3D-модели

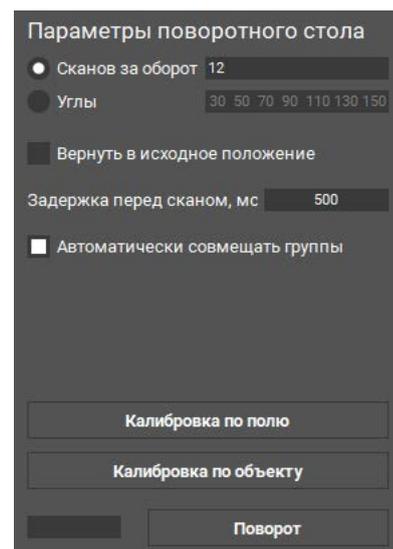
Перед сканированием на поворотном столе необходимо выполнить калибровку оси поворотного стола. Осуществить калибровку можно двумя способами:

- по геометрии объекта,
- по калибровочному полю.

Порядок сканирования на поворотном столе с калибровкой оси стола **по калибровочному полю**:

1. Создать новый **проект на поворотном столе** или открыть существующий.
2. Установить объект по центру платформы стола.
3. Разместить поворотный стол относительно сканера так, чтобы объект при сканировании находился на оптимальном расстоянии.

4. Установить оптимальное значение экспозиции.
5. Установить количество сканов на полный оборот стола в поле **Позиций**, либо задать набор углов поворота в градусах в строке **Углы**.
6. Снять объект сканирования с платформы стола и установить на его место калибровочное поле на размер меньше использованного при калибровке сканера. Для зоны сканирования №4 используйте специальное поле **“Для оценки оси”**.
7. Зайти в меню **Отсечение**, установить параметры отсечения области сканирования исходя из размеров объекта сканирования.
8. Нажать кнопку **Калибровка по калибр. полю** в меню **Поворотный стол**.
9. Аккуратно убрать поле и поставить обратно объект на столик, не меняя положение сканера относительно стола
10. **Начать сканирование**.
11. После окончания сканирования перейти в **Обработку**.



При сканировании на поворотном столе с калибровкой оси стола **по геометрии объекта** последовательность шагов та же. Нужно нажать кнопку **Калибровка по объекту** в меню **Поворотный стол**, далее сделать скан стола и окружения без объекта, нажав **Сканировать фон**. После этого поставить объект на стол в нужное положение и нажать **Калибровка**.

Для того, чтобы калибровка оси поворотного стола по геометрии объекта прошла успешно, объект должен иметь четко выраженную поверхность, не содержащую повторяющихся участков. Для сканирования гладких, симметричных сферических и цилиндрических объектов используйте калибровку оси поворотного стола **по калибровочному полю**.



Оптимальное количество положение столика — 8-12. При увеличении числа положений возможно создание избыточного числа фрагментов объекта, что приведет к более долгой обработке.



# Сканирование с текстурой

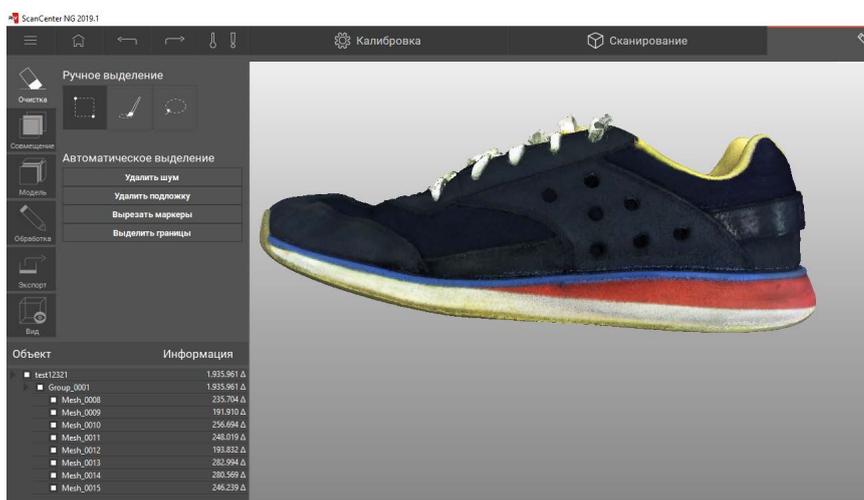
При выборе на этапе создания проекта режима сканирования с текстурой, во время выполнения каждого скана, объект будет подсвечиваться специальным цветным подсветом, а на 3D-модель накладываться “фотография” с информацией о цвете поверхности объекта.

Если цвет получаемой модели и цвет сканируемого объекта существенно отличаются (другие оттенки и цвета, слишком яркое или темное изображение), необходимо выполнить оценку баланса белого и яркости снимка текстуры.

Для этого зайдите в меню **Текстура** и нажмите **Вычислить автоматически**.

Для автоматического расчета оптимальных значений экспозиции, яркости подсвета проектора и баланса белого нужно выполнить снимок калибровочного поля или белого листа бумаги, установленного перед сканером на рабочем расстоянии таким образом, чтобы в зеленой области в центре изображения с камер была только белая поверхность.

Чтобы оценить правильность цветопередачи, можно воспользоваться функцией **Пробного снимка текстуры**. Эта функция отображает цветной снимок с камер с текущими настройками захвата текстуры.



# Отслеживание колебаний

Во время сканирования в любом режиме могут возникать колебания - перемещение сканера или объекта оцифровки в процессе выполнения цикла проекции контрастных полос, ведущее к появлению артефактов на поверхности сканов.

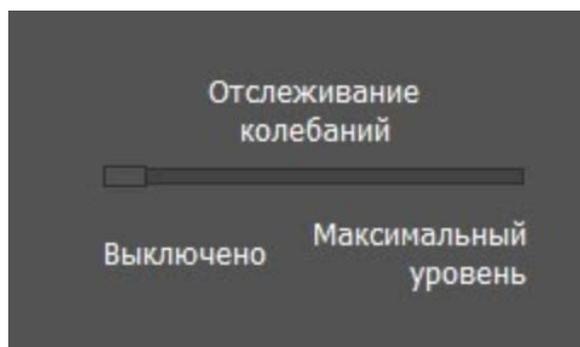
Опция **Отслеживание колебаний** предназначена для фильтрации кадров сканирования при обнаружении движения. При обнаружении вибраций проекция останавливается и её нужно повторить вновь, исключив фактор вибраций. Таким образом, сканы с артефактами исключаются, и повышается качество и стабильность результатов сканирования в целом.

Функция работает в двух разделах программы.

В режиме **Калибровка** отслеживание колебаний включено постоянно для всех типов сканеров. Это реализовано для повышения контроля над точностью результатов калибровки.

В режиме **Сканирование** по умолчанию отслеживание колебаний выключено, и пользователю предоставляется самому принять решение о необходимости включения и выборе чувствительности на основе изучения результатов сканирования в каждом случае индивидуально.

Опция расположена в меню **Параметры оборудования** → **Камеры**.



Установленные пользователем настройки отслеживания колебаний сохраняются и переходят в новый проект.

# Обработка

## Просмотр модели

После загрузки проекта в области просмотра будут отображены загруженные сканы. В дереве появится папка с названием проекта.

Перемещение вида (камеры) осуществляется с помощью мыши. Для перемещения объекта дополнительно зажмите **Shift**. Для перемещения объекта в плоскости экрана также можно использовать стрелки на клавиатуре, а для поворота – ЛКМ в боковой части области просмотра. Зажатие Shift + X, Y, Z на клавиатуре позволит вращать объект только вокруг одной оси.

Перемещаются тот объект или группа, которые выделены в дереве.

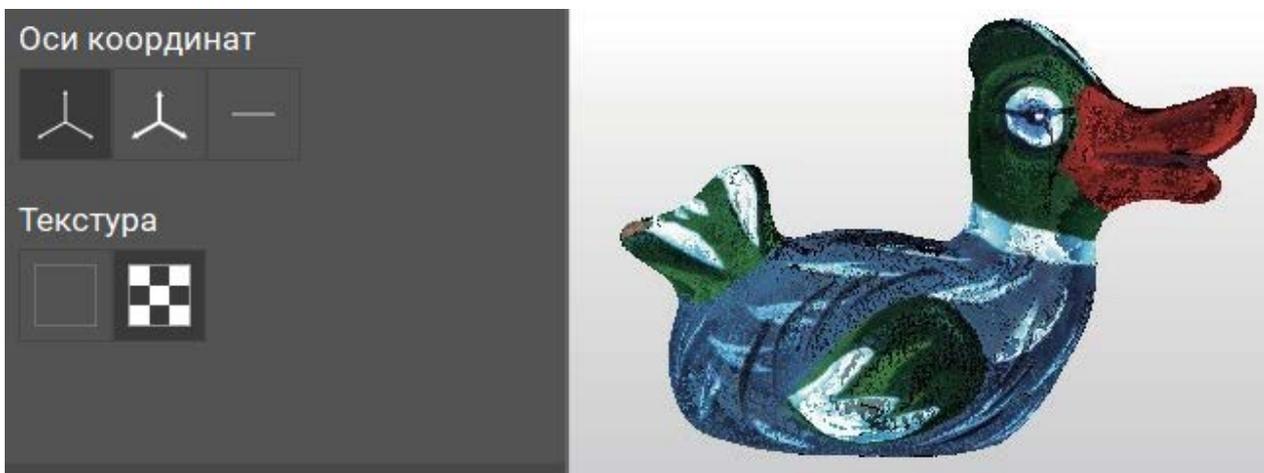
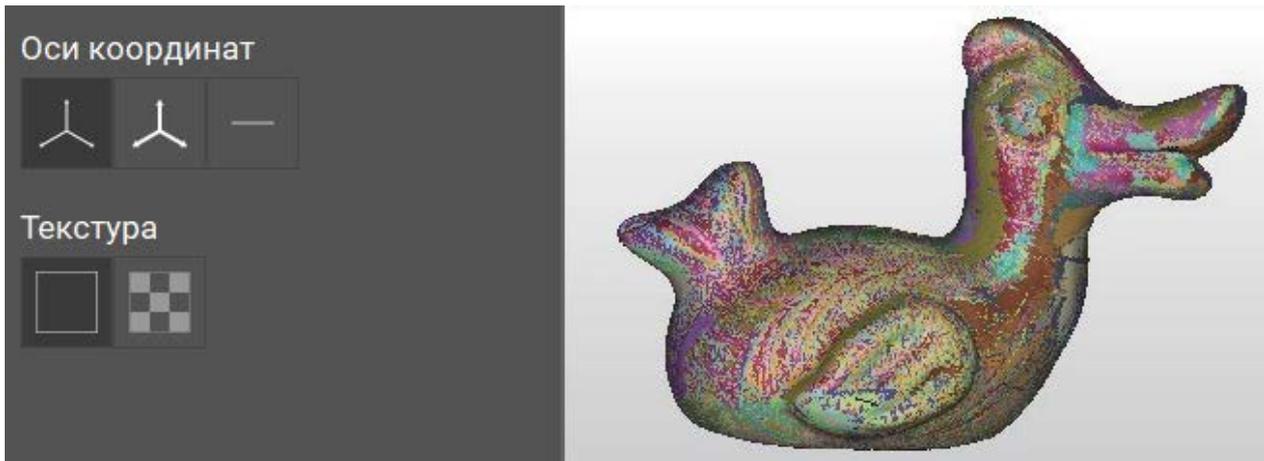


Перемещение вида (камеры) и объекта – разные операции. Перемещение вида не влияет на настоящие координаты объекта, а перемещение объекта – влияет.

Действие	Перетащите вид с зажатой
Вращение модели	Левой кнопкой мыши
Перемещение модели в плоскости экрана	Правой кнопкой мыши
Приближение/Удаление	Средней кнопкой мыши (колёсико)

При необходимости можно использовать параметры упрощения модели. В меню **Параметры** → **Программы** → **Упрощение** можно выбрать степень упрощения объектов в сцене. При нажатии **Упростить текущий проект** количество треугольников в каждом скане будет уменьшено в соответствии с выбранным критерием точности (чем больше значение, тем меньше треугольников останется). Данная возможность может быть полезна для моделей с большим числом треугольников и при работе с малопроизводительными ПК.

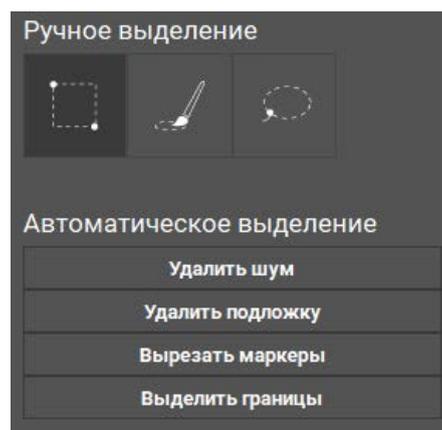
При просмотре модели с текстурой отображение текстуры можно отключить.



## Функции редактирования

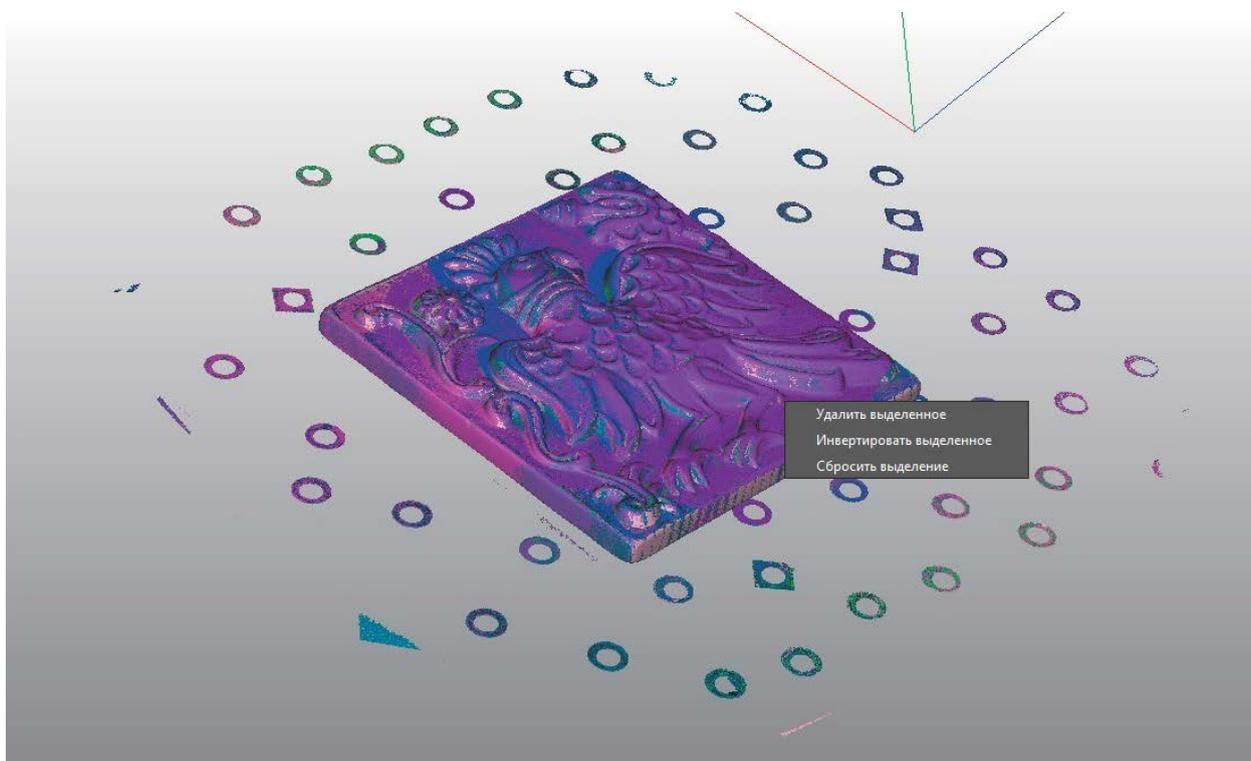
Выделение фрагментов модели в области просмотра осуществляется **ЛКМ + Ctrl** в соответствии с выбранным режимом выделения (**Прямоугольник**, **Кисть** или **Лассо**). **ПКМ + Ctrl** снимает выделение.

При нажатии ПКМ по области просмотра доступно контекстное меню с функциями выделения.



Функции выделения и удаления активны только для видимых (не скрытых) сканов или группы сканов, выбранных в дереве.

Для удаления выбранных фрагментов нажмите **Delete** или выберите **Удалить выделенное** в контекстном меню. Также для удаления ненужных фрагментов можно выделить модель, а затем **Инvertировать выбор**. На примере показаны выделенные на модели фрагменты меток.

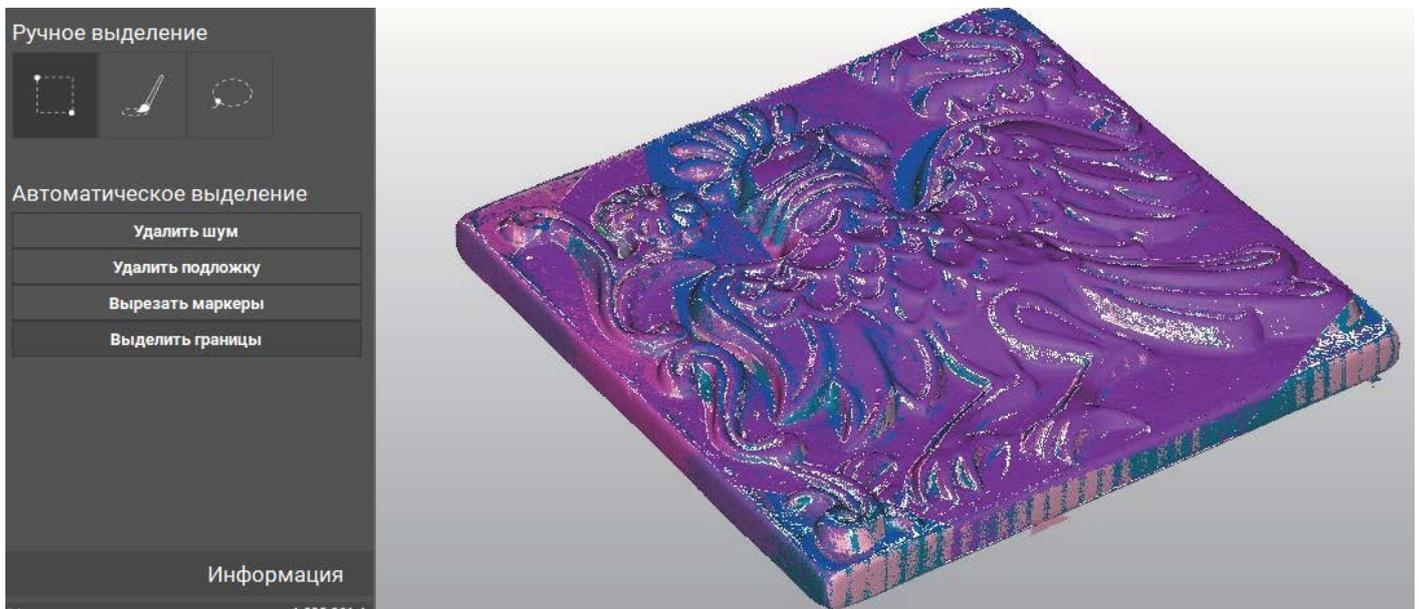


Выделить несколько объектов в дереве проекта можно двумя способами:

**непрерывный диапазон** – выделите первый объект диапазона, затем нажмите **Shift** и щёлкните по последнему необходимому объекту;

**отдельные объекты** – выделите первый объект, нажмите **Ctrl** и по одному выделите остальные.

Функция **Выделение границ** выделяет края выбранных сканов. Как правило, на границах сканов наиболее выражены шумы и артефакты, возникающие при сканировании. После выделения удалите выделенные края. Если на них присутствуют артефакты, модель при этом станет “чище”, однако размер пустот может увеличиться.

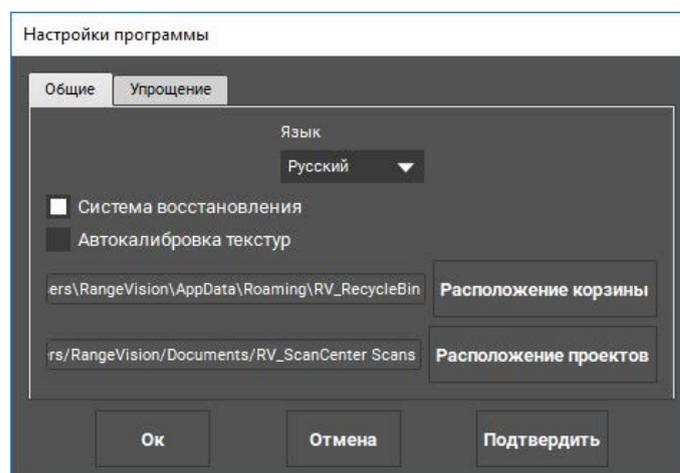


Для того, чтобы найти, какому скану принадлежит участок поверхности модели, наведите курсор мыши на интересующий участок и нажмите **ЛКМ + Alt**. В дереве будет выделен скан, содержащий указанную точку.

## Система восстановления

В программе есть функция отмены последнего действия удаления. Включить или отключить ее можно в пункте **Система восстановления** в меню

**Параметры** → **Программы** → **Общие** систему восстановления. Включенная функция может замедлить работу программы, особенно при большом объеме данных сканирования, но позволяет отменить ошибочное действие.



# Совмещение сканов

Для построения трехмерной модели фрагменты, образующие в своей совокупности поверхность объекта, должны быть максимально совмещены. Совмещение происходит по общей уникальной геометрии (рельефу) поверхности объекта. Выполнить сшивку плоских поверхностей проблематично, так как на поверхности нет общих точек для совмещения сканов.

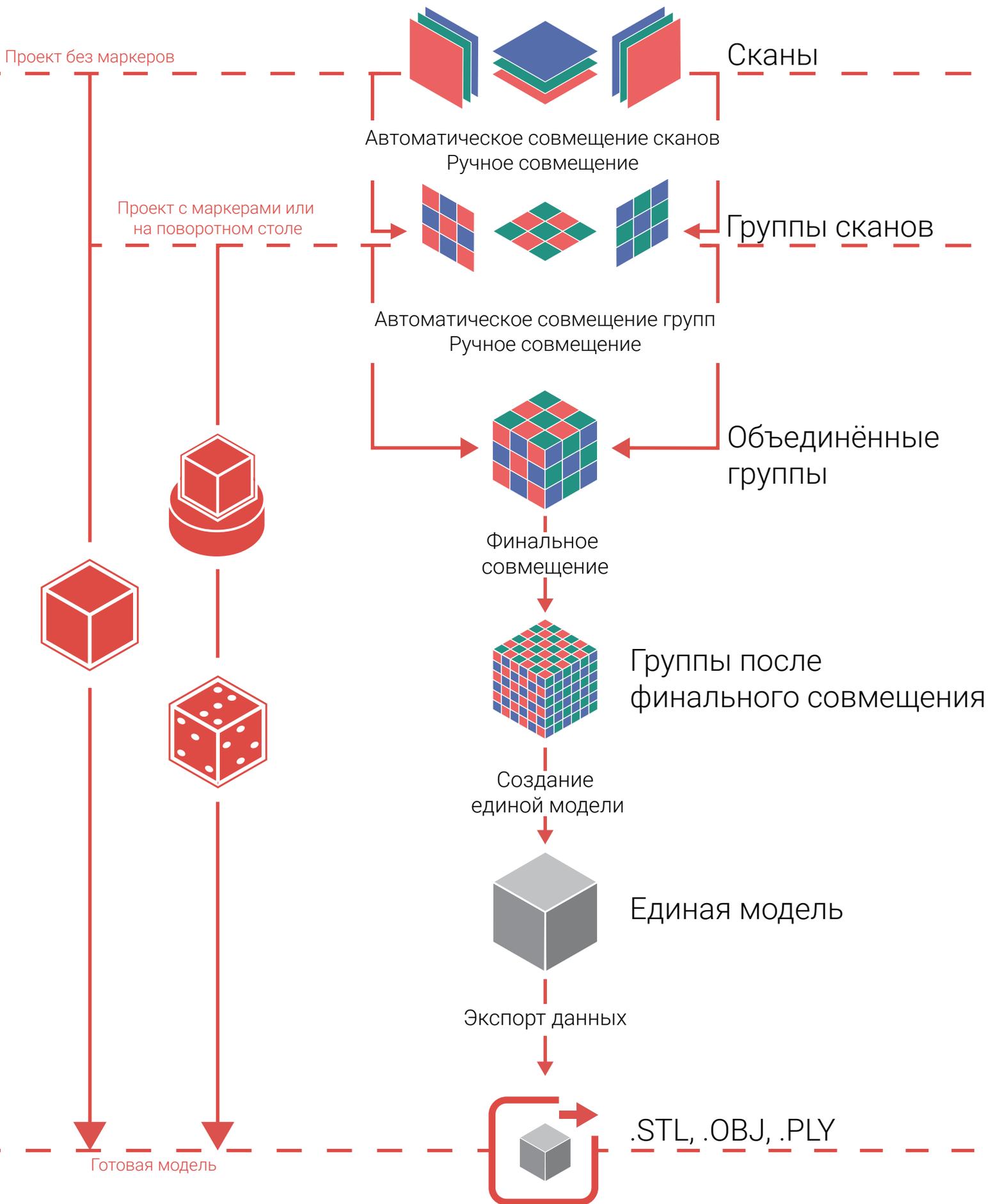
При сканировании с маркерами или на поворотном столе модель выглядит целостной, однако точности совмещения фрагментов этими методами недостаточно для построения единой модели. В случае сканирования без маркеров и стола фрагменты полностью разрознены.

Функции регистрации слоев (сканов, фрагментов) используются для их совмещения перед построением единой модели и находятся в меню **Совмещение**. Ниже представлена схема совмещения сканов для получения единой модели объекта. В зависимости от типа проекта (метода сканирования) обработка модели отличается. Определите по схеме, какие действия необходимо выполнить для обработки данных конкретного проекта.

Подробное описание функций сшивки приведено дальше.

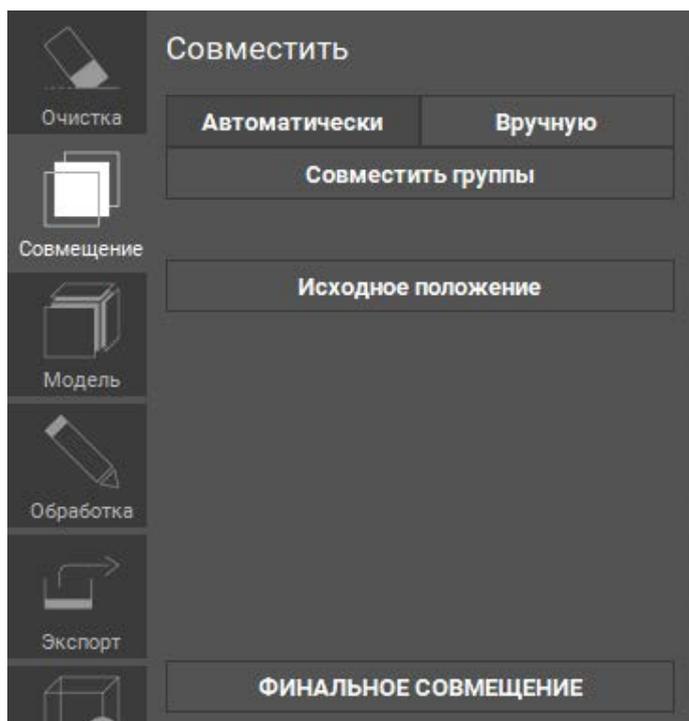


Перед использованием любой функции сшивки удалите с модели артефакты и ненужные элементы, не принадлежащие множеству для правильной работы алгоритма совмещения.



**Автоматическое совмещение сканов** используется для объединения группы разрозненных, произвольно расположенных в пространстве сканов. Такие сканы образуются при сканировании без использования поворотного стола или маркеров.

Для совмещения выберите в дереве группу (папку), содержащую набор подшиваемых сканов, и выберите **Автоматическое совмещение**.

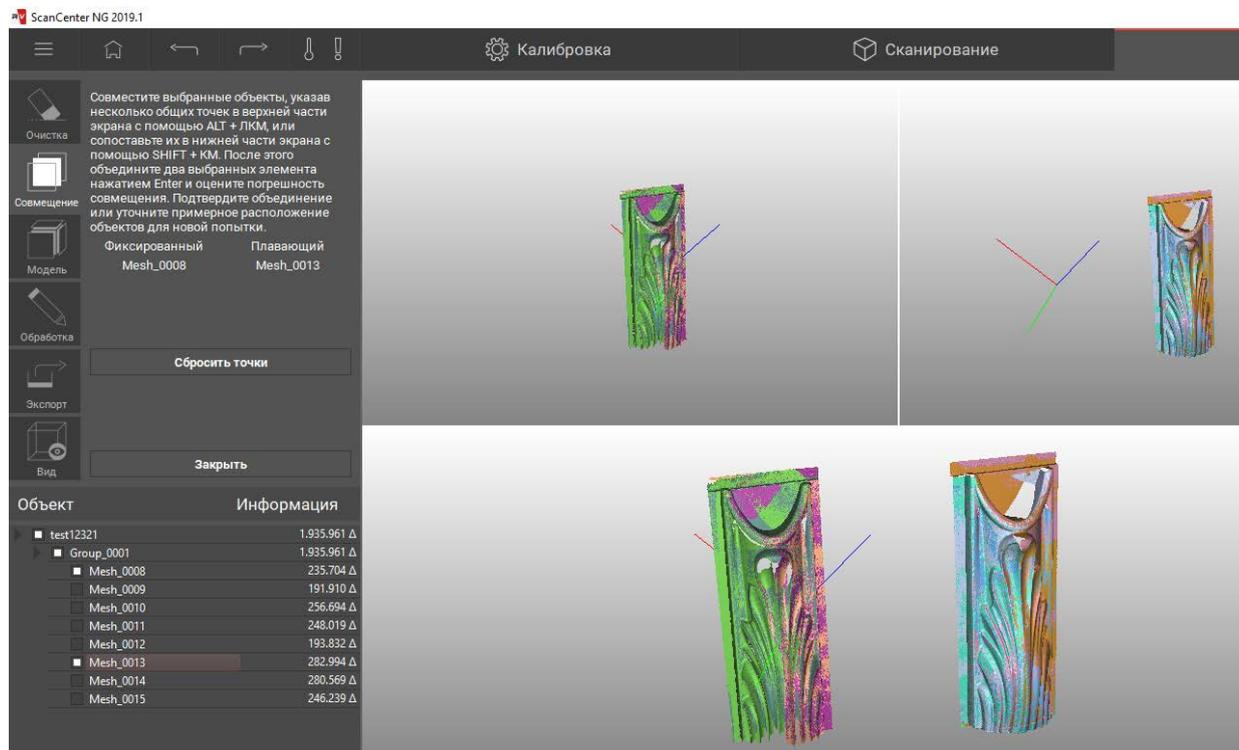


В процессе совмещения программа анализирует форму поверхности объекта и последовательно пытается совместить сканы друг с другом.

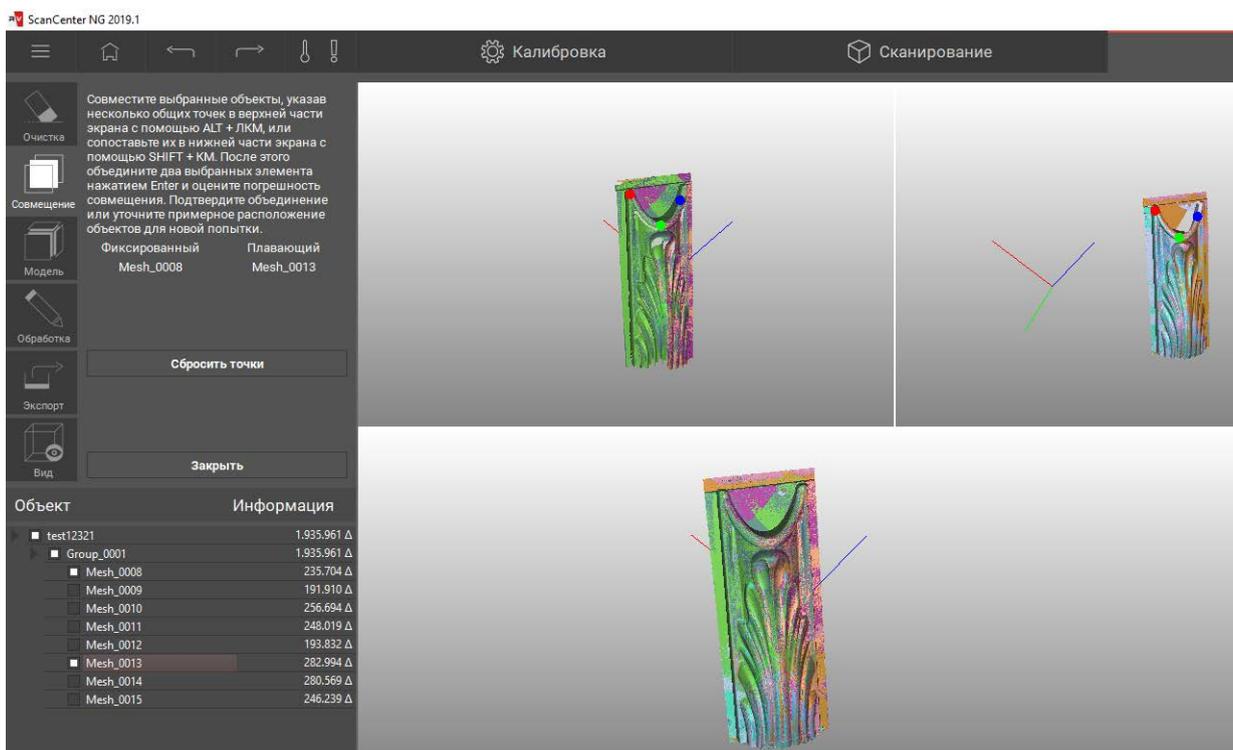
Для объединения совмещенных групп в одну общую группу используется алгоритм **Автоматического совмещения групп**. Группы должны иметь общую геометрию поверхности (принадлежать одному объекту) и состоять из заранее совмещенных сканов.

Выберите с помощью **Ctrl+ЛКМ** в дереве группы, которые нужно объединить, и нажмите **Совмещение групп**.

Две группы, а также два скана или группу со сканом можно сшить вместе с помощью функции **Ручное совмещение**. Для совмещения достаточно примерно совместить объекты в нужном положении, это можно сделать указанием смежных точек либо ручным приблизительным совмещением фрагментов вместе.



Для **совмещения по точкам**, с помощью **ЛКМ** и **Alt** укажите на фрагментах модели в верхней части экрана общие точки (минимум 2 пары) и нажмите **Enter**.

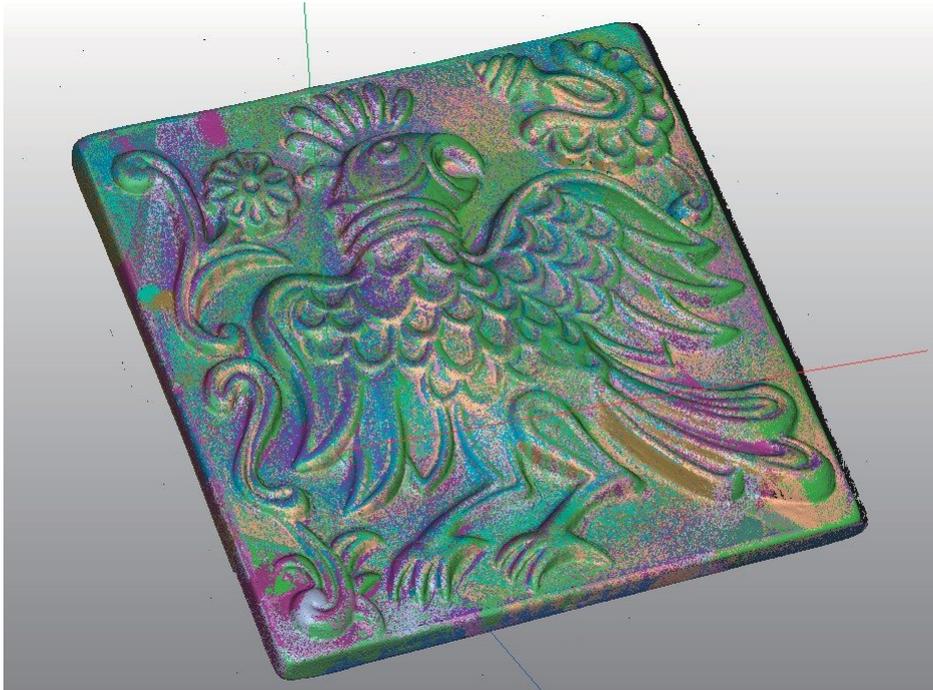


Для **ручного совмещения**, в нижней части экрана, вручную, с помощью мыши при зажатой клавише **Shift**, установите фрагменты в положение, в котором они должны располагаться и нажмите **Enter**.

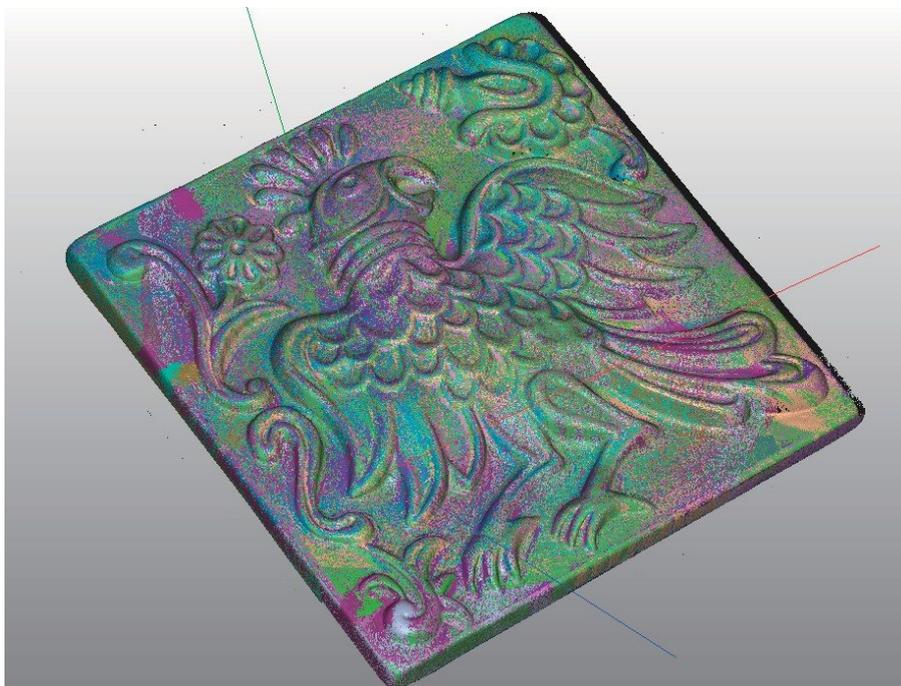
**Финальное совмещение**, также называемое глобальной регистрацией, используется для финального совмещения сканов одной группы, располагается в меню **Создание модели**.

В этом режиме каждый входящий в группу скан подшивается к другим по общей уникальной геометрии поверхности объекта. Для выполнения глобальной сшивки выберите в дереве группу сканов и нажмите кнопку **Финальное совмещение**.

На рисунках ниже представлены сканы модели до глобальной сшивки и после. До сшивки заметно, что сканы недостаточно объединены.



После выполнения глобальной сшивки сканы плотно совмещены друг с другом, это видно по цвету модели (каждому скану принадлежит свой цвет), нет ярко выраженной границы между сканами.



В **Параметрах** можно поменять диапазон поиска одинаковых точек на сканах или изменить количество итераций сшивки. При глобальной сшивке группы сканов, полученных на поворотном столике, рекомендуется активировать алгоритм **Последовательной сшивки**. По умолчанию установлены наиболее подходящие для большинства задач значения.

## Примеры последовательности операций сшивки

### Пример 1: Сканирование с маркерами, 1 проект

Для обработки такого проекта требуется выполнить следующие операции:

1. Перейти в режим **Обработки**.
2. Выделить и удалить с модели лишние участки и элементы.
3. Выполнить глобальную сшивку.

### Пример 2: Сканирование с маркерами, 2 проекта (объект сканировался с 2 сторон)

Требуется выполнить следующие операции:

1. Перейти в режим **Редактора**.
2. Выделить и удалить с модели лишние участки и элементы, выполнить глобальную сшивку.
3. Загрузить второй проект (группу сканов первого проекта можно скрыть). Повторить для второго проекта те же операции, что и для первого.
4. Объединить обе стороны модели объекта вместе с помощью ручной сшивки.
5. Перенести объединенные группы сканов в одну папку (группу), выполнить глобальную сшивку общей группы.

### Пример 3: Сканирование без маркеров

Требуется выполнить следующие операции:

1. Перейти в режим **Обработки**.
2. Запустить автоматическое совмещение сканов.
3. Выделить и удалить с модели лишние участки и элементы.
4. Выполнить глобальную сшивку.

## Пример 4: Сканирование на поворотном столе, 1 проект

Требуется выполнить следующие операции:

1. Перейти в режим **Обработки**.
2. Выделить и удалить с модели лишние участки и элементы.
3. Выполнить глобальную сшивку.

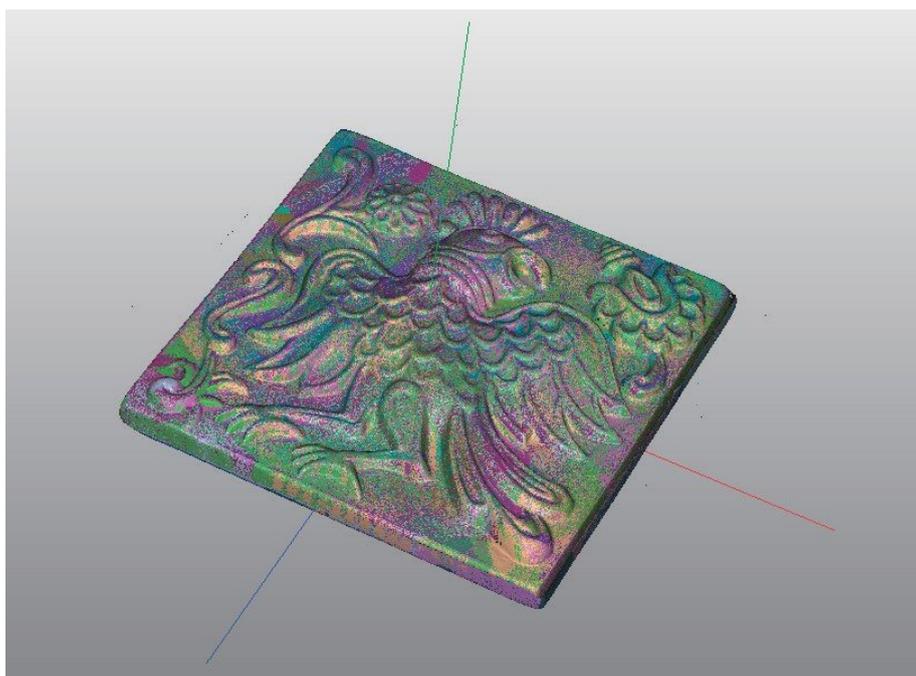
## Пример 5: Сканирование на поворотном столе, 2 группы (объект сканировался в двух положениях)

Требуется выполнить следующие операции:

1. Перейти в режим **Обработки**.
2. Выделить и удалить с первой группы лишние участки и элементы.
3. Выполнить глобальную сшивку.
4. Повторить для второй группы те же операции, что и для первой.
5. Объединить обе группы вместе с помощью автоматического совмещения групп.
6. Перенести объединенные группы сканов в одну папку (группу).
7. Выполнить глобальную сшивку общей группы.

## Создание единой модели

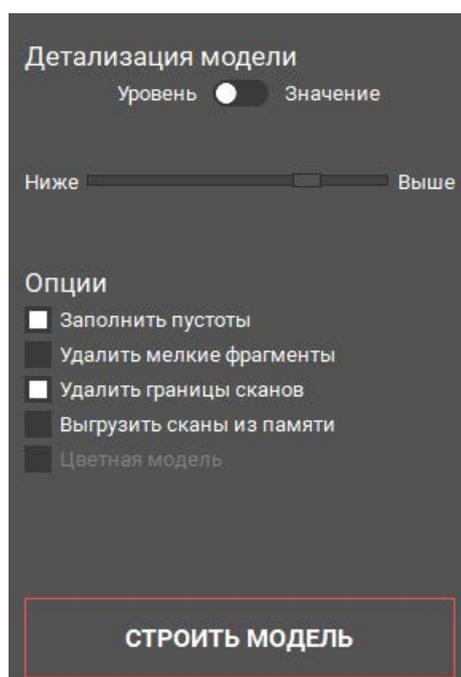
Построение из группы совмещенных сканов единой модели – это финальная операция по обработке данных сканирования. Создавать единую модель можно только по предварительно совмещенным сканам.



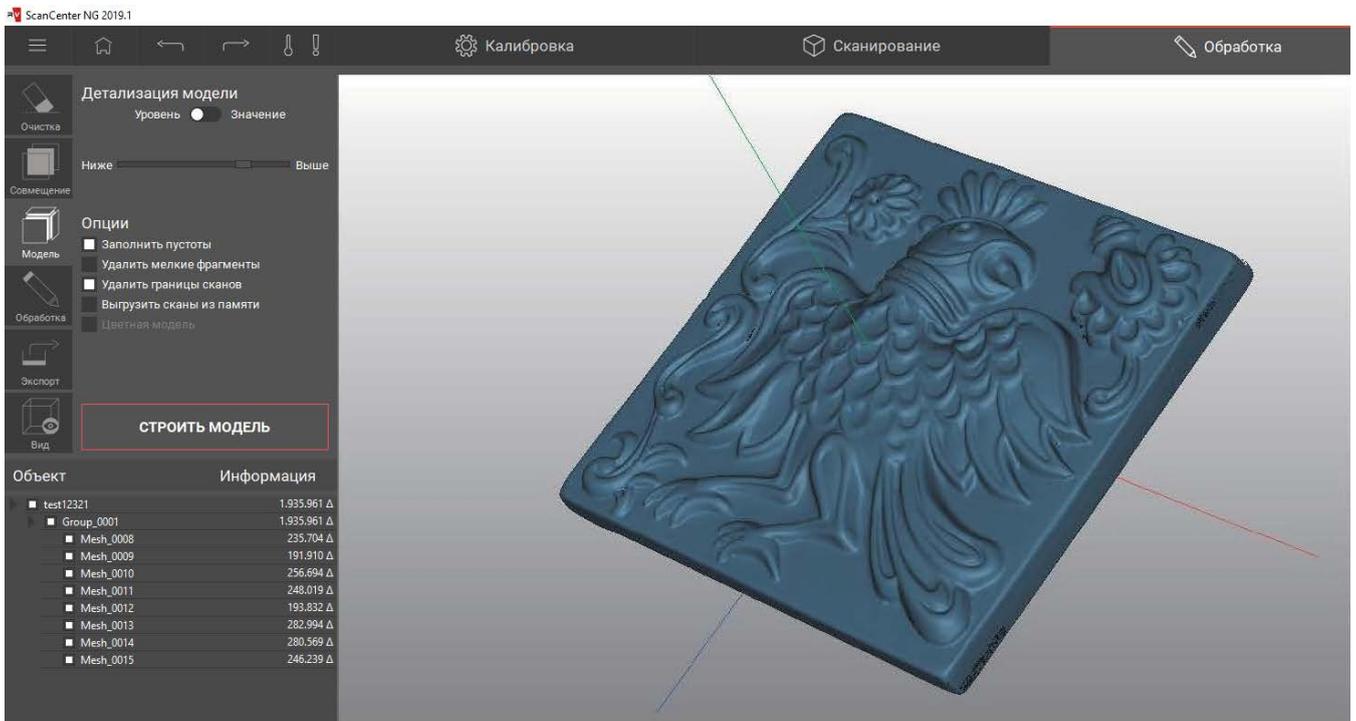
Выберите группу со сканами, из которых будет построена единая модель и после этого нажмите кнопку **Строить модель**.

Доступно два метода построения единой модели: с заполнением пустот и без.

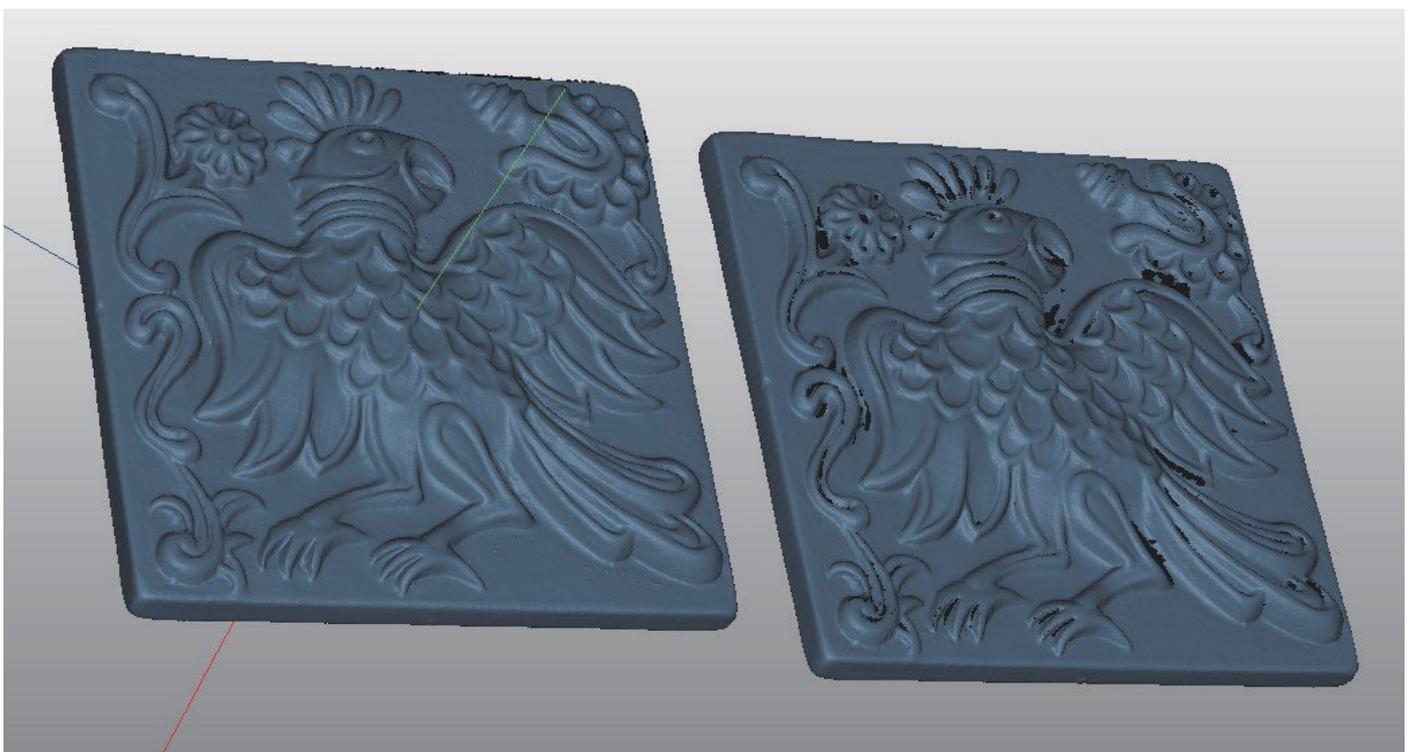
В диалоге **Параметры единой модели** укажите уровень детализации единой модели с помощью ползунка.



После построения единой модели папка со сканами будет автоматически скрыта, а в дереве появится новый отдельный элемент — построенная единая модель.

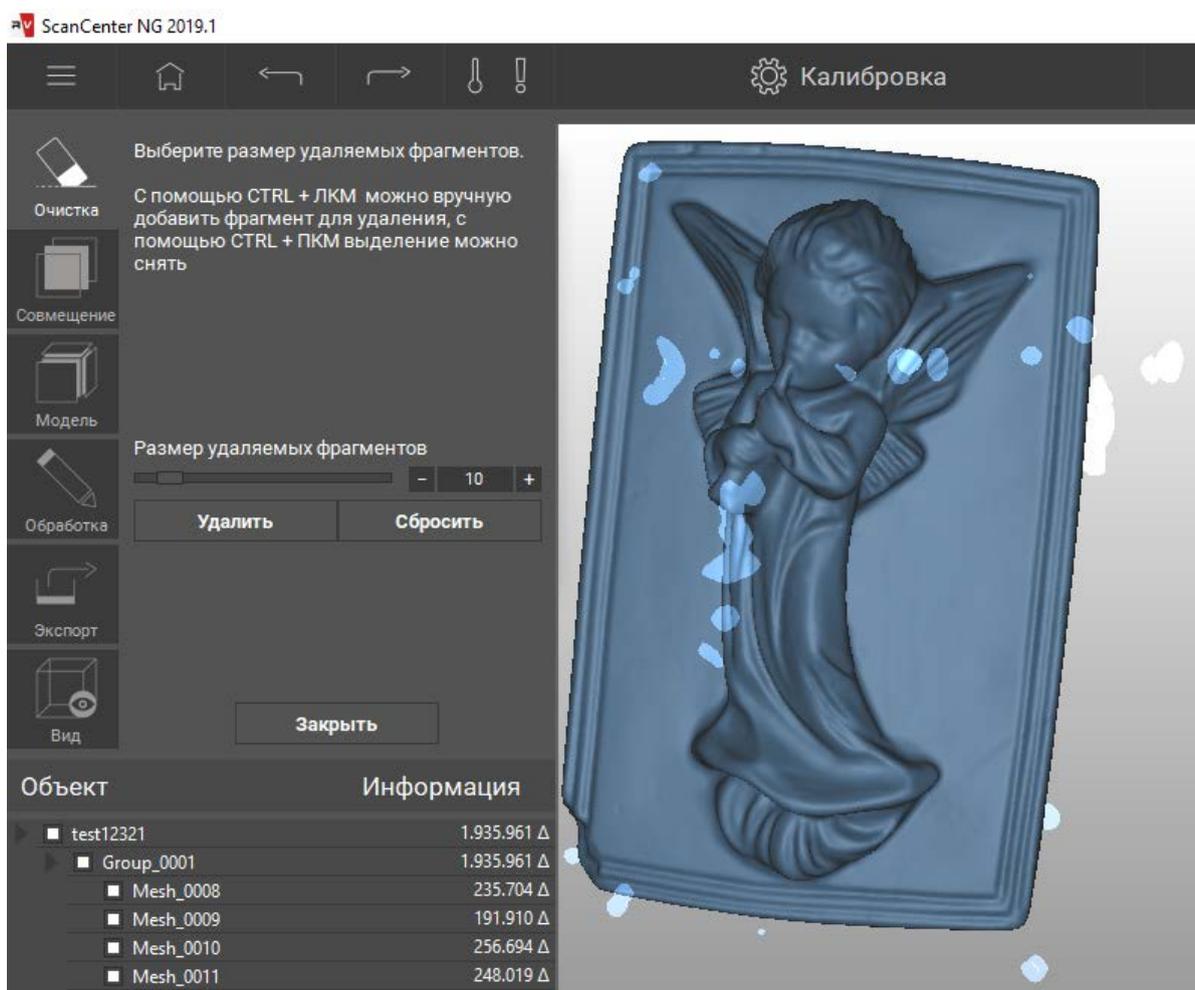


Функция **заполнения пустот** позволяет автоматически достроить неотсканированные области, оставшиеся на модели.



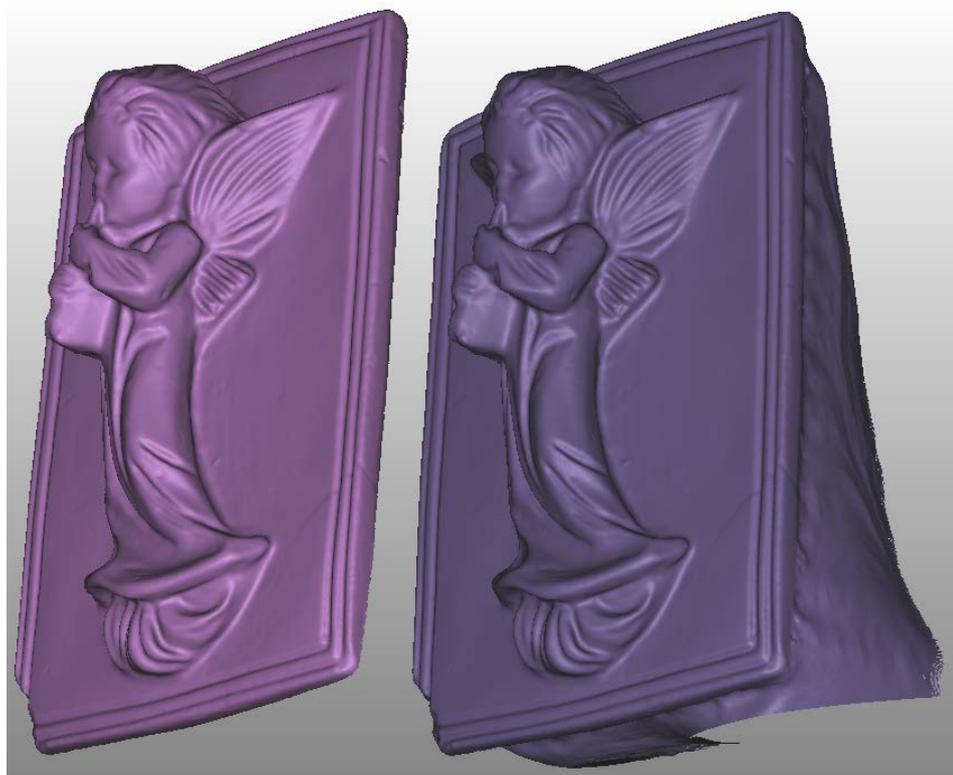
Пустоты возникают в местах, которые сканер не смог одновременно захватить двумя камерами. Не используйте алгоритм для заполнения обширных пустот, когда одна из сторон объекта не отсканирована, в этом случае процесс построения единой модели может занять продолжительное время без должного результата.

**Удаление шума** используется для удаления несвязанных фрагментов единой модели. Выберите соответствующий пункт в меню настроек создания единой модели или вручную выберите в дереве построенную единую модель и нажмите кнопку **Отделение шума**. Эта функция также может быть применена к сканам и группам сканов. После запуска функции отделенные фрагменты станут прозрачными. Ползунком регулируется процент содержания шума. Чем выше процент, тем крупнее фрагменты будут считаться шумом. Кнопка **Сброс** возвращает ползунок в исходное положение. Для отсеечения шума нажмите **Удалить выбранное**. При нажатии **Сохранить** работа функции завершается и в дереве создается копия выделенного объекта с удаленным шумом, оригинальный объект становится скрытым. Нажмите **Отмена** для того, чтобы отменить удаление.



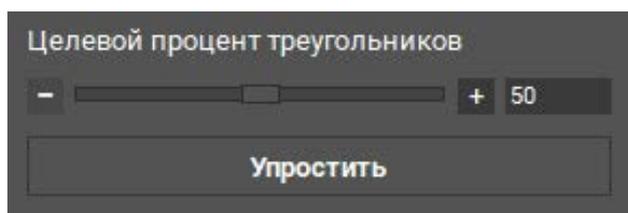
**Выделить и удалить границы** используется для принудительного удаления границ сканов, на которых, как правило, наибольшее количество шума и арте- фактов. Параметр устанавливается по умолчанию, если не была выполнена ручная очистка границ.

Функция **Удалять незамкнутые области** позволяет пользоваться функцией **Заполнять пустоты** при обработке незамкнутых моделей. Используйте эту опцию, если требуется заполнить мелкие дыры на модели с большими неотсканированными участками. На подобных участках после работы алгоритма заполнения пустот остаются «юбки», не соответствующие реальному объекту.



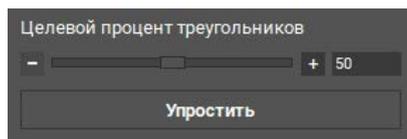
## Упрощение модели

Построенную единую модель можно упростить для уменьшения количества треугольников. Для этого нужно задать желаемое количество треугольников в процентном соотношении от текущего. Упрощение возможно только для модели без текстуры. Для получения упрощенной модели с текстурой используйте функцию **Упростить модель до** при построении единой модели (см. выше).

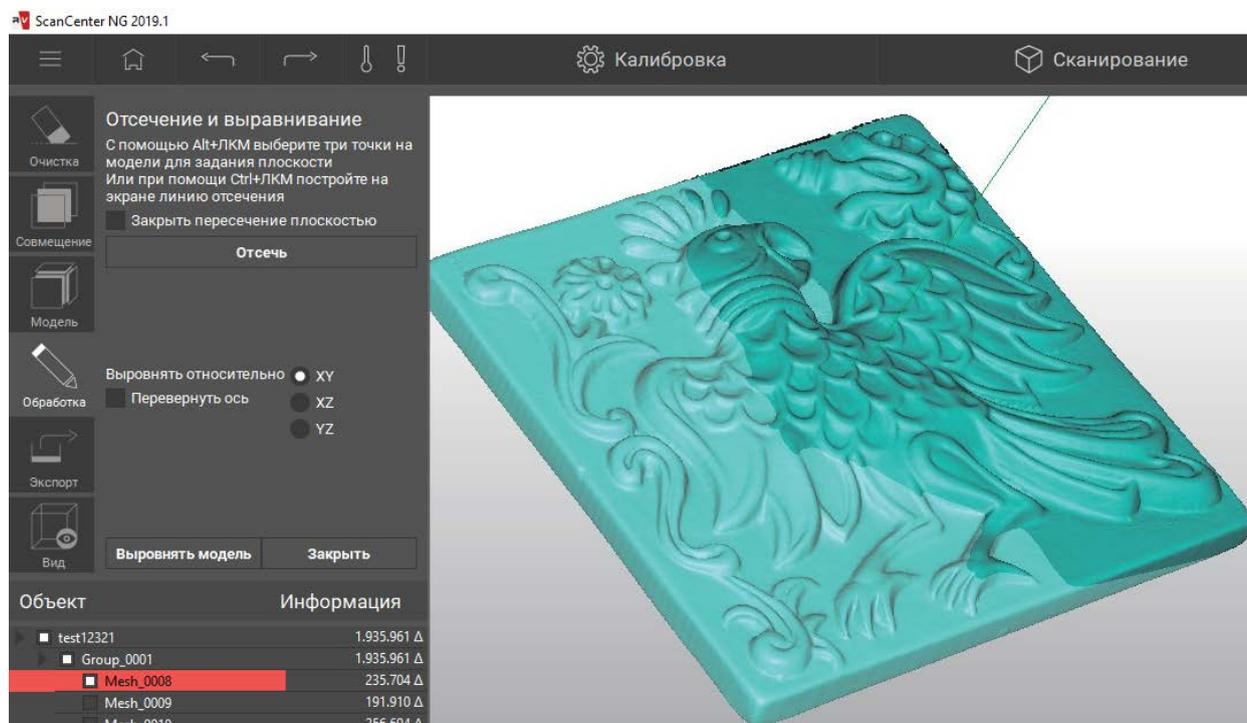


# Отсечение плоскостью

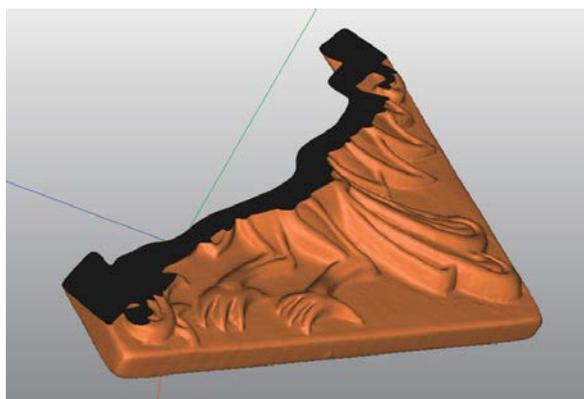
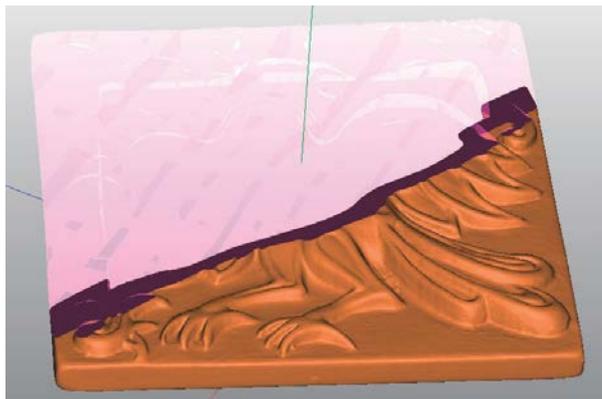
Построенную единую модель можно обрезать плоскостью и закрыть образовавшееся пересечение. Для этого выберите единую модель в дереве и выберите функцию **Отсечение и выравнивание** в меню **Обработка**.



В области просмотра появится плоскость, которую можно задать тремя точками с помощью **Alt + ЛКМ**, задать линией с помощью **Ctrl + ЛКМ** и перемещать относительно модели с помощью **Shift+ КМ**. Установите плоскость в нужное положение для отсечения и нажмите кнопку **Отсечь** в диалоговом окне.



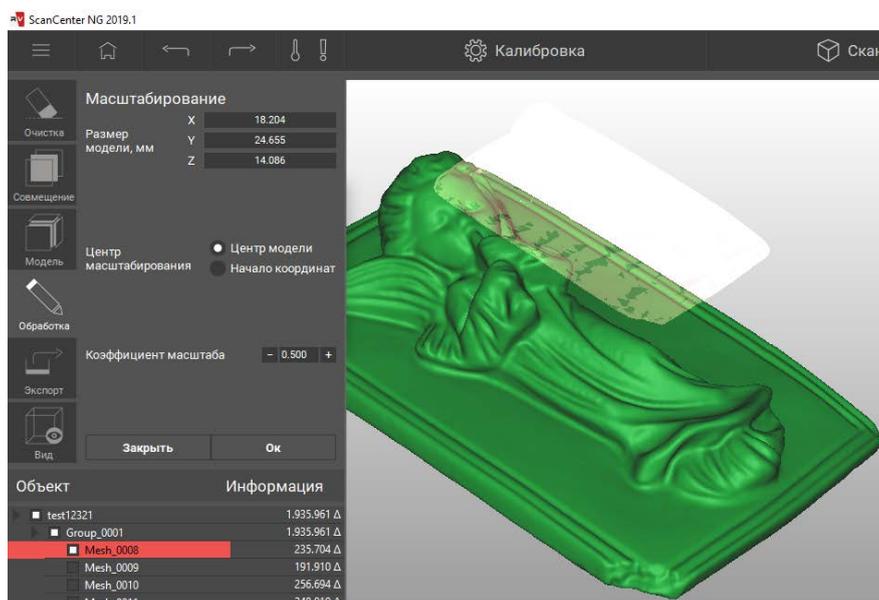
Модель будет пересечена плоскостью на две части, полупрозрачный фрагмент – удаляемая часть.



При необходимости **Инвертируйте выбор** и **Удалите выбранное**. Используйте параметр **Закрывать пересечение плоскостью**, если требуется заполнить плоскостью границу фрагментов (граница должна быть при этом замкнутой). Также можно указать, с какой системной плоскостью совместить плоскость пересечения.

## Масштабирование модели

С помощью этой функции можно создать пропорционально увеличенную или уменьшенную копию выбранной единой модели. После запуска функции отображается прозрачный контур копии модели. Изменяя значение **Коэффициента масштабирования** можно регулировать размер копии. В качестве центра масштабирования можно выбрать начало координат или центр выбранной модели.



# Модели с текстурой

При сканировании и обработке данных с текстурой необходимо учитывать некоторые нюансы.

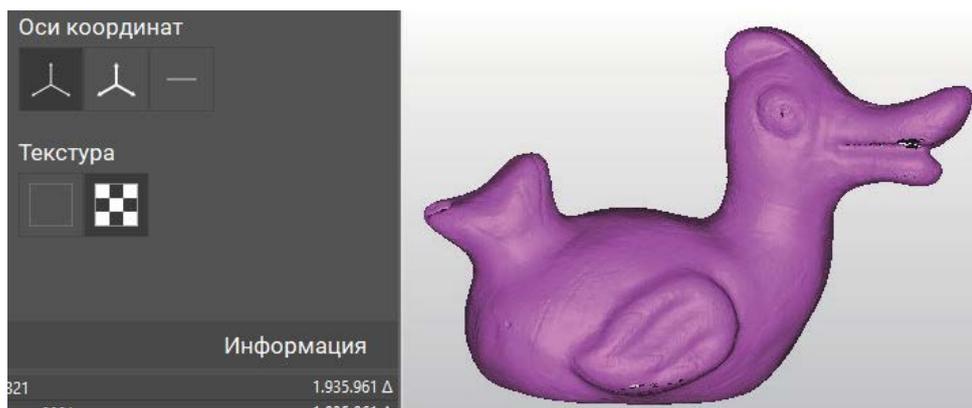
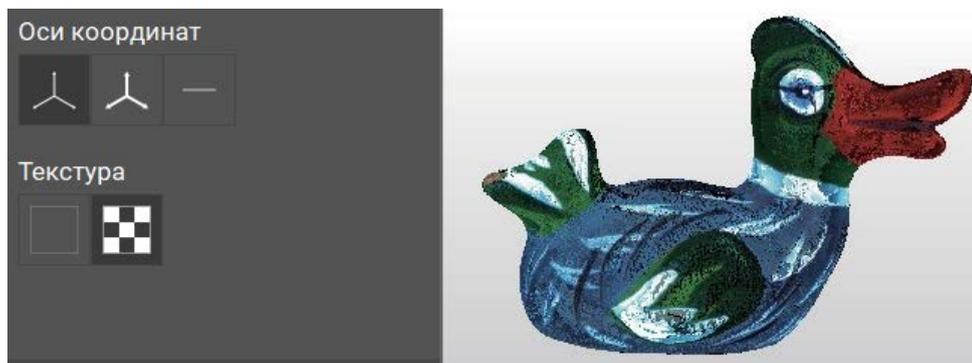


Формат STL не поддерживает текстуру.

Единые модели могут содержать текстуру в отдельном файле или в форме цветных вершин.

Отображение текстуры можно выключить в меню Вид.

Для сохранения модели с текстурой используйте форматы OBJ и PLY. Для моделей, построенных алгоритмом Base, помимо файла .obj или .ply, в папку с моделью будут сохранены файлы текстуры. Не изменяйте и не удаляйте эти файлы.



# Сохранение результатов

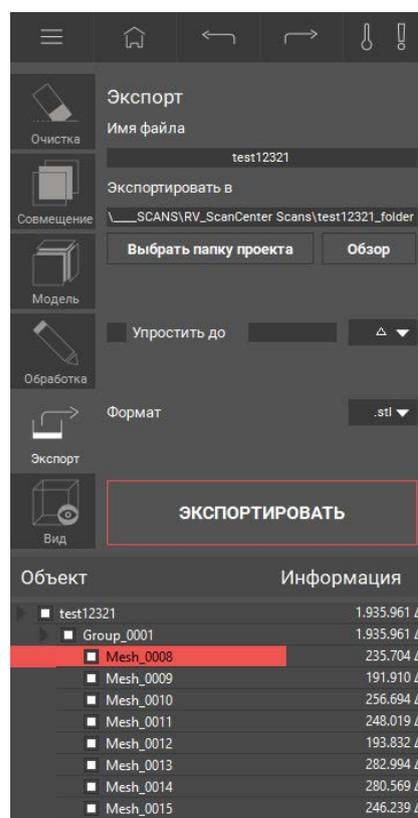
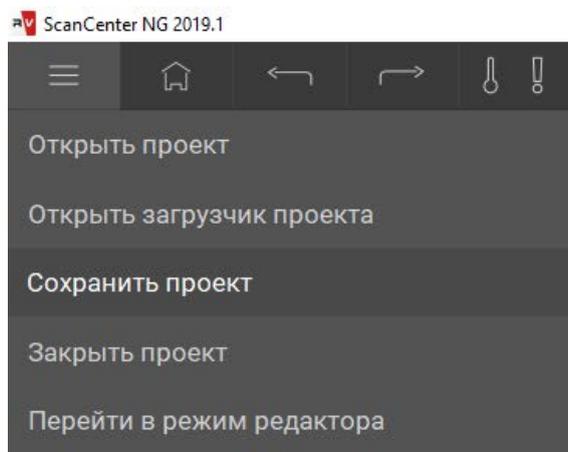
После окончания работы по обработке данных сканирования сохраните полученные результаты. Построенную единую модель можно экспортировать в один из следующих форматов: **STL**, **OBJ**, **PLY**. Выберите в дереве единую модель и нажмите **Экспортировать** в меню **Экспорт**. Укажите путь сохранения модели.

По умолчанию модель сохраняется в папке с проектом.

Для сохранения обработанных данных сканирования используйте функцию **Сохранить проект**.

При экспорте для упрощения результирующей модели используйте опцию **Упростить до**.

Целевое количество треугольников можно указать прямо или через процент от текущего.



# Режим редактора

Для обработки данных нескольких проектов перейдите в **Режим редактора** из **Стартового экрана** или из выпадающего **Меню**. В этом режиме недоступно сканирование, и все объекты на сцене хранятся только в оперативной памяти. После выхода из режима редактора несохранённые данные теряются. Для сохранения используйте **Экспорт** в выпадающем меню. Используется внутренний формат **.rv3d**.

В режиме редактора доступны все функции обработки.

# Измерения

Раздел меню **Измерения** предназначен для выполнения метрологических измерений полученных сканов и построенных моделей.

## Построения геометрии

В разделе **Геометрия** происходит определение геометрических примитивов по созданным ранее сканам или построенным моделям.

Примитив **Точка** может быть определён четырьмя способами.

Способ 1: ручной ввод числовых значений в окнах системных осей позволяет ввести координаты новой точки согласно заданным условиям измерений;

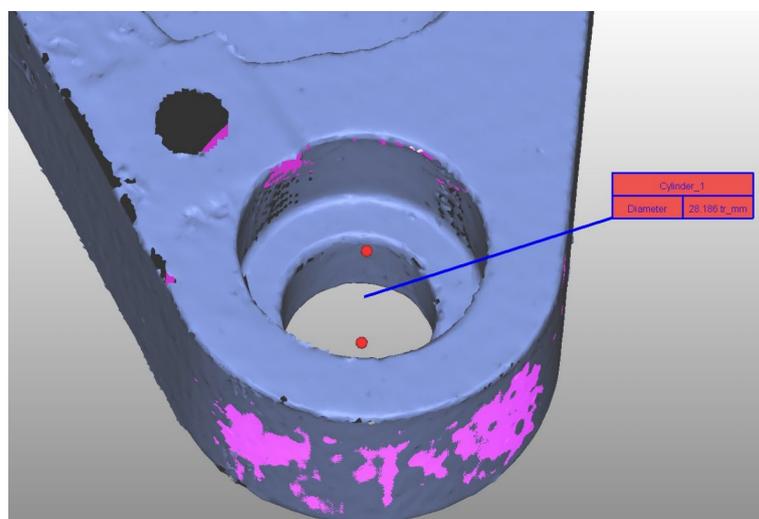
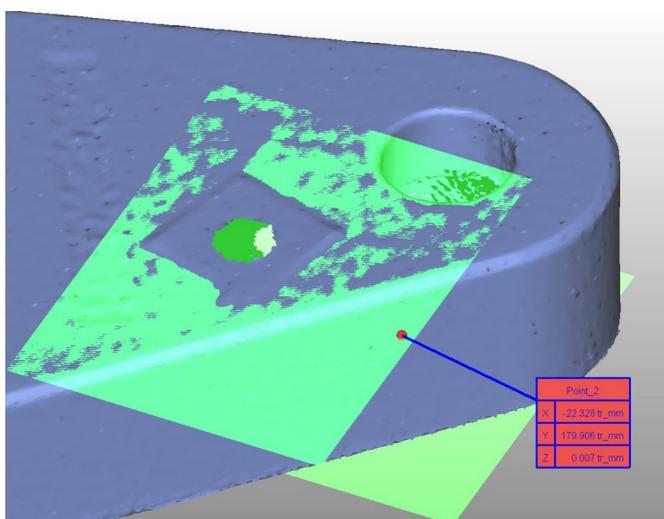
Способ 2: построение точки на поверхности сетки по нажатию Alt + ЛКМ. При построении новой точки в окнах системных осей отображаются её текущие координаты;

Способ 3: построение точки по примитиву.

На примитивах Плоскость, Сфера и Цилиндр реализовано определение точки по нажатию Alt + ЛКМ.

На Сфере определяется одна точка - центр сферы, на цилиндре определяются 2 точки - начало и конец осевой линии цилиндра.

На плоскости можно определить неограниченное число точек по месту наведения курсора.





При определении точек на примитивах рекомендуется скрыть отображение на сцене мешей или примитивов на заднем плане, т.к. точки определяются на ближнем по виду объекте.

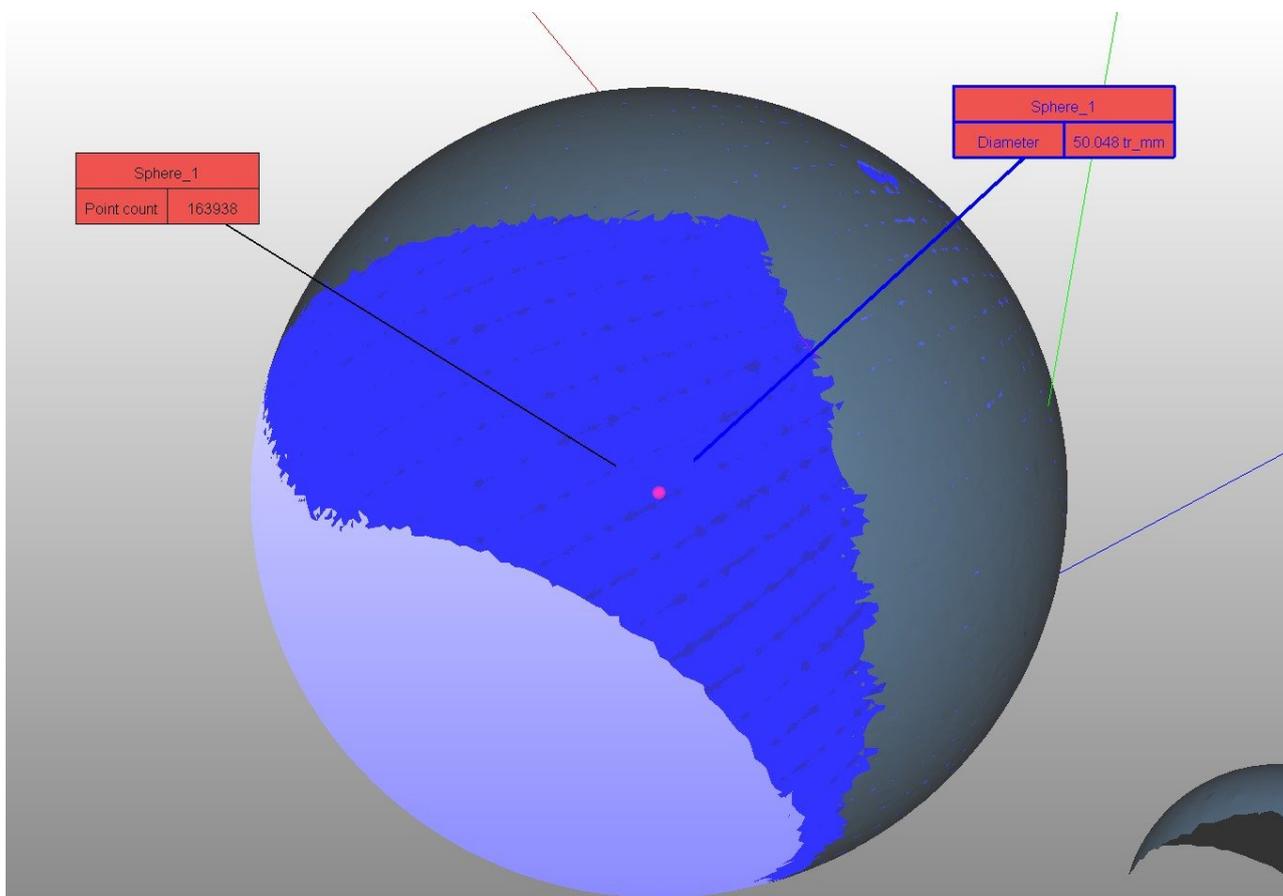
Способ 4: Выделение участка сетки любым из инструментов селектирования позволяет построить "Усредненную точку".

При построении учитываются координаты всех захваченных выделением точек.

Построение "Усредненной точки" оптимально для выполнения измерений с среднестатистическими данными по выделенному участку.

Команда **Сфера** обеспечивает автоматическое построение сферы с расчетом её диаметра.

Для выполнения построения выберите коэффициент фильтрации шума поверхности - сигма (для бликующих и чёрных поверхностей, оцифрованных без матирования, рекомендуется применение коэффициента меньше 0,95), наведите курсор на сетку в точку принадлежащую сфере и нажмите Alt + ЛКМ.



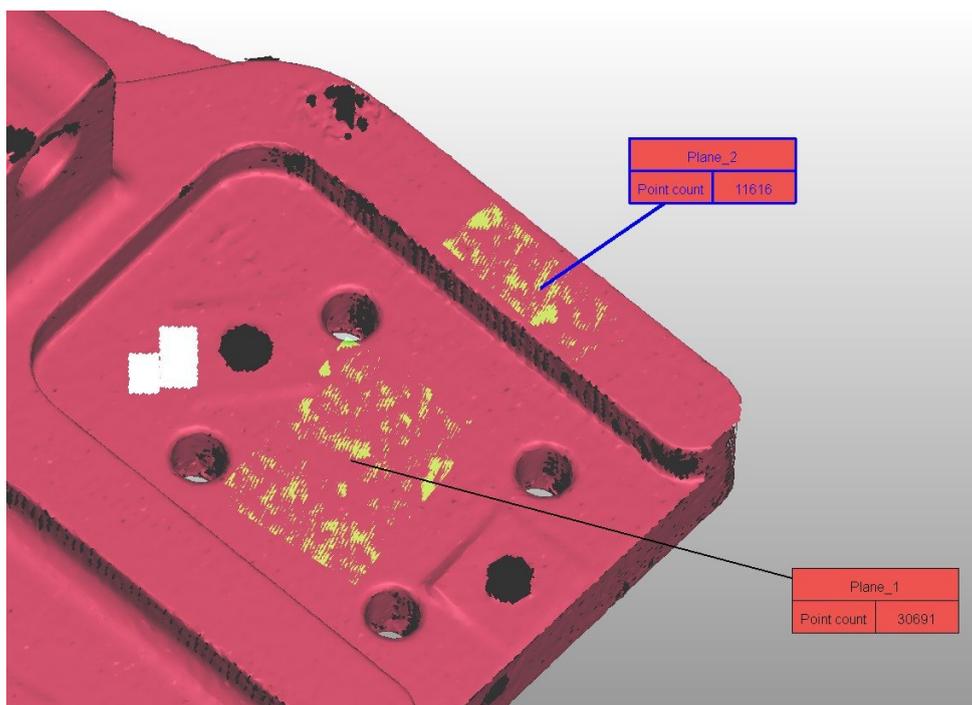
Построение примитива **Плоскость** выполняется по выделенному на сетке участку поверхности.

Выбор коэффициента фильтрации шума поверхности  $\sigma$  аналогичен построению сферы.

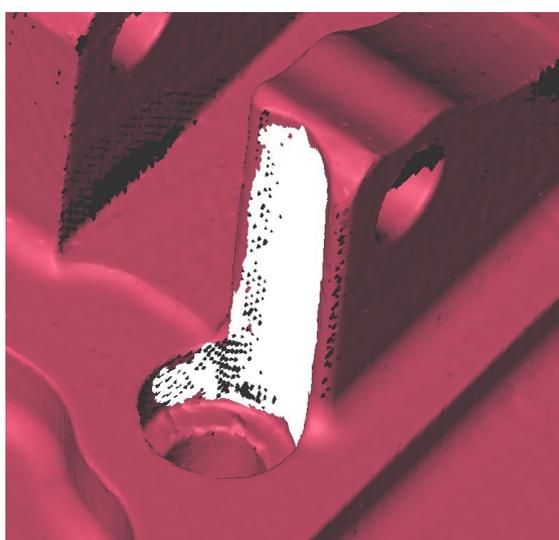
Выделение участка можно выполнять любым из инструментов селекции в комбинации Ctrl + ЛКМ - добавление и Ctrl + ПКМ - удаление участка.

Построение плоскости выполняется по нажатию кнопки **Определить**.

Автоматически рассчитывается число точек, участвующих в построении примитива.



Построение примитива **Цилиндр** выполняется аналогично примитиву Плоскость.

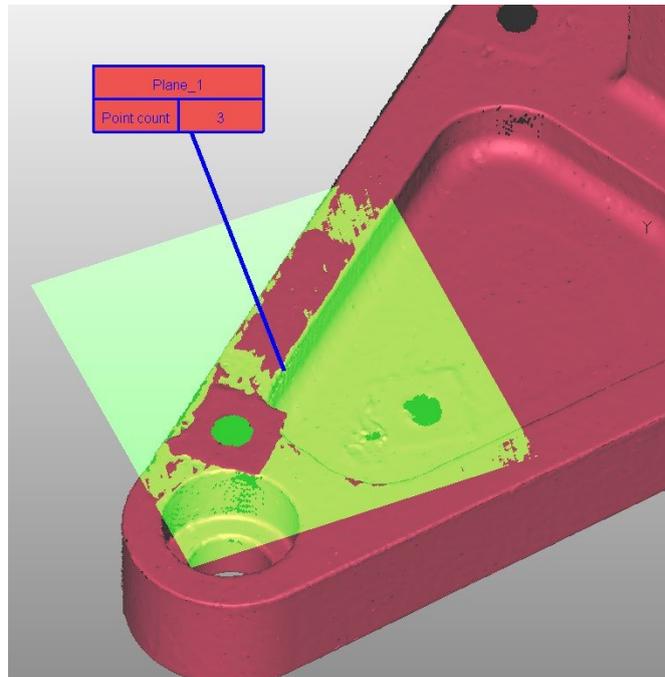


Команда **Плоскость по трём точкам** строит плоскость по указанным на поверхности сетки трём точкам через Alt + ЛКМ или по ранее построенным точкам из дерева.

Мультивыбор нескольких точек в дереве выполняется CTRL + левая кнопка мыши.

Отмена выбора точки в дереве возможна при повторном нажатии на точку, отмена выбора на сцене возможна только при выходе из команды.

В выноске к плоскости записано число точек построения - 3.



**Средняя точка** строится посередине между двумя точками, указанными на поверхности сетки или выбранными в дереве. Мультивыбор нескольких точек в дереве выполняется с помощью Ctrl + ЛКМ.

Мультивыбор нескольких точек на сцене выполняется комбинацией Alt+Ctrl +ЛКМ.

Команда **Проекция точки на плоскость** выполняет построение проекции выбранной точки на указанную пользователем плоскость. В качестве указанной плоскости может быть одна из плоскостей системы координат или пользовательская плоскость построенная ранее.

Выбор операндов выполняется в дереве или на сцене через Alt + ЛКМ.

Диалог команды отображает в отдельных окнах текущий выбор пользователя.

# Система координат

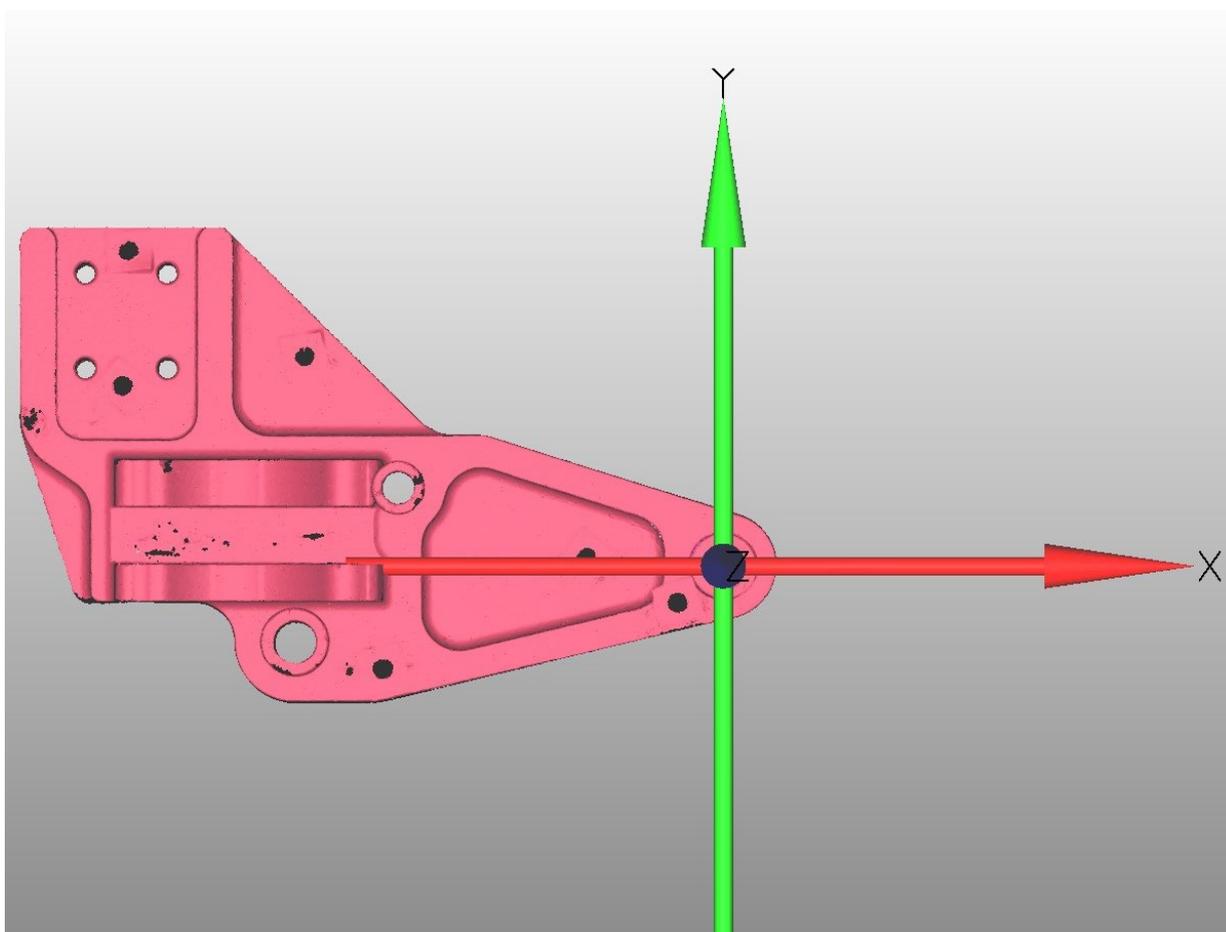
В функционале виджета Система координат реализовано параметрическое перемещение и вращение выбранных объектов, а также выставление системы координат.

Параметрические перемещения и вращения возможны как по одной указанной оси, так и по нескольким.

Для завершения команд перемещения/вращения нужно нажать кнопку Применить.

Выставление системы координат доступно по нажатию соответствующей кнопки и позволяет провести ориентацию сеток и примитивов по указанным пользователем шести точкам.

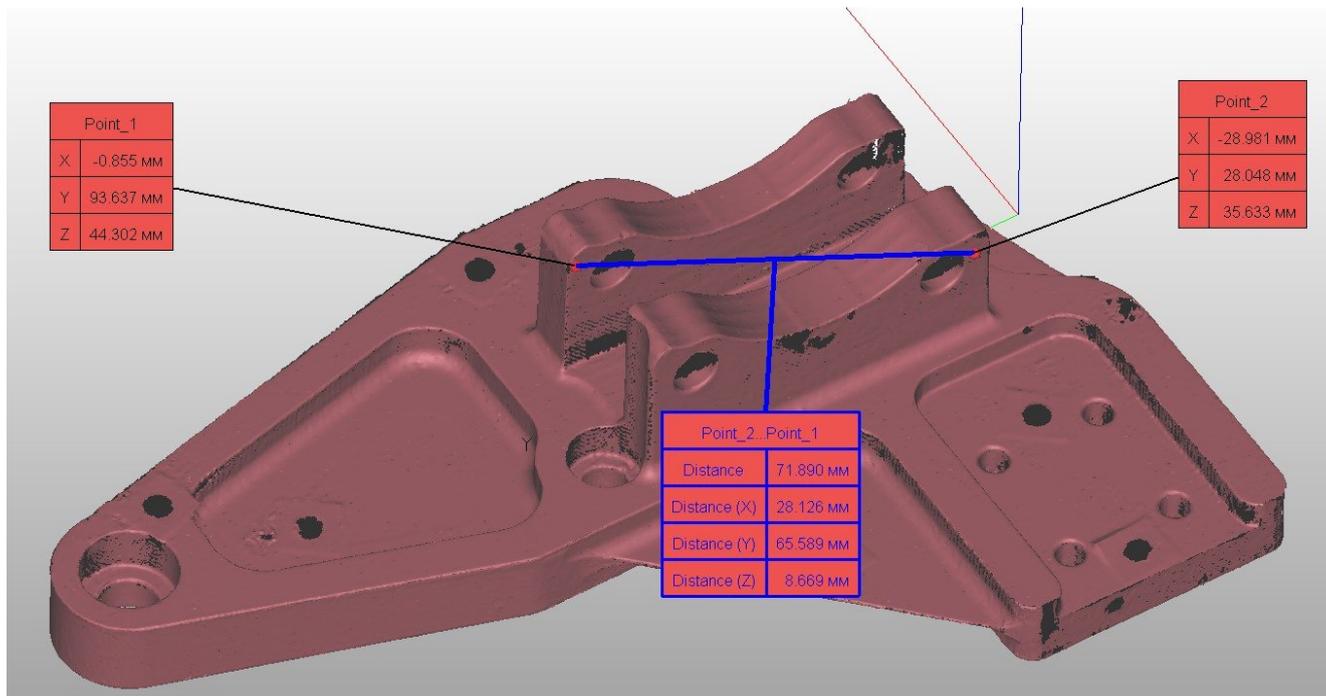
Точки могут быть выбраны на сцене или в дереве из определённых ранее, или указаны на поверхности сетки или примитива при выполнении команды через комбинацию Alt + ЛКМ.



# Виджет Измерения

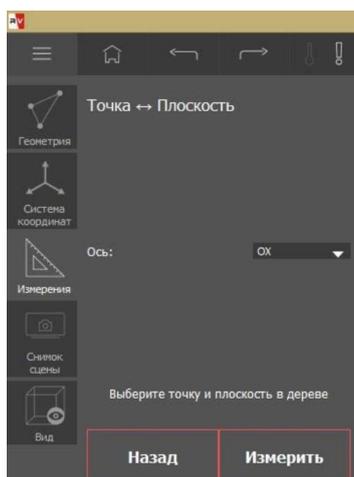
Команда **Дистанция между двумя точками** предназначена для проведения расчета и визуализации расстояния между двумя указанными точками. Точки для измерения могут быть выбраны в дереве или на сцене из ранее определенных.

Мультивыбор точек реализован только в дереве через Ctrl+ЛКМ. Результат измерения рассчитывается и может быть отображен как индивидуально для каждой оси системы координат, так и кратчайшее расстояние между точками.

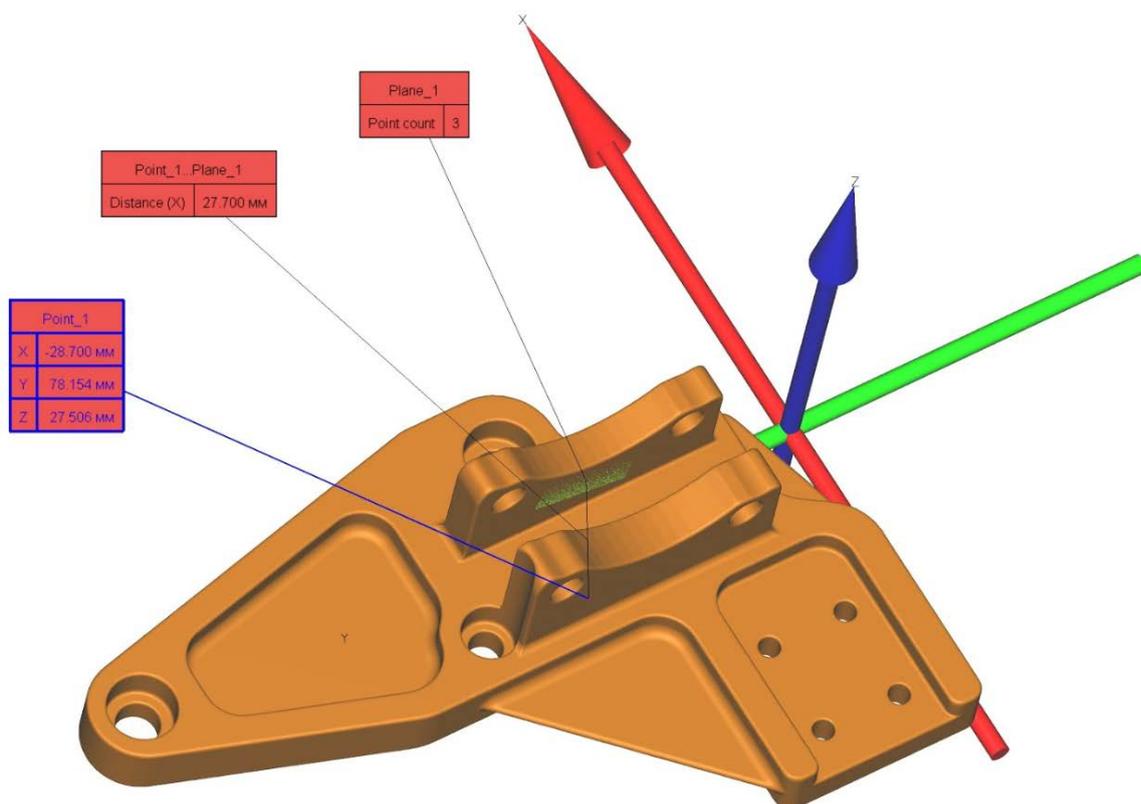


Все полученные измерения можно сохранить для последующей печати в одном из предложенных растровых форматов.

Команда **Дистанция между точкой и плоскостью** служит для измерения расстояния от выбранной в дереве точки до плоскости.



Измерение всегда проводится по нормали к плоскости с возможностью отображения этой дистанции по системным осям.

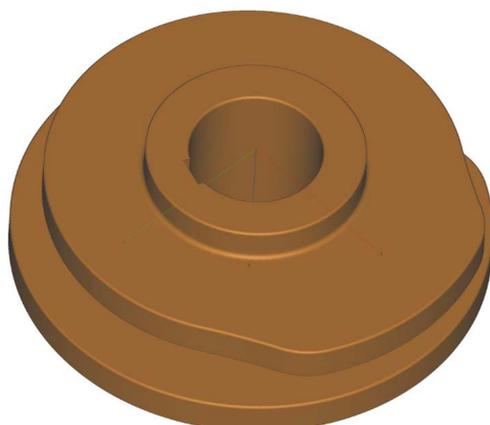


Пример выполнения измерения (нормаль плоскости на 3D модели совпадает с осью X).

Команда **Дистанция между двумя сетками** предназначена для сравнения двух выбранных сеток и визуализации расхождений. Наиболее частое применение этой команды - проведение контроля качества изготовления геометрии деталей при котором одна сетка эталонная, вторая инспектируемая.

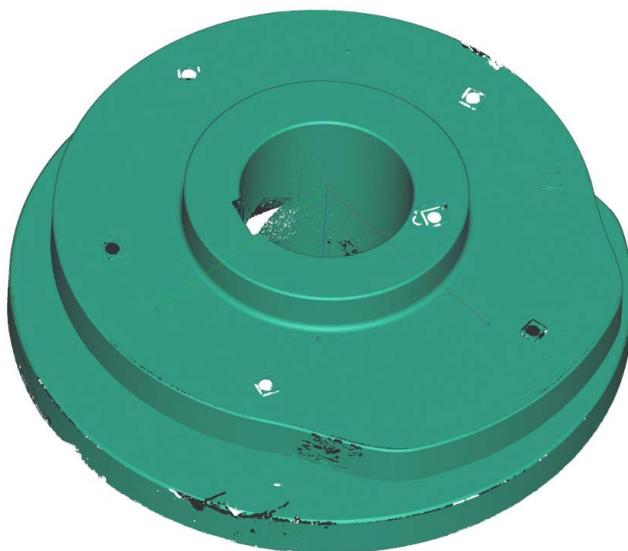
Для выполнения измерений необходимо выбрать 2 операнда: **Номинальная сетка** и **Актуальная сетка**.

Для импорта номинальной сетки извне необходимо перейти в Режим редактора.



Конструкторская 3D модель (номинальная сетка).

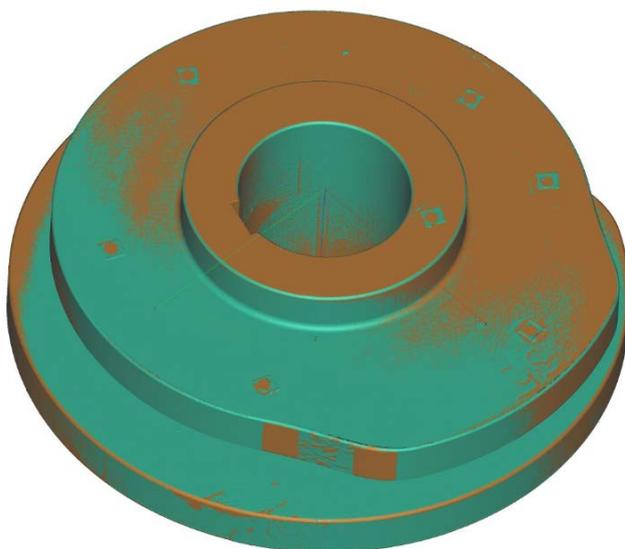
Конструкторская 3D модель (номинальная сетка).



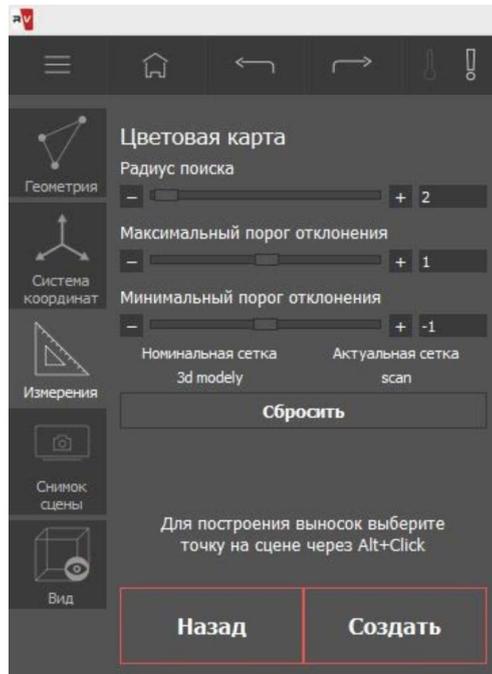
Сканированная деталь (актуальная сетка).



Для проведения качественного измерения сетки должны быть выровнены инструментами совмещения.

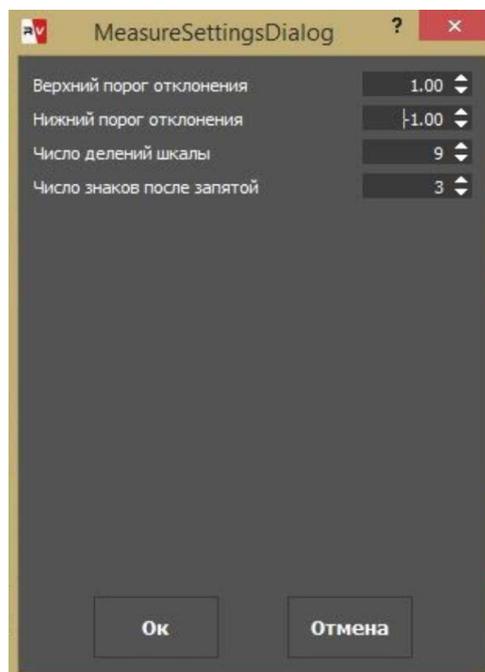


Измерения дистанций и цветное отображение проводятся от Номинальной сетки.

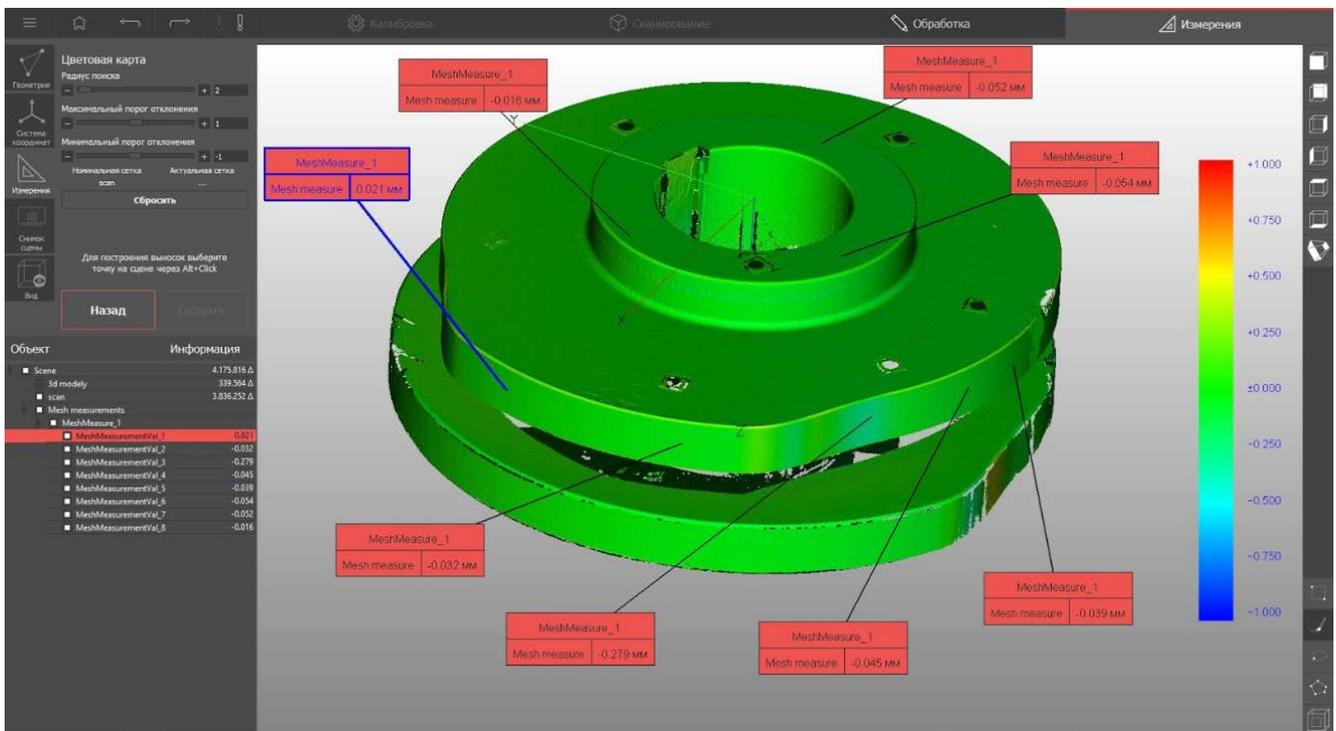


Пользователю необходимо ввести параметры поиска отклонений и отображения цветовой карты.

После создания карты отклонений можно редактировать шкалу допусков, кликнув на ней правой кнопкой мыши и откорректировать параметры.



После подтверждения будет выполнен пересчет с новыми данными.



Также можно выполнить эту команду повторно с другими настройками, сохранив обе карты в дереве программы.

Все результаты измерений сохраняются из обычного режима в форматах .scanproj и .rv3d, или из режима Редактора в .rv3d.

Для вывода на печать изображение можно сохранить в одном из предлагаемых растровых форматах.

Команда **Снимок сцены** предназначена для обеспечения качественного сохранения результатов измерений, отображенных на 3D сцене, в растровых форматах BMP, PDF, PNG, JPEG. Пользователь может выбрать разрешение итоговой картинка.

