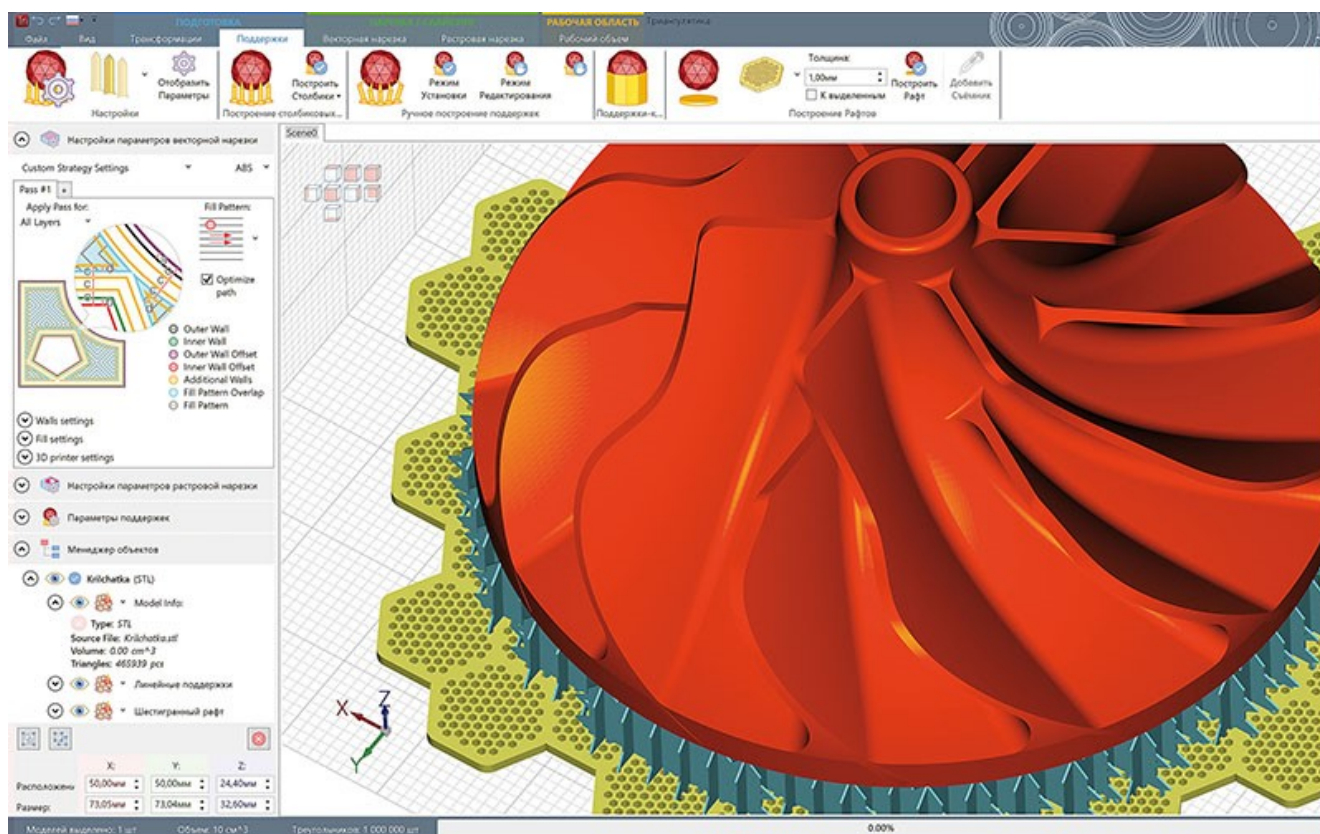


Руководство пользователя

Triangulatica



06.09.2022
Санкт-Петербург

Содержание

Содержание	2
О продукте Triangulatica	10
Авторские права	11
Авторы	11
Сведения о государственной регистрации ПО для ЭВМ Triangulatica	11
Сведения о товарном знаке Triangulatica	11
Уведомление об авторских правах третьих лиц	11
Уведомление о других торговых марках и авторских правах	11
Сведения о документе	12
Способы связи	13
Термины, понятия и форматы	14
Термины	14
Форматы	14
История версий и развитие продукта	16
Triangulatica 1.8.4	16
Расширены возможности для печати песком и других технологий печати связующим (BinderJet)....	16
Triangulatica 1.8.2	16
FDM/FFF слайсинг под любым углом.....	16
Экспорт сборок из КОМПАС 3D в Triangulatica	16
Triangulatica 1.7.0	16
Совместимость с видео-картами AMD RADEON	16
Совместимость с видео-картами INTEL	17
Увеличена производительность расчетов на GPU.....	17
Переход на платформу .NET CORE.....	17
Обновленный установщик	17
Triangulatica 1.6.0	17
Генерация заполняющих мета-структур.....	17
Экспорт в формат AFF	17
Переработан интерфейс менеджера объектов	17
Переработано основное ленточное меню программы	18
Triangulatica 1.5.5	18
Перемещение объектов мышкой.....	18
Дублирование объектов (Ctrl+D).....	18
Улучшена функция Изолированные блоки	18
Triangulatica 1.5.4	18

Рабочие поля цилиндрической формы	18
Сигнализация монтажных отверстий.....	18
Слайсиг с учетом UpSkin и DownSkin	19
Задание порядка следования проходов (пассов) модели.....	19
Tips & Trics	19
Новый алгоритм оптимизации моделей	19
Новый установщик.....	20
Менеджер пресетов для поддержек.....	20
Улучшены алгоритмы экспорта в CLI и SLC-форматы	20
Другие улучшения	20
Triangulatica 1.4.5.3	20
Многоматериальная нарезка	20
Triangulatica 1.4.4.0	21
Triangulatica 1.4.3.2	21
Triangulatica 1.4.2.4	21
Новые форматы импорта: IFC, AMF, 3MF, 3DS, Blender, FBX, OBJ, PLY, X3D.....	21
Undo/Redo	21
Сервер лицензий	21
Triangulatica 1.4.1.5	21
Triangulatica 1.4.1.4	21
Triangulatica 1.4.0.6	21
Triangulatica 1.3.2.3	21
Формат CLI	21
Triangulatica 1.3.1.7	21
Пресеты поддержек	21
Drag'n'Drop	22
Обновлены алгоритмы поддержек.....	22
Triangulatica 1.3.0.34	22
Поддержки экстремумов	22
Поддержки периметров	22
Новый менеджер принтеров.....	22
Расширенные профили материалов.....	22
G-code для FDM/FFF.....	22
Улучшения в экспорте в SLC.....	22
Улучшения в экспорте в TriBin	22
Режим нарезки с разными стратегиями на одном столе	22

Обновления средств анализа	22
Поддержка расширяется.....	22
Triangulatica 1.2.2.0	22
Формат экспорта SLC	22
Triangulatica 1.2.0.6	23
Поддержка таблиц коррекции	23
Новый менеджер принтеров.....	23
Улучшения алгоритмов	23
Системные требования для функционирования ПО Triangulatica	24
Информация от разработчиков.....	24
Минимальные системные требования.....	24
Рекомендованные системные требования	24
Дополнительная информация.....	25
Лицензирование.....	26
Пробная версия	26
Драйвер лицензий.....	26
Удаление драйвера лицензий.....	26
Виды лицензионных ключей	26
Простой цифровой ключ	26
USB-ключ	26
Приобретение лицензии Triangulatica	27
Проблемы возникающие при установке	28
Получение дистрибутива	29
Процесс установки Triangulatica.....	30
Запуск пакета установки	30
Разрешение на установку	30
Выбор языка установки	30
Приветственный диалог пакета установки.....	31
Лицензионное соглашение	31
Выбор компонентов для установки	32
Выбор пути установки	32
Проверка перед установкой	33
Копирование файлов.....	33
Завершение установки	34
Первый запуск и активация цифровой лицензии.....	35
Первый запуск.....	35

Получение базовых навыков с Tips & Tricks	35
Ввод лицензионного ключа	36
Удаление Triangulatica.....	37
Сведения об удалении Triangulatica	37
Запуск процесса удаления	37
Выбор языка удаления	38
Завершения удаления	38
Знакомство с Triangulatica.....	39
Tips & Tricks	39
Сигнализация о появлении новой версии и возможности обновления	39
Язык интерфейса	40
Управление сценой при помощи мыши.....	41
Обозначения	41
Выделение объекта на рабочей сцене	42
Приближение и отдаление сцены (Zoom).....	42
Вращение сцены (Rotate).....	42
Перемещение сцены (Pan).....	42
Приближение и отдаление объекта	43
Вращение вокруг объекта.....	43
Перемещение объекта	43
Элементы рабочего окна	44
Главное меню.....	44
Меню функций главного меню	45
Меню проекции рабочей сцены	45
Окно настроек параметров основных функций.....	46
Многооконная основная рабочая сцена	46
Менеджер объектов рабочей сцены	47
Меню быстрых параметров.....	48
Статус-бар.....	48
Индикатор направления осей рабочей сцены.....	48
Прогресс-бар	48
Меню для работы с группами объектов.....	48
Меню для выделений объектов.....	48
Структура меню	49
Файл (File).....	49
Создать	49

Открыть (Open).....	49
Сохранить (Save)	50
Сохранить как (Save as)	50
Сохранить всё (Save all)	50
Импортировать (Import).....	50
Экспортировать (Export).....	51
3D печать (3D printing).....	51
Настройка (Settings).....	51
Лицензирование (Licensing).....	51
Плагин (PlugIn)	52
О Triangulatica (About Triangulatica)	53
Выход (Exit).....	53
Вид (View).....	53
Группа Режим просмотра (Group View Mode).....	53
Группа Опции просмотра (Group View options)	54
Группа Настройки нижних поверхностей (Group Down facing settings).....	55
Группа Настройки срезов (Group Clipping settings)	56
Трансформации (Transformations)	57
Группа Расположение (Position).....	57
Группа Размеры (Group Dimensions).....	57
Группа Перемещение (Group Translation)	57
Группа Вращение (Group Rotation).....	57
Группа Масштабирование (Group Scaling).....	58
Группа Отражение (Group Flipping).....	58
Группа Выравнивание (Group Arrange).....	58
Поддержки (Supports)	59
Группа Настройки (Settings)	59
Группа Построение столбиковых поддержек (Group Build pillar supports)	60
Группа Ручное построение поддержек (Group Build manual supports).....	66
Группа Теневые поддержки (Group Build bed supports).....	67
Группа Построение рафтов (Group Build raft).....	67
Векторная нарезка (Vector slicing).....	69
Группа Настройки параметров векторной нарезки (Group Vector slicing settings).....	69
Группа Угол нарезки (Group Slice angle).....	69
Группа Настройки параметров сохранения (Group Vector slicing saving)	70
Группа Слайсинг (Group Slicing)	71

Растровая нарезка (Raster slicing).....	71
Группа Настройки параметров векторной нарезки (Group Raster slicing settings)	71
Группа Настройки параметров сохранения (Group Raster slicing saving).....	71
Группа Слайсинг (Group Slicing)	73
Оптимизация (Optimize).....	73
Группа Шум поверхности (Group Surface noise).....	73
Рабочий объем (Work field)	74
Группа Форма (Group Work field form).....	74
Группа Размер (Group Work field size).....	74
Группа Сетка (Group Grid).....	74
Группа Единицы измерения (Group Units)	75
Работа с Triangulatica.....	76
Настройка Triangulatica	76
Кнопка Сохранить все настройки	76
Настройка функций слайсеров и интерфейса	77
Начало работы с Triangulatica на типичном примере	77
Описание типичного примера.....	77
Создание и конфигурирование новых принтеров.....	78
Создание и конфигурирование новых материалов.....	81
Создание и конфигурирование новых стратегий	86
Работа со стратегиями, материалами и принтерами.....	88
Логика организации данных.....	88
Менеджер принтеров	89
Выбор активного принтера.....	90
Отображение технологии, поддерживаемой принтером	90
Разрешение округления при расчетах.....	91
Добавление нового принтера в ручном режиме	91
Добавление нового принтера из онлайн-библиотеки Triangulatica	99
Подключение векторной таблицы коррекции.....	100
Подключение растровой таблицы коррекции	101
Изменение настроек принтера	102
Менеджер материалов	102
Виды материалов	103
Выбор активного материала.....	103
Настройка цвета материала.....	104
Описание материала	104

Наименование каталога (папки)	105
Добавление материала	106
Удаление материала	113
Копирование материала	113
Изменение настроек материала	113
Добавление нового материала из онлайн-библиотеки Triangulatica	113
Менеджер стратегий	113
Связь Менеджера стратегий и интерфейса Triangulatica	115
Добавление новой стратегии	118
Удаление стратегии	118
Добавление и удаление материала с стратегию	118
Генерация поддержек	119
Настройка типа и параметров поддержек	120
Работа с пресетами поддержек	123
Автоматическая генерация поддержек	124
Поля поддержек-столбиков	125
Пример действий по построению поддеожек-столбиков	125
Поддержки периметров	132
Пример действий по построению поддержек периметров	133
Поддержки экстремумов	136
Ручное установка/редактирование и удаление поддержек	138
Пример действий по построению поддержек в ручном режиме	138
Генерация рафтов	146
Пример действий по построению рафтов	147
Настройка векторного слайсера	149
Выбор стратегии и материала	150
Пассы (Проходы)	150
Стены	151
Дополнительные стены	152
Заполнения	153
Дополнительные команды конфигурирования закрасок	154
2D закраски	155
Заполняющие структуры (3D закраски)	161
Платформозависимые настройки	162
Пример настроек 3D принтера	163
Настройка растрового слайсера	165

Выбор стратегии и материала	165
Пассы (Проходы).....	165
Стены	167
Заполнения.....	168
Нарезка сцены	168
Печать из Triangulatica.....	168
BackUp и восстановление настроек	170

О продукте Triangulatica

Triangulatica - мощный слайсер (CAM программное обеспечение для аддитивного производства) на базе GPU-вычислений предназначенная для существующих и перспективных технологий аддитивного производства.

Triangulatica предназначена для получения максимальных результатов от любой системы 3D-печати - от домашнего до промышленного уровня. Кроме того, Triangulatica предоставляет уникальные возможности для разработки новых 3D-принтеров на основе любого метода аддитивного производства.

Если пользователь и оператор ранее работал с другими продуктами для подготовки столов и рабочих сцен в аддитивном производстве, то просим основательно изучить данный документ целиком, так как развитие Triangulatica и подходы к процессу подготовки рабочих столов и слайсинга развиваются по собственной логике и правилам, которые имеют мало общего с ранее известными продуктами и не опираются на подходы других разработчиков.

Авторские права

©2016-2022, Copyright Denis Vlasov and Dmitry Shchelkunov. All rights reserved.

©2016-2022, Copyright Власов Денис Юрьевич и Щелкунов Дмитрий Владимирович. Все права защищены.

Авторы

Авторские права на программный продукт Triangulatica принадлежат уважаемым авторам:

- Власов Денис Юрьевич;
- Щелкунов Дмитрий Владимирович.

Сведения о государственной регистрации ПО для ЭВМ Triangulatica

В Федеральной службе по интеллектуальной собственности Российской Федерации (РОСПАТЕНТ) ПО для ЭВМ Triangulatica зарегистрировано и охраняется законом. Получено свидетельство №2021663985 от 27.08.2022г.



Сведения о товарном знаке Triangulatica

В Федеральной службе по интеллектуальной собственности Российской Федерации (РОСПАТЕНТ) товарный знак Triangulatica зарегистрирован и охраняется законом. Получено свидетельство №788619 от 15.12.2020г. Товарный знак имеет приоритет от 27 августа 2019г.



Уведомление об авторских правах третьих лиц

- Assimp is released as Open Source under the terms of a 3-clause BSD license. Copyright (c) 2006-2015 assimp team. All rights reserved.
- OpenTK is released as Open Source under the terms of MIT license. Copyright (c) 2006-2019 Stefanos Apostolopoulos for the Open Toolkit project.
- Clipper is released as Freeware for both open source and commercial applications (Boost Software License). Copyright © 2010-2014 Angus Johnson.
- Sentinel Licensing API (.NET) is a part of Sentinel LDK. Copyright 2021 Thales Group. All rights reserved.
- Fluent.Ribbon is an Open Source WPF control library licensed under the MIT License. Copyright © 2015 - 2021 Bastian Schmidt; Copyright © 2009 - 2012 Degtyarev Daniel, Rikker Serg. All rights reserved.
- WPF BlendModeEffectLibrary is released as Freeware by Cory Plotts.

Уведомление о других торговых марках и авторских правах

Все упомянутые в документе торговые марки, товарные знаки, программы для ЭВМ и продукты, не указанные выше, являются собственностью их уважаемых владельцев.

Сведения о документе

Данное руководство пользователя предназначено для конечных пользователей и должностных лиц, осуществляющих установку и настройку программного обеспечения (ПО) Triangulatica (далее – Triangulatica или Слайсер Triangulatica).

Настоящее руководство пользователя содержит информацию, необходимую операторам и системным администраторам для эксплуатации ПО Triangulatica и информацию о необходимых действиях для использования всего потенциала ПО и его функций.

Руководство пользователя не заменяет учебную, справочную литературу, руководства от производителя операционной системы и прочие источники информации, освещающие работу с операционной системой и её графическим пользовательским интерфейсом.

Авторы оставляют за собой право обновлять и дополнять данный документ без обязательного уведомления пользователей. Актуальная версия документа опубликована на веб-странице продукта и доступна по ссылке:

<https://triangulatica.com/ru/software-ru/triangulatica-ru/>

Все версии ПО Triangulatica (в том числе и бесплатная пробная версия) распространяются из единого дистрибутива (установщика). При первом запуске Triangulatica запустится как полнофункциональная пробная версия. Пробная версия будет работоспособна в течение 90 дней и позволит выполнить 10 полных генераций САМ-программ (нарезок) для любого типа аддитивных технологий. После исчерпания лимита пробных нарезок, Triangulatica перейдет в режим ограниченной функциональности и будет генерировать управляющую программу для одного случайного слоя аддитивного построения.

Внимание: во время активации ПО Triangulatica, компьютер должен иметь доступ в интернет и не запрещать исходящие соединения до **license.triangulatica.com**

Способы связи

По вопросам:

- приобретения лицензий на ПО Triangulatica;
- заключения OEM контрактов с разработчиками систем аддитивного производства;
- приобретения учебных лицензий на ПО Слайсер Triangulatica;
- получения аккредитации торгового представителя;
- продления тестового периода;
- получения технической поддержки.

Обращаться на info@triangulatica.com

Термины, понятия и форматы

Термины

Triangulatica (Триангулятика) – вымышленное слово (феминизм), название программы. Впервые озвучено Власовым Д.Ю. в 2015 году в качестве названий одного из проектов в сфере аддитивного производства.

Слайсер – программа для генерации послойных САМ-программ (управляющих программ) для систем аддитивного производства по загруженной на рабочую сцену моделям.

Слайсинг – процесс генерации управляющих программ (САМ-программ) для систем аддитивного производства, проводимый в качестве одного из этапов по подготовке производства.

Нарезка – см. Слайсинг.

UpSkin - вверх смотрящие поверхности модели;

DownSkin - вниз смотрящие поверхности модели;

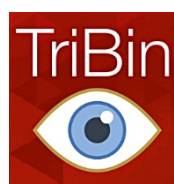
Поддержки, поддерживающие структуры – элементы рабочей сцены, достраиваемые в автоматическом или ручном режиме к объектам на рабочей сцене с целью обеспечения процесса аддитивного производства объекта. Поддержки применяются для обеспечения начала формирования объекта и для сохранения формы объекта, которая может быть нарушена вследствие физических особенностей поведения материалов при энергетическом воздействии.

Форматы

Формат .trisav – проприетарный защищенный формат Triangulatica, содержащий описание сцены (объекты, расположение, поддержки, рафты и т.д.). Формат содержит указатели на сами объекты (формат описания сборки), но не содержит сами данные о форме объектов. Таким образом, при передаче файла данного формата его надо сопровождать исходными файлами моделей, которые присутствуют на сохраненной сцене.

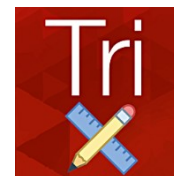


Формат .tribin – это RAW формат (формат сырых данных), который генерирует Triangulatica для управления системами сканирования и лазерами. В формате хранится несжатый поток данных для прямого исполнения. Формат раскрывается по запросам. Так как это формат «сырых данных» (по аналогии с фото RAW-формата), которые не верифицируются исполнительной системой, а только исполняются, – это крайне простой, но мощнейший способ вытягивать невозможное из 3D принтеров. Но, также, это легкий путь к введению систем принтера в режимы, которые могут повредить какую-то из подсистем установки. Формат может быть визуализирован при помощи утилиты TriBin Viewer:



<https://triangulatica.com/ru/software-ru/tribin-viewer-ru/>

Формат .tricorr - проприетарный защищенный формат таблиц коррекции дисторсий рабочего поля, возникающий у лазерных гальво-систем с асферической оптикой или систем отклонения электронного луча. Подготовка таблиц коррекции в формате осуществляется при помощи утилиты TriCorrection:



<https://triangulatica.com/ru/software-ru/tricorrection-ru/>

Формат .stl - Triangulated mesh:

[https://en.wikipedia.org/wiki/STL_\(file_format\)](https://en.wikipedia.org/wiki/STL_(file_format))

Формат .ifc - Industry Foundation Classes:

https://ru.wikipedia.org/wiki/Industry_Foundation_Classes

Формат .amf - Additive manufacturing file format:

https://en.wikipedia.org/wiki/Additive_manufacturing_file_format

Формат .3mf - 3D Manufacturing Format:

https://en.wikipedia.org/wiki/3D_Manufacturing_Format

Формат .3ds – Autodesk:

<https://en.wikipedia.org/wiki/.3ds>

Формат .blend/.blender - 3D software Blender format:

<https://www.blender.org/>

Формат .fbx – Autodesk:

<https://ru.wikipedia.org/wiki/FBX>

Формат .obj - Wavefront 3D object file:

https://en.wikipedia.org/wiki/Wavefront_.obj_file

Формат .ply - Polygon File Format:

[https://en.wikipedia.org/wiki/PLY_\(file_format\)](https://en.wikipedia.org/wiki/PLY_(file_format))

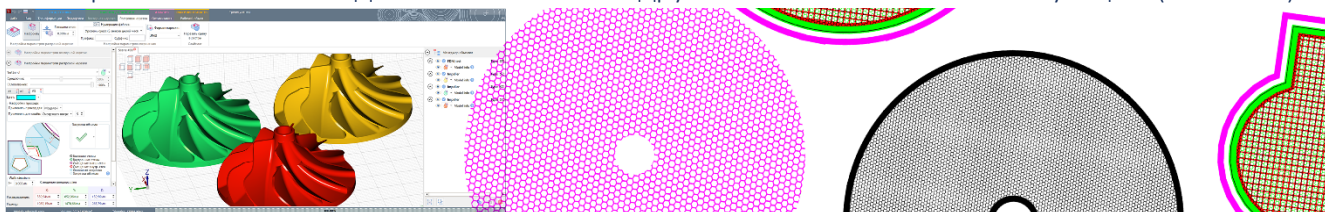
Формат .x3d - Extensible 3D Graphics:

<https://en.wikipedia.org/wiki/X3D>

История версий и развитие продукта

Triangulatica 1.8.4

Расширены возможности для печати песком и других технологий печати связующим (BinderJet)



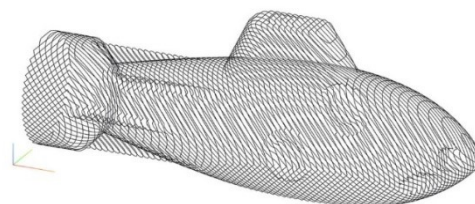
Новые функции растровой нарезки в слайсере Triangulatica ориентированы на применение в различных системах печати связующим (BJ или BinderJet) на основе печатающих пьезо-головок (печать песчаных форм, печать гипсом, печать керамиками и т.д.): определение цвета фона; настройка логики формирования слоев и наложения масок; настройка масок коррекции для принтеров; RGB, CMY, Grayscale цвета нарезки разных; растровый многопроходный слайсинг; печать на одном столе в разных режимах; построение вспомогательных стен.

Triangulatica 1.8.2

FDM/FFF слайсинг под любым углом

Нарезка для FFF/FDM профессионального уровня под любым углом поддерживается в Triangulatica.

Разрабатывайте системы для печати длинномерных изделий и крупногабаритных деталей, создавайте системы AM, которые печатают в настоящем 3D!



При печати крупногабаритных или длинномерных изделий (корпусов катеров и лодок, гиперемкостей, баллонов и т.д.) естественная усадка материала при остывании вызывает серьезную анизотропию свойств изделия. Новая функция слайсинга по плоскостями под различными углами дает возможность распределить силы внутренних напряжений в нужном направлении, удобно расположить изделие в системе печати и сократить время производства изделий позволяет. Рекомендуем попробовать наше решение тем, кто строит большие принтеры.

Экспорт сборок из КОМПАС 3D в Triangulatica

Функционал экспорта из САПР КОМПАС 3D в Triangulatica инженерных сборок с сохранением связей и взаиморасположения элементов сборки.



Triangulatica 1.7.0

Совместимость с видео-картами AMD RADEON

Версия 1.7 содержит серьезные обновления, направленные на расширение совместимости и понижение требований к аппаратному обеспечению компьютеров. В число поддерживаемых видео-карт включены видео-карты на базе AMD RADEON и некоторые встраиваемые в материнские платы видео-чипы.



Совместимость с видео-картами INTEL

Реализована совместимость с видео-чипами Intel.

Увеличена производительность расчетов на GPU

Оптимизация алгоритмов работы расчетных ядер Triangulatica позволила получить прирост производительности некоторых вычислений на видео-картах в 2-3 раза.

Переход на платформу .NET CORE

Начиная с версии 1.7 Triangulatica работает на платформе .NET CORE.



Обновленный установщик

Обновленная версия программы установки, лучше проводит все операции по развертыванию Triangulatica на компьютере пользователя и компонентов, необходимых для полнофункциональной работы.

Triangulatica 1.6.0

Генерация заполняющих мета-структур

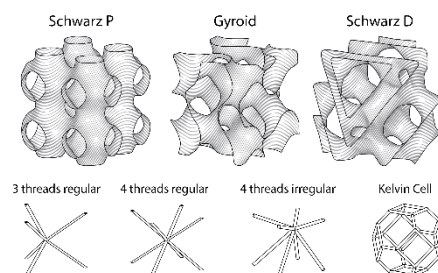
В Triangulatica стали доступны 3х мерные параметрические заполнения сетками и минимальными поверхностями. Расчет мета-структур (решеток, сеток и минимальных поверхностей) происходит на лету во время процесса нарезки.



Пользователи получили возможность производить расчет слоев с заполнениями 3 и 4-ниточными регулярными

решетками, 4 ниточными нерегулярными решетками, ячейкой Кельвина, минимальной поверхностью гироида и минимальными поверхностями Шварца типа P (Примитив) и D (Алмаз). Размер генерируемых заполнений может быть любым и это дает возможность исключить подготовку детализированной 3D модели большого объема и траты колоссальных вычислительных ресурсов и времени на обсчет этой модели.

Новые замечательные возможности интегрированы в логику формирования сложных стратегий заполнения Triangulatica и востребованы в медицине, двигателестроении, космической отрасли и т.д.



Экспорт в формат AFF

Реализована возможность экспортировать слои нарезки в формат AFF.

Видео инструкция: <https://triangulatica.com/ru/documentation-ru/video-tutorials-ru/#AFF-format>

Переработан интерфейс менеджера объектов

Triangulatica получила обновленный интерфейс пользователя.

Переработан менеджер объектов для более удобной работы.

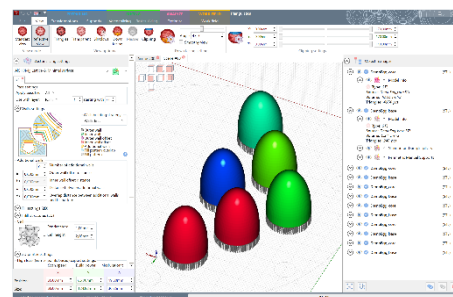
Новый менеджер объектов перенесен в правую часть основного

окна и более плотно скомпонован. Это изменение упрощает

работу со сложными объектами на сцене и делает более

наглядным назначение стратегий на эти объекты и их

компоненты.



Переработано основное ленточное меню программы

Незначительные стилистические изменения произведены с основным ленточным меню Triangulatica.

Triangulatica 1.5.5

Перемещение объектов мышкой

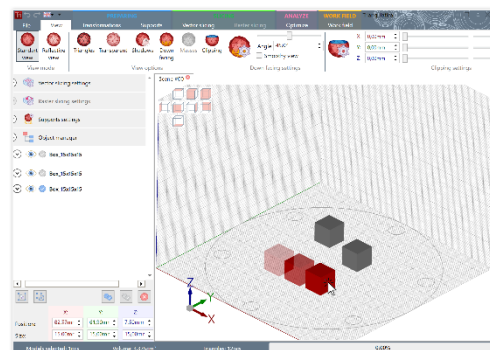
Реализовано перемещение объектов или группы объектов в плоскости с нажатой левой кнопкой мыши при расположении курсора на объекте или группе объектов. При зажатой клавише Ctrl можно переместить только один объект из выделенной группы.

Дублирование объектов (Ctrl+D)

Появилась возможность создавать копии объектов и групп объектов, используя функцию дублирования. Возможно применять сочетание клавиш Ctrl+D, чтобы дублировать быстрее.

Улучшена функция Изолированные блоки

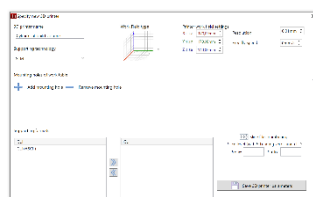
Функция Изолированные блоки теперь работает в стратегиях Простая однонаправленная закраска и Простая двунаправленная закраска. Возможно использовать параметр Изолированные блоки для того, чтобы организовать чересстрочную закраску среза.



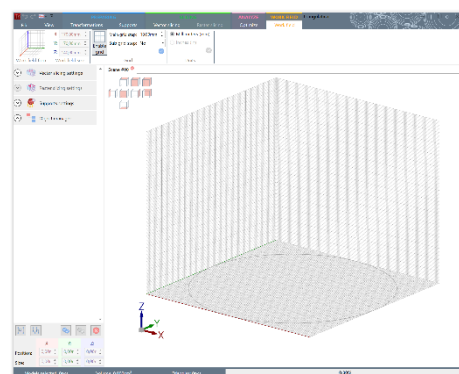
Triangulatica 1.5.4

Рабочие поля цилиндрической формы

Реализована поддержка рабочих полей цилиндрической формы с ортогональной координатной сеткой.

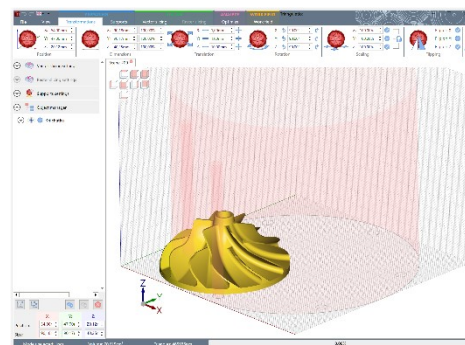


Теперь нашим пользователям удобно готовить рабочие столы для систем аддитивного производства, имеющих круглую рабочую зону по XY. В основании рабочего объема отображается граница стола. Если модель выходит за рабочее поле, то Triangulatica отображает границы объема построения, и пользователь сразу видит, где модель пересекла границы объема построения, и может передвинуть модель так, чтобы она полностью вернулась в зону построения.



Сигнализация монтажных отверстий

Реализовано отображение и настройка монтажных отверстий рабочей платформы и сигнализация пересечений моделями монтажных отверстий.

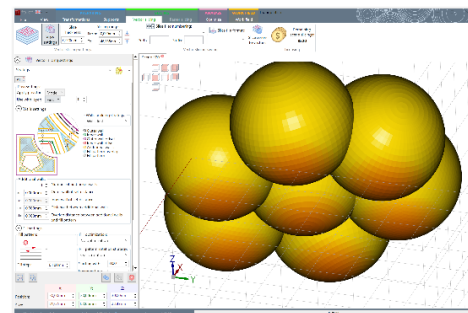


Triangulatica позволяет настраивать расположение отверстий рабочего стола для того чтобы пользователь мог контролировать пересечения изделий с этими отверстиями. Таким образом, Triangulatica помогает пользователю не размещать модели в тех зонах рабочего стола, к которым после печати нужно будет обеспечить доступ для снятия рабочего стола из установки аддитивного производства. Эта функция актуальна для SLM-систем 3D печати, где часто рабочая платформа фиксируется крупными болтами.

Слайсиг с учетом UpSkin и DownSkin

- UpSkin - вверх смотрящие поверхности;
- DownSkin - вниз смотрящие поверхности.

Для получения качественных поверхностей мы ввели возможность задавать отдельные режимы 3D печати для поверхностей моделей, которые ориентированы вверх или вниз. Например, при печати металлами по SLM-технологии необходимо обеспечивать качественное сцепление с поддержками тех поверхностей модели, которые направлены к рабочему столу, но для получения качественных и ровных поверхностей, направленных вверх, требуются более мягкие режимы. В Triangulatica появилась возможность при разработке стратегии нарезки создавать дополнительные проходы (пассы), которые распространяются только на нужные части модели на определенную пользователем глубину.



Используя UpSkin/DownSkin в Triangulatica можно строить оболочные модели без дополнительного реинжиниринга самой модели: создайте параметры в первом проходе (пассе) для поддержек, второй проход (пасс) настройте для DownSkin, в третий проход внесите настройки для обычных слоев модели с большим числом стен без заполнения самого тела модели, а в четвертый проход внесите параметры для UpSkin. При печати сформируется оболочка модели без заполнения. Находящийся внутри оболочки материал можно будет потом удалить, просверлив в готовом изделии отверстие.

Задание порядка следования проходов (пассов) модели

Оператор может задавать порядок построения элементов сцены печати. Эта функция будет полезна тем, кто использует технологию проникающих поддержек при 3D печати, делает сложные стратегии с закраской слоя в несколько этапов или оперирует с настройками UpSkin/DownSkin.

Пример: для работы со сложными материалами может потребоваться сделать первым проходом армирующую сетку на срезе слоя с крупным шагом, а вторым проходом уже закрасить эту сетку паттерном с частыми линиями. Просто создайте несколько проходов с разными параметрами и, изменяя порядок проходов перетаскиванием, установите нужный порядок.

Tips & Trics

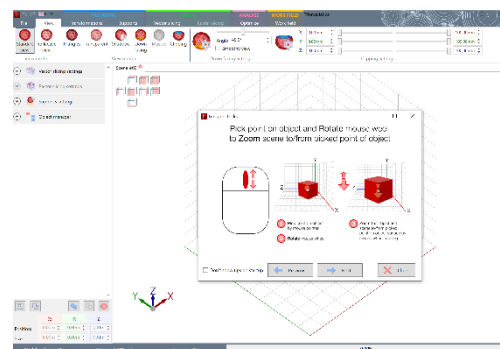
Советы и рекомендации (Tips & Trics) появились в Triangulatica.

Быстро изучить управление интерфейсом можно посмотрев на подсказки при запуске Triangulatica. Отключенные подсказки всегда можно включить заново в настройках.

Новый алгоритм оптимизации моделей

Ускорение этапа предслайсинга в 1 000 – 10 000 раз.

Алгоритм работает одинаково эффективно и быстро как на маленьких, так и на очень больших моделях.



Новый установщик

Новый инсталлер позволяет нашим пользователям производить установку на удобном языке. Сейчас доступны: английский, русский, китайский, французский и испанский.

В новый инсталлер включена возможность автоматической установки нашей бесплатной утилиты TriBinViewer, которая позволяет анализировать файлы нарезки нашего формата .tribin.

Менеджер пресетов для поддержек

Наши пользователи могут создавать теперь наборы любимых поддержек и в один клик строить поддержки этого типа в ручном или автоматическом режимах. Чтобы создать пресет поддержек, установите нужные параметры поддержек и нажмите кнопку «Создать пресет». Пресет будет доступен при выборе типа поддержек (символ > справа от внешнего вида поддержки)

Улучшены алгоритмы экспорта в CLI и SLC-форматы

Эта возможность Triangulatica позволяет легко настроить наш слайсер для работы с системами печати, которые используют в качестве входного формата нарезки, форматы SLC или CLI. Зайдите в меню Файл – Настройки и в разделе «Принтеры» создайте SLC принтер или CLI принтер и выделите его. Потом чуть выше (в разделе «Материалы») добавьте материал нужного типа и еще выше (в разделе «Стратегии») создайте стратегию с этим материалом. Triangulatica готова к работе с вашим принтером!

Другие улучшения

- Ускорена работа интерфейса Triangulatica;
- Переработаны настройки новых принтеров, материалов и стратегий;
- Исправлено большое кол-во ошибок;
- Повышена стабильность работы с Triangulatica;
- Начата локализация словарей Triangulatica на китайский язык;
- Значительно улучшены алгоритмы автоматического формирования поддержек для локальных минимумов и периметров моделей;
- В менеджер объектов добавлены возможности быстрого выделения или снятия выделения со всех объектов, удаления выделенных объектов и операции группировки объектов;
- Ускорены алгоритмы нарезки.

Triangulatica 1.4.5.3

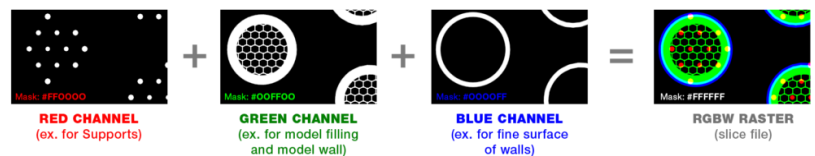
Многоматериальная нарезка

В этом выпуске Triangulatica

реализована наша новая

технология многоматериальной и

многопроходной растровой нарезки. С помощью этой технологии пользователи могут получать в одном срезе (изображение последовательности .PNG, например) информацию о различных стратегиях отверждения УФ-смолы или определять различные стратегии для каждого функционального элемента на рабочем столе (модели, поддержек, рафтов, стен модели или внутренних частей модели), т.к. нарезка разных частей модели осуществляется в различные цветовые каналы одного файла слоя. Программа печати принтера может быть запрограммировано на разное время отверждения для каждого цветового канала среза. Также эта технология может быть очень полезна для MJM, BinderJet, других технологий Jet, технологий 3D-печати на основе пьезоструйных печатающих головок, BioPrinting и других решений, поскольку они дают широкие возможности для смешивания печатного материала внутри одного слоя.



Triangulatica 1.4.4.0

- Добавлена Растровая мультипроходная нарезка.

Triangulatica 1.4.3.2

- Улучшены алгоритмы растровой нарезки.

Triangulatica 1.4.2.4

Новые форматы импорта: IFC, AMF, 3MF, 3DS, Blender, FBX, OBJ, PLY, X3D

Расширен список форматов импорта моделей: IFC, AMF, 3MF, 3DS, Blender, FBX, OBJ, PLY, X3D.

Undo/Redo

Добавлена ожидаемая пользователем функция Undo/Redo, в результате чего появилась возможность производить откат по истории действий пользователя.

Сервер лицензий

Запущен сервер лицензий и теперь поддерживается онлайн-активация.

Triangulatica 1.4.1.5

- Увеличена скорость генерации поддержек и введены новые алгоритмы расчета поддержек.

Triangulatica 1.4.1.4

- Улучшена производительность интерфейса.

Triangulatica 1.4.0.6

- Новые функции в построении рафтов: теперь рафты можно масштабировать;
- Исправлены некоторые ошибки.

Triangulatica 1.3.2.3

Формат CLI

CLI поддерживается в Triangulatica! Теперь можно использовать Triangulatica с 3D принтера построенными на гальво-сканаторах от ScanLabs, Raylase, Cambridge Technologies:

- CLI ASCII & CLI бинарный формат поддерживаются в Triangulatica для экспорта, что расширяет возможности интеграции ПО;
- Поддерживается и экспорт параметрических заливок и штриховок слоев в формат CLI для расширения возможностей пользователя;
- Как настроить принтер на работу с форматом CLI: <https://triangulatica.com/ru/documentation-ru/video-tutorials-ru/#CLI-format>.

Triangulatica 1.3.1.7

Пресеты поддержек

Добавлен менеджер пресетов для поддержек – пользователь может делать удобные пресеты настроек поддержек, между которыми быстро переключаться.

Drag'n'Drop

Drag'n'Drop для открытия сцен и импорта моделей.

Обновлены алгоритмы поддержек

Новый алгоритм на основе графического процессора, который ускоряет расчет редактируемых поддержек.

Triangulatica 1.3.0.34

Поддержки экстремумов

Генерация редактируемых поддержек для «летающих» (локальных минимумов) частей 3D-модели;

Поддержки периметров

Генерация редактируемых поддержек для периметров 3D-моделей;

Новый менеджер принтеров

Новый менеджер принтеров для создания пользовательских профилей и управления предопределенными профилями;

Расширенные профили материалов

Расширенный менеджер профилей материалов с десятками параметров.

G-code для FDM/FFF

Нарезка G-code для 3D-принтеров FDM / FFF (альфа-версия).

Улучшения в экспорте в SLC

Улучшены алгоритмы нарезки для 3D-принтеров SLC.

Улучшения в экспорте в TriBin

Улучшены алгоритмы нарезки для 3D-принтеров TriBin.

Режим нарезки с разными стратегиями на одном столе

Режим нарезки с различными стратегиями 3D-печати на одном рабочем столе. Этот режим – настоящая находка для исследователей и ученых, позволяющий на одной рабочей платформе 3D принтера печатать изделия по различным стратегиям.

Обновления средств анализа

Новая модель анализатора, оптимизатора и массового конвертера в формат TriSTL;

Поддержка расширяется

Разделы «HowTo Triangulatica?» и «FAQ» открыты на канале ПО на YouTube.

Triangulatica 1.2.2.0

Формат экспорта SLC

Поддержка формата SLC! Теперь вы можете использовать Triangulatica для промышленных 3D SLA / SLM принтеров от Shinin3D, HontaiSLA, King3D и других систем 3D печати на базе технологий SLA, SLS и SLM.

Triangulatica 1.2.0.6

Поддержка таблиц коррекции

Функция калибровки гальво-сканаторов встроена в программное ядро векторной нарезки Triangulatica. Алгоритмы калибровки опираются на данных таблиц коррекции (используйте утилиту TriCorrection для создания таблиц коррекции). Теперь эта функция работает быстрее до 20 раз;

Новый менеджер принтеров

Новый диспетчер принтеров позволяет подключать сторонние принтеры в формате TriBin или загружать готовые профили принтеров с нашего сервера;

Улучшения алгоритмов

- Введен опциональный режим нарезки высокополигональных моделей с аппроксимацией, ускоряющий нарезку до 4 раз;
- Возможность контролировать синхро-тайминги включения / выключения лазера для SLM, SLA, SLS;
- Новый TriBin Viewer с анимированными функциями построения слоя и анимацией просмотра слоев;
- Улучшена математика создания структур поддержки.

Системные требования для функционирования ПО Triangulatica

В процессе своей работы Triangulatica активно использует функции графической подсистемы компьютера. Для обеспечения совместимости, разработчики реализовали возможность работы как со встроенными, так и с дискретными графическими подсистемами.

Triangulatica может быть установлена как на персональные, так и на встроенные в промышленное оборудование компьютеры, под управлением операционной системы Windows.

Информация от разработчиков

- Дистрибутив ПО Triangulatica содержит версии для архитектур x86 и x64 операционных систем Windows 7 и выше. Авторы рекомендуют эксплуатировать ПО под управлением 64-битной версии Microsoft Windows 10;
- Установленное ПО занимает на диске компьютера порядка 50 Мб;
- Требуется установленная .NET 6;
- Требуется работающий интерфейс OpenGL 4.3, реализуемый дискретной видеокартой или встроенным графическим ядром процессора. Предпочтение отдается видеокартам Nvidia, где шейдерные программы Triangulatica показывают неизменно высокую производительность (возможно использование графических ускорителей AMD и Intel);
- Объем оперативной памяти компьютера: 8 Гб и более.

Минимальные системные требования

- Операционная система: Windows 7 и выше;
- Объем оперативной памяти: 8 Гб;
- Разрешение монитора: 1024x768 пикселей;
- Встроенная графическая подсистема с поддержкой OpenGL 4.3.

Рекомендованные системные требования

- Операционная система: Windows 10 и выше;
- Объем оперативной памяти: 16 Гб;
- Разрешение монитора: 1920x1080 пикселей;
- Дискретная графическая подсистема (видеокарта) с поддержкой OpenGL 4.3 с собственной оперативной памятью;
- Экран с разрешением 4K и лучше.

Дополнительная информация

Ознакомьтесь с важной информацией по созданию резервных копий настроек Triangulatica:

1. Все файлы конфигурации (настройки принтера, настройки материалов и т. д.) хранятся в папке: ***C:\Users\#USER#\AppData\Local\Triangulatica***
2. Можно сделать резервную копию содержимого из этой папки или скопировать файлы из этой папки с одного компьютера на другой, чтобы перенести стратегии, принтеры и материалы;
3. В папке ***C:\Users\#USER#\AppData\Local\Triangulatica\BackUp*** хранится 20 версий конфигураций, предназначенных для восстановления предыдущих состояний среды Triangulatica.

Лицензирование

Пробная версия

При первой установке ПО Triangulatica в автоматическом режиме предоставляется пробный период длительностью 90 дней с возможностью использовать большую часть функций ПО и выполнить 10 полных пробных нарезок (слайсингов). Если пользователь израсходовал 10 пробных нарезок до истечения 90 дней, то ПО Triangulatica переходит в ограниченный режим функционирования и выполняет нарезку только одного случайного слоя.

До момента завершения действия пробного периода можно активировать коммерческую лицензию через меню Triangulatica *Файл* -> *Лицензирование*, либо подключив к компьютеру USB-ключ с лицензией.

После завершения пробного периода длительностью 90 дней, ПО Triangulatica перестанет запускаться и для активации коммерческой лицензии будет необходимо выполнить действия по разблокировке ПО по инструкциям, предоставляемым при приобретении коммерческой лицензии.

Запросить приобретение коммерческой лицензии можно написав запрос на: info@triangulatica.com

Драйвер лицензий

Пакет установки ПО Triangulatica устанавливает на компьютер драйвер лицензий, которые обеспечивают функционирование различных версий Triangulatica из одного дистрибутива. В некоторых случаях для разрешения установки драйвера лицензий может потребоваться сопровождение процесса установки системным администратором.

Проверить работоспособность драйвера лицензий и увидеть какая лицензия действует на компьютере можно, открыв в браузере локальный адрес: <http://localhost:1947/>

Удаление драйвера лицензий

Пакет установки ПО Triangulatica при Удалении ПО Triangulatica собственными средствами не удаляет драйвер лицензий, чтобы обеспечить возможное дальнейшее функционирование ПО Triangulatica на данном компьютере и сохранение лицензии для работы новой версии Triangulatica. Для удаления драйвера лицензий или переносе лицензии на другой компьютер, потребуется обращение в службу поддержки: info@triangulatica.com

Виды лицензионных ключей

Простой цифровой ключ

Представляет собой символьный набор, передаваемый клиенту электронным методом на электронную почту или на бумажном носителе. Инструкция по активации лицензии при помощи простого цифрового ключа смотрите в разделе [Первый запуск и активация цифровой лицензии](#) в подразделе [Ввод лицензионного ключа](#).

USB-ключ

Представляет собой USB-устройство, которое подключается к USB-разъёму компьютера и самостоятельно производит настройку и временную активацию лицензии. Использование USB-ключа позволяет осуществлять перенос



лицензии между несколькими компьютерами без обращения в службу поддержки Triangulatica. Лицензия активируется на том компьютере, к которому в данный момент подключен USB-ключ.

Приобретение лицензии Triangulatica

Приобрести лицензию на ПО Triangulatica (цифровую или на USB-ключе) с заключением всех необходимых договоров и получением документов, определяемых действующим законодательством Российской Федерации можно в компании ООО «ТРИАНГУЛЯТИКА» (info@triangulatica.com) или у других аккредитованных торговых представителей.

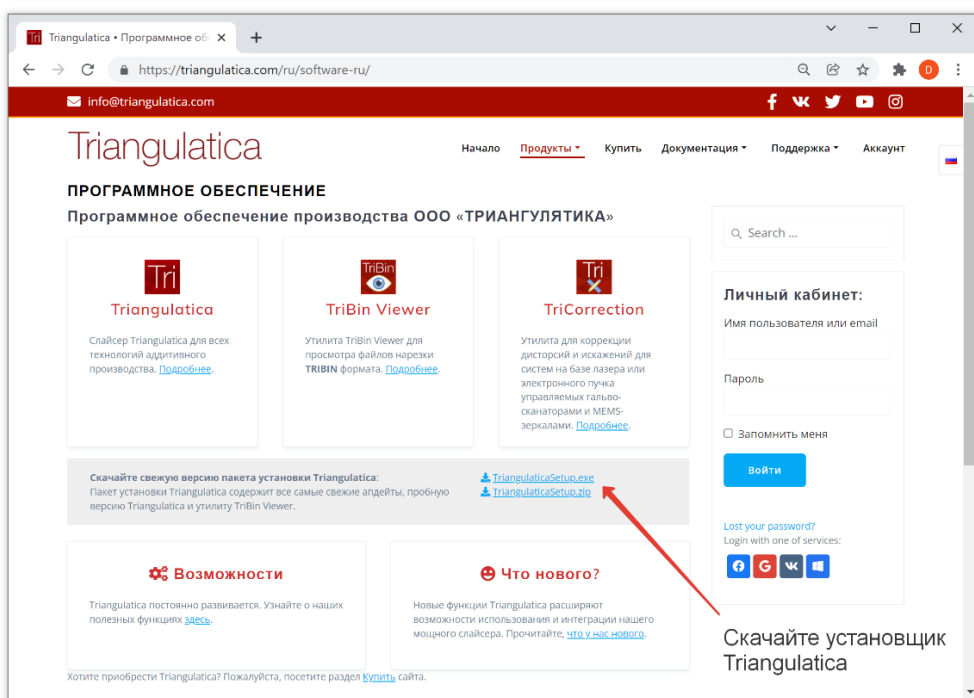
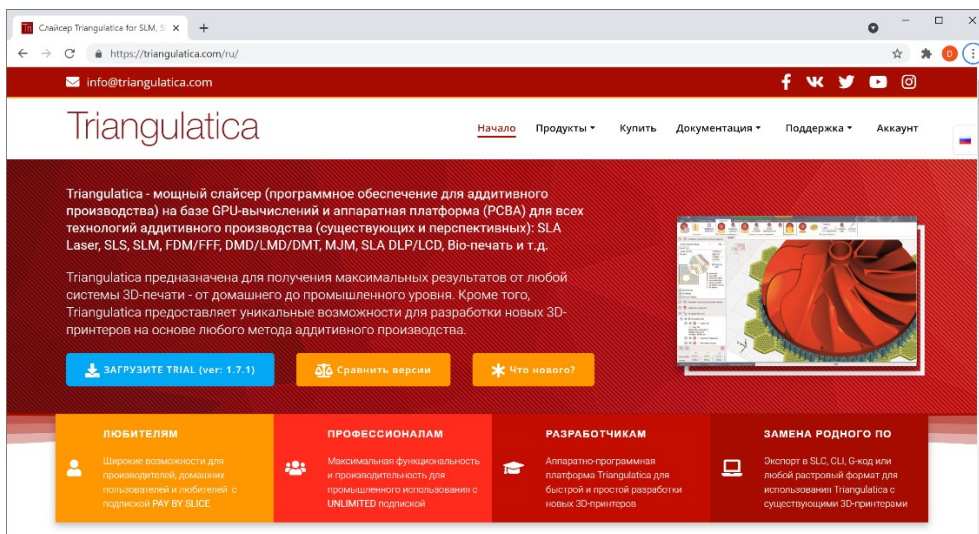
Проблемы возникающие при установке

Если установленная Triangulatica не запускается, то скорее всего у Вас закончилась ранее установленная Пробная версия Triangulatica. Напишите нам об этом и мы поможем произвести активацию коммерческой лицензии.

По вопросам технической поддержки или консультаций, просим писать авторам на адрес: info@triangulatica.com

Получение дистрибутива

Полный дистрибутив Triangulatica, содержащий все версии ПО, доступен для свободного скачивания с сайта <https://triangulatica.com/> с главной страницы (ЗАГРУЗИТЬ TRIAL) или в разделе Продукты (Software):



Для загрузки дистрибутива Triangulatica можно воспользоваться прямыми ссылками:

Прямая ссылка на дистрибутив (.exe): <https://triangulatica.com/download/TriangulaticaSetup.exe>

Прямая ссылка на дистрибутив (.zip): <https://triangulatica.com/download/TriangulaticaSetup.zip>

Дистрибутив может быть установлен непосредственно на компьютер, куда он был загружен, или может быть сохранен на носитель и установлен позднее с этого носителя.

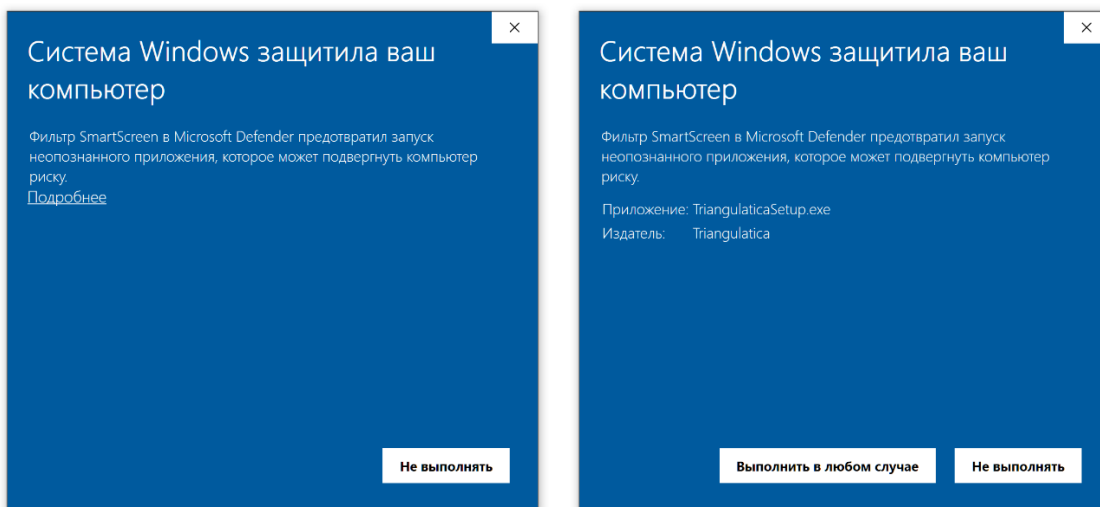
Процесс установки Triangulatica

Запуск пакета установки

Установка Triangulatica начинается с запуска пакета установки **TriangulaticaSetup.exe**. Если пользователем был получен дистрибутив в ZIP архиве, то необходимо извлечь исполняемый файл дистрибутива из архива и запустить его.

Разрешение на установку

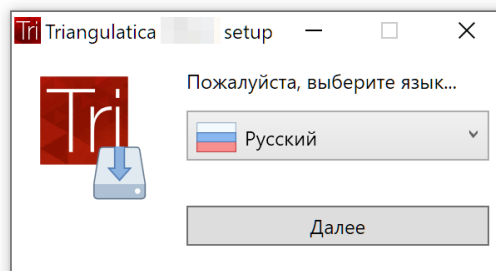
При запуске пакета установки **TriangulaticaSetup.exe**, службы безопасности фильтра SmartScreen от встроенной в операционную систему Windows утилиты Microsoft Defender могут выдать предупреждение «Система Windows защитила ваш компьютер». В первом окне данного диалога надо кликнуть мышью на ссылку **Подробнее** и нажать кнопку **Выполнить в любом случае**, убедившись, что в качестве издателя указана Triangulatica.



Если политика администрирования Windows на компьютере, куда устанавливается Triangulatica, не допускает установку скачанного с веб-сайтов ПО, необходимо обратиться к системному администратору.

Выбор языка установки

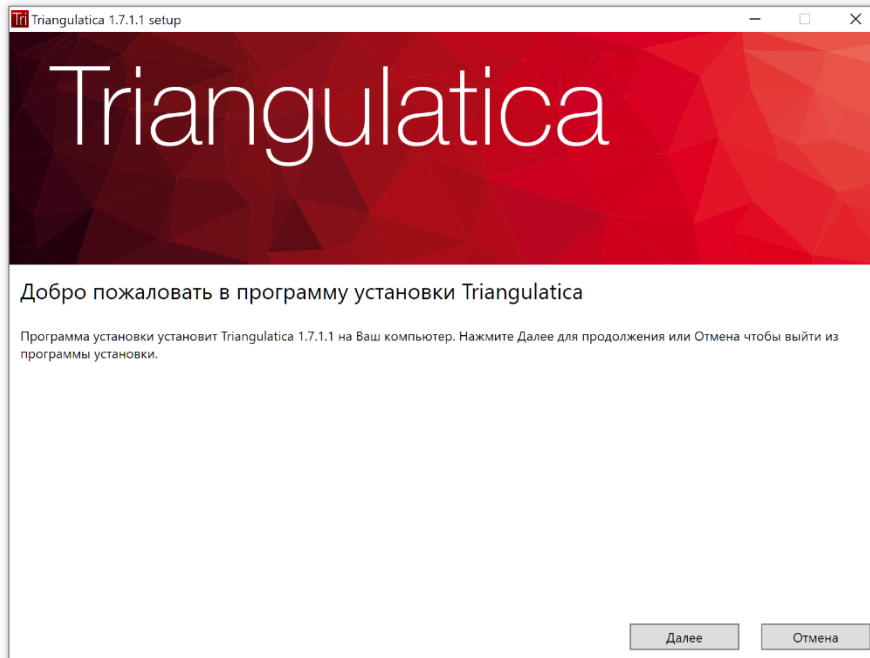
Для удобства пользователей, пакет установки позволяет выбрать язык, на котором будут отображаться диалоги во время процесса установки. Для продолжения установки нажмите **Далее**.



Приветственный диалог пакета установки

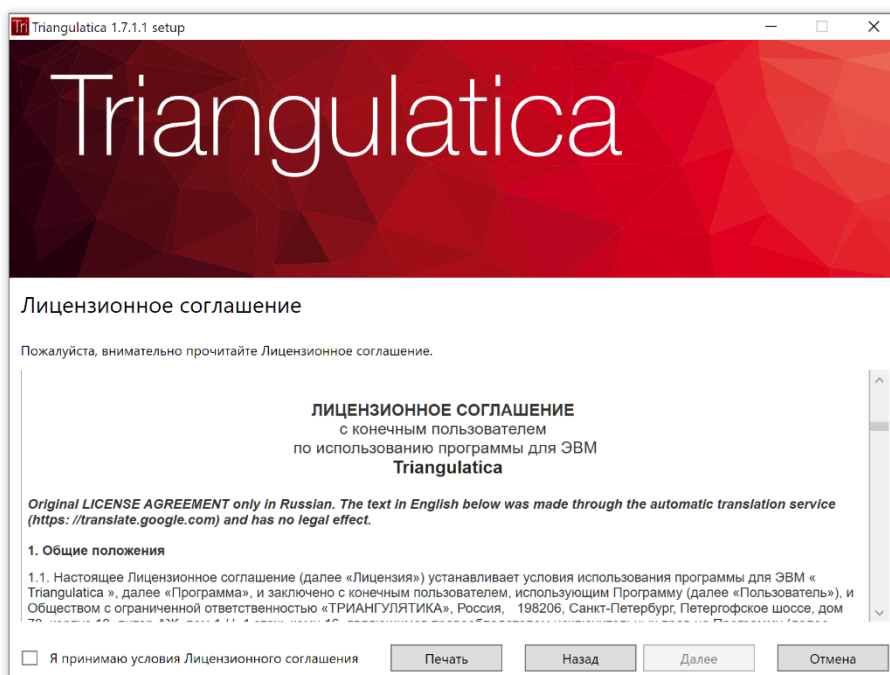
После выбора языка диалогов, пакет установки Triangulatica отобразит приветственный экран, где будет указана версия устанавливаемого дистрибутива.

Для продолжения установки нажмите кнопку **Далее** или выберите **Отмена** для выхода из установки.



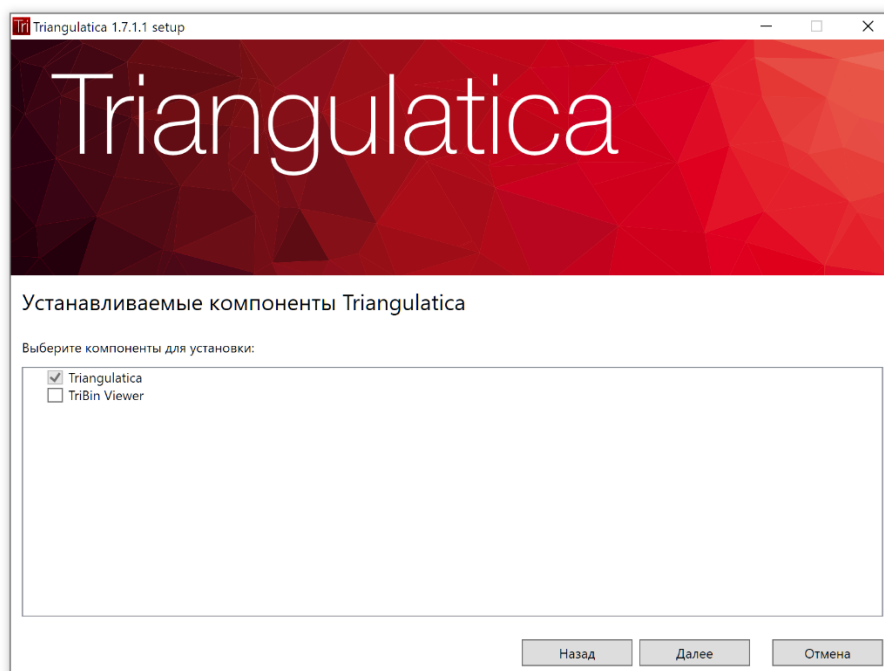
Лицензионное соглашение

Внимательно изучите лицензионное соглашение и при согласии с ним установите отметку **Я принимаю условия Лицензионного соглашения**. Для продолжения нажмите кнопку **Далее**.



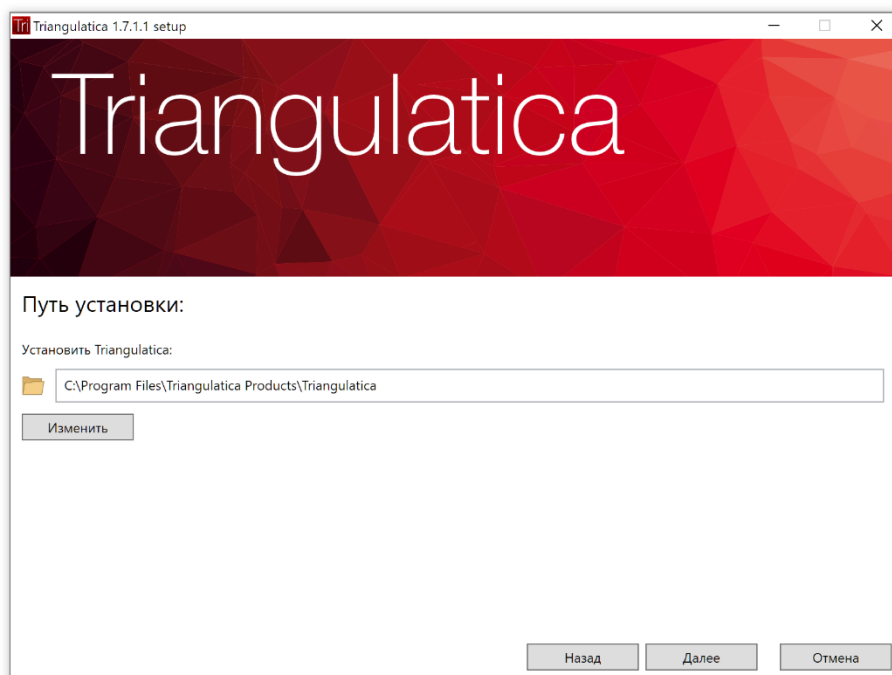
Выбор компонентов для установки

В диалоговом окне выберите устанавливаемые из пакета установки компоненты и нажмите кнопку **Далее**.



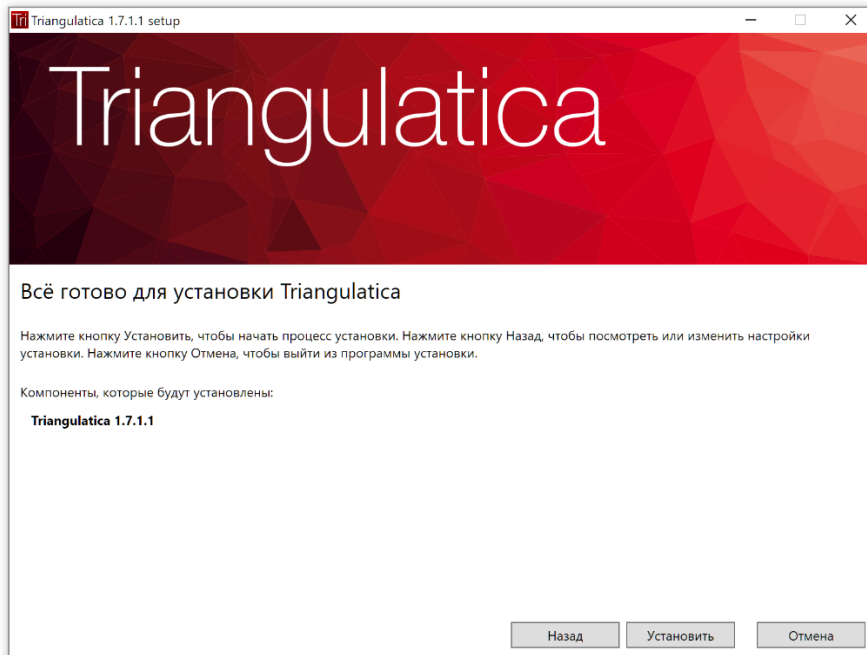
Выбор пути установки

Определите путь установки ПО и нажмите кнопку **Далее** для продолжения.



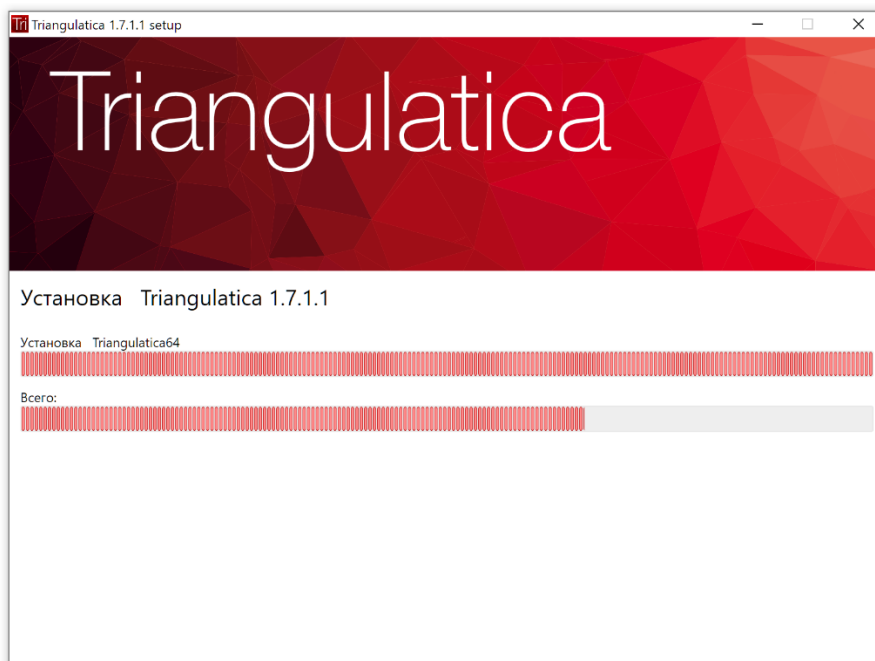
Проверка перед установкой

Проверьте устанавливаемые компоненты и версию Triangulatica. Для выполнения установки ПО нажмите кнопку **Установить**. Для изменения параметров установки нажмите кнопку **Назад**, для выхода из пакета установки нажмите кнопку **Отмена**.



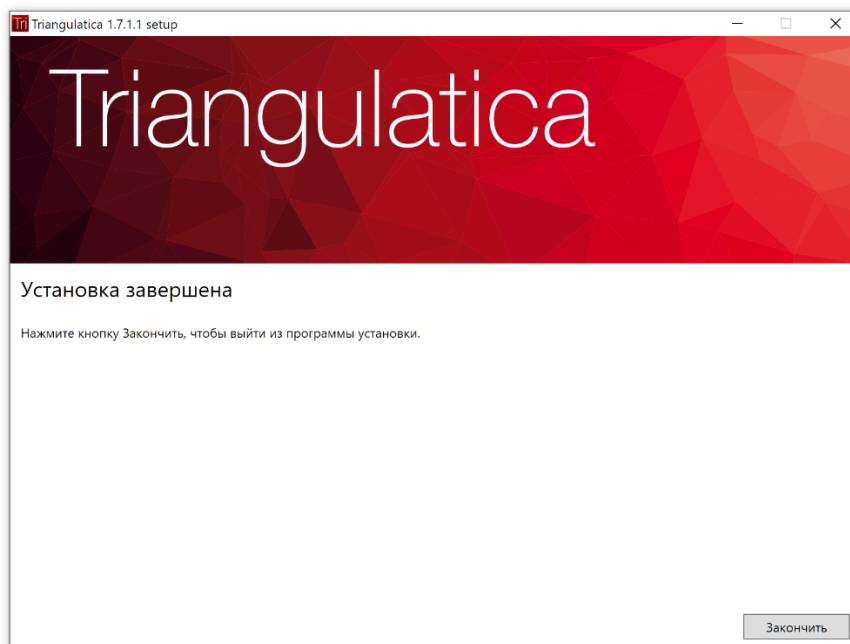
Копирование файлов

После нажатия кнопки **Установить** пакет установки произведет копирование необходимых файлов и произведет необходимые настройки системы в автоматическом режиме.



Завершение установки

Завершите установку нажатием кнопки **Закончить**.



Первый запуск и активация цифровой лицензии

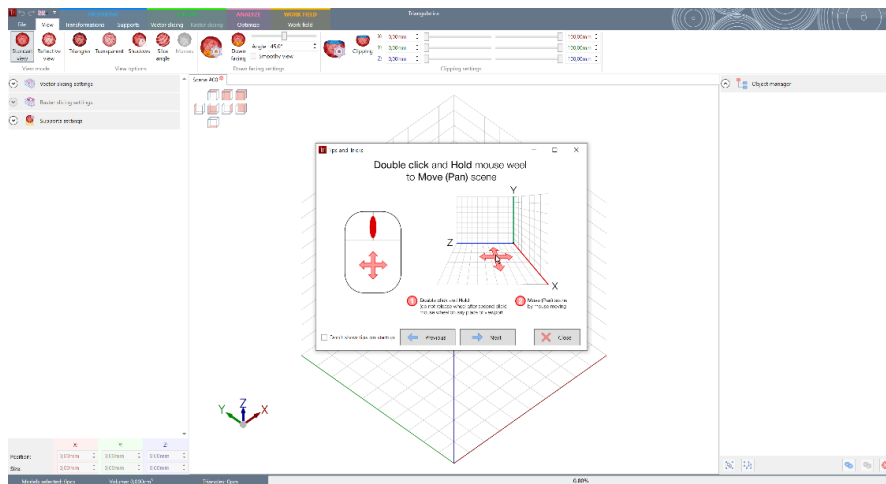
Первый запуск

Запустите ПО Triangulatica, кликнув на соответствующую иконку.



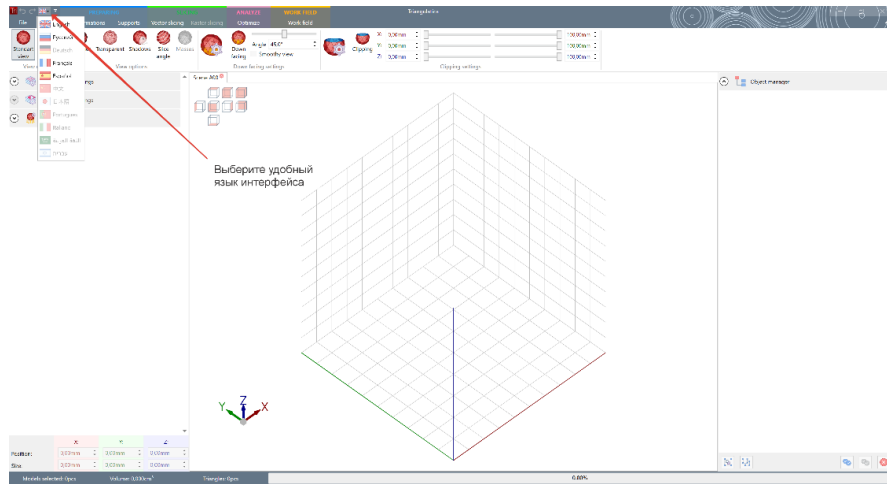
Получение базовых навыков с Tips & Tricks

При первом запуске интерфейс ПО Triangulatica предложит ознакомиться с основными методами управления сценой мышью, отобразив Tips & Tricks.

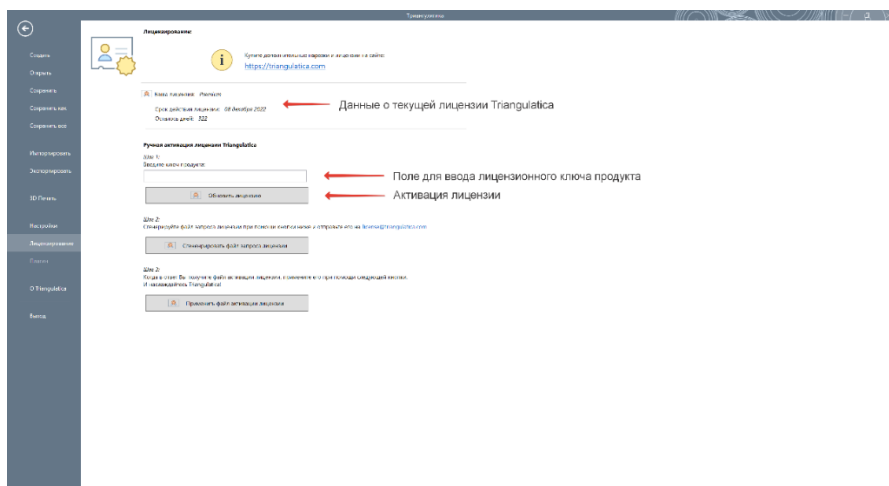


Ввод лицензионного ключа

Выберите удобный язык интерфейса:



В меню **File** → **Licensing (Файл -> Лицензирование)** введите лицензионный ключ и нажмите кнопку «Обновить лицензию».



Перезапустите Triangulatica, чтобы начать использовать новую лицензию.

Удаление Triangulatica

Сведения об удалении Triangulatica

При удалении Triangulatica с компьютера, средства пакета установки не затрагивают и не удаляют:

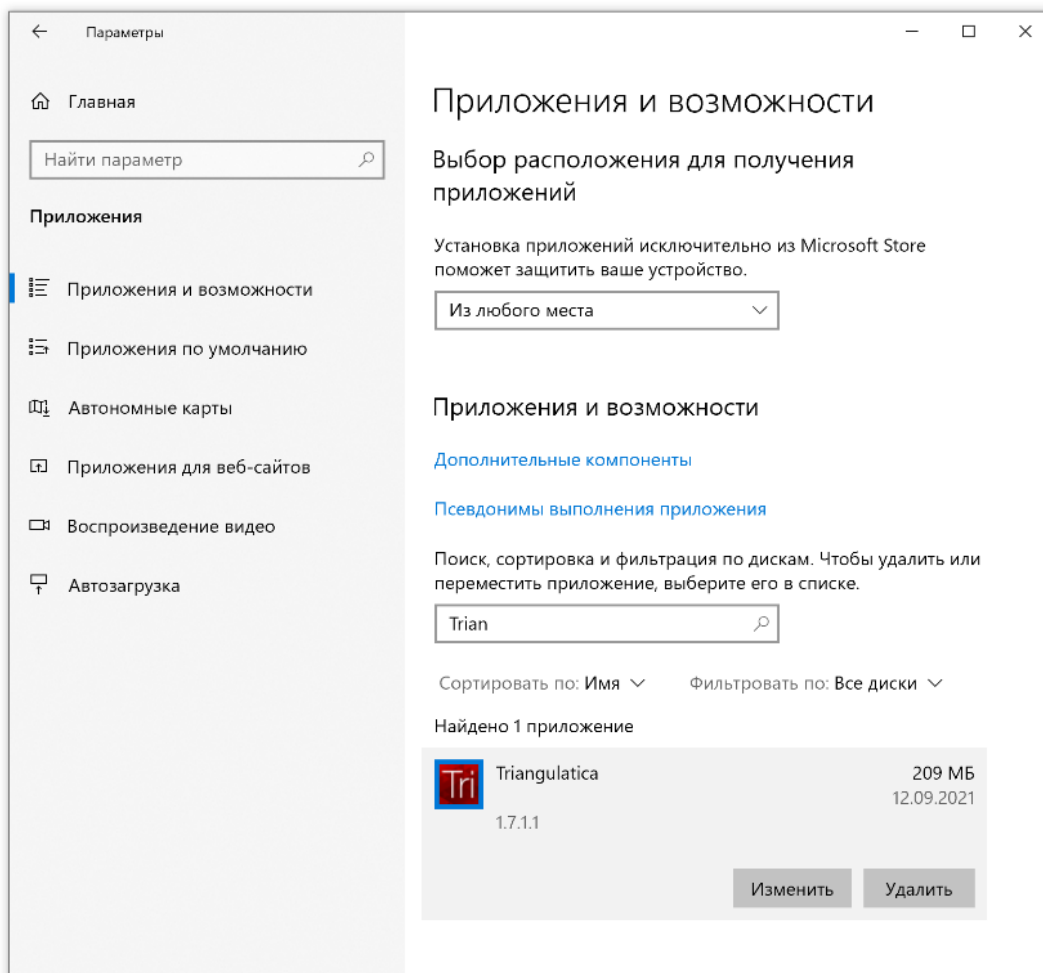
- Драйвер лицензий ([см. подробнее](#));
- Локальные настройки Triangulatica, расположенные в папке:
C:\Users*ИМЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ***\AppData\Local\Triangulatica**

Запуск процесса удаления

Удаление ПО Triangulatica осуществляется через системную утилиту Windows «*Приложение и возможности*», которая может быть вызвана одним из способов:

- **Пуск -> Параметры -> Приложение и возможности;**
- Введением в поле поиске Windows «*Установка и удаление программ*»;
- **Пуск -> Triangulatica Products -> Triangulatica, правая кнопка мыши -> Удалить**

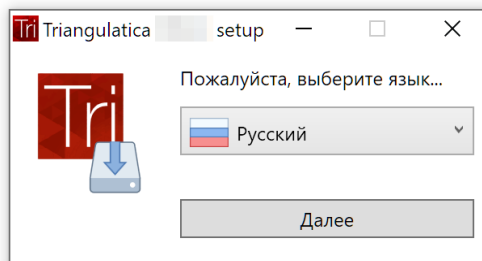
В открывшемся окне выберите Triangulatica и нажмите кнопку **Удалить**.



Выбор языка удаления

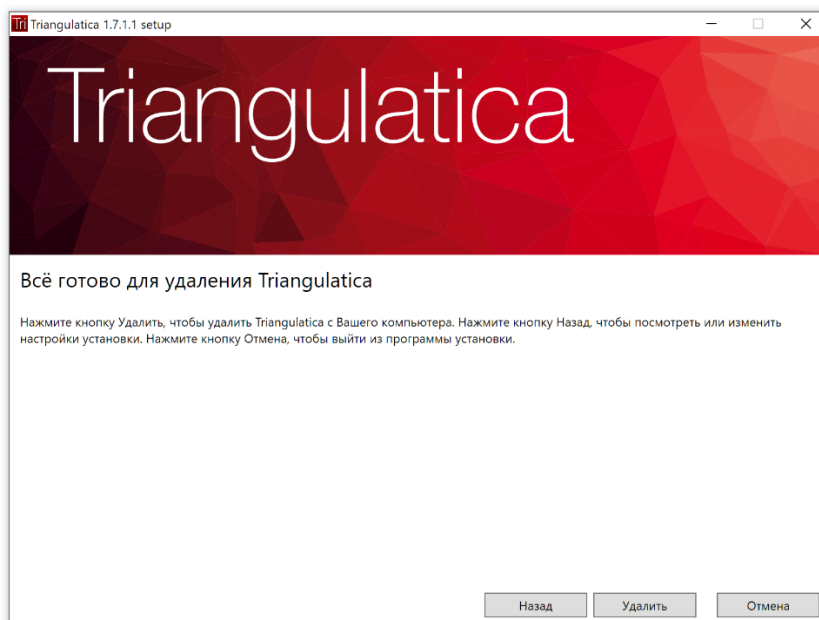
Для удобства пользователей, пакет установки позволяет выбрать язык, на котором будут отображаться диалоги во время процесса удаления.

Для продолжения установки нажмите **Далее**.



Завершения удаления



Завершите процесс удаления Triangulatica нажатием кнопки **Удалить**.

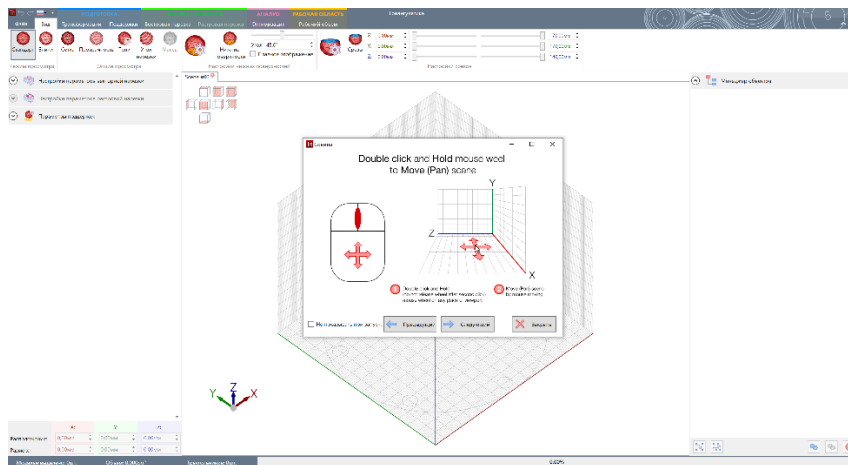


Знакомство с Triangulatica


Спасибо, что выбрали Triangulatica! Разработчики стараются сделать свой продукт гибче и удобнее для пользователей. Для быстрого и простого начала работы с ПО мы постарались сделать удобный и настраиваемый интерфейс на основе ленточного меню и подготовили советы, которые помогут быстрее разобраться с управлением интерфейсом.

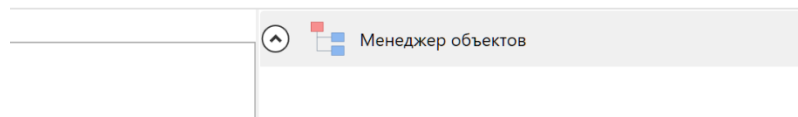
Tips & Tricks

При первом запуске ПО, будут отображены Советы (Tips & Tricks) по управлению интерфейсом Triangulatica. Для отключения отображения Советов можно установить чекбокс *Не показывать при запуске* в окне с Советами или установить этот чекбокс в разделе настроек Triangulatica: **Файл -> Настройки ->  Настройки Triangulatica ->  Не показывать при запуске**



Сигнализация о появлении новой версии и возможности обновления

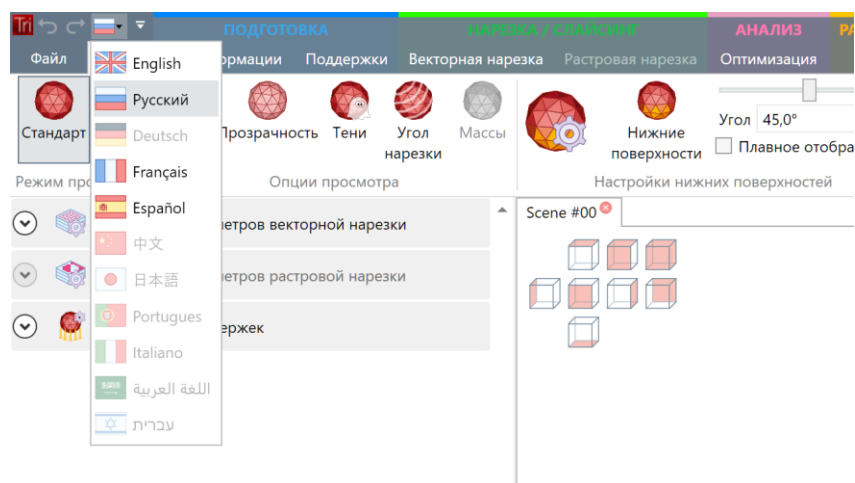
При каждом своем запуске Triangulatica проверяет (при наличии доступа в Интернет) наличие новых версий дистрибутива на сайте и при появлении возможности обновиться сигнализирует об этом отображая иконку  красного флага в правом верхнем углу ленточного меню (над **Менеджером объектов**).



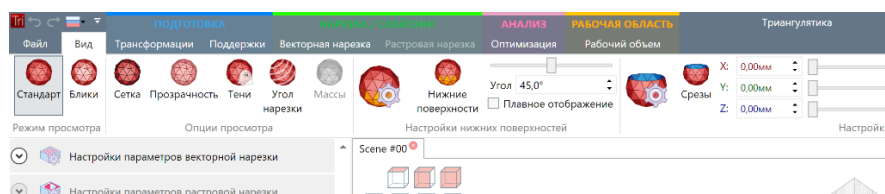
Пользователь может сам принять решение об обновлении. Для обновления следуйте инструкциям в разделе [Процесс обновления Triangulatica](#).

Язык интерфейса

Triangulatica поддерживает несколько языков интерфейса и разработчики ведут работы над новыми языковыми пакетами. Переключать языки интерфейса можно в любой момент. Переключение языков возможно в тайтле окна Triangulatica (слева сверху, рядом с иконкой приложения).





Текущий язык интерфейса отображается иконкой флага. Например, для русского языка это выглядит так:



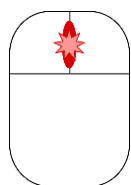
Управление сценой при помощи мыши

В Triangulatica реализован принцип управления мышью всем содержимым рабочей сцены. Управление осуществляется левой кнопкой мыши и колесиком мыши. Все основные действия осуществляются только с применением колесика мыши. Важно, чтобы мышь имела колесико прокрутки и поддерживала клик колесиком. Правая кнопка мыши не задействована для управления сценой и зарезервирована для будущих функций Triangulatica.

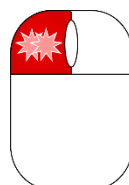
В реакциях Triangulatica на манипуляции мышью учитывается расположение указателя мыши и результаты манипуляций различаются в зависимости от того, на что он указывает мышь: на пустое пространство сцены или на объект на сцене.

Пользователь может изменить на удобное для себя поведение мыши в меню **Файл -> Настройки ->  Настройку Triangulatica ->  Инверсия мыши** путем включения инверсии реакций на движение мышью по осям X и Y и направлению вращения колесика мыши.

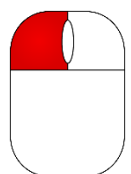
Обозначения



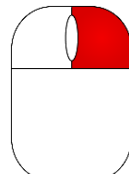
Кликните колесиком мыши



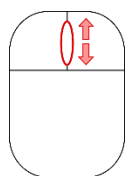
Сделайте двойной клик левой кнопкой мыши



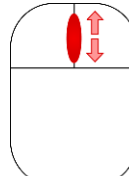
Кликните левой кнопкой мыши



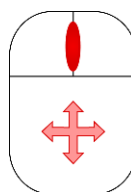
Кликните правой кнопкой мыши



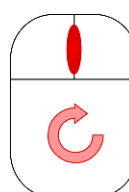
Крутите колесико мыши без зажатия



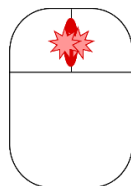
Крутите зажатое колесико мыши



Осуществляйте движение мышью по осям с зажатым колесиком

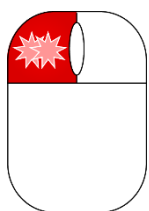


Осуществляйте вращательные движение мышью с зажатым колесиком

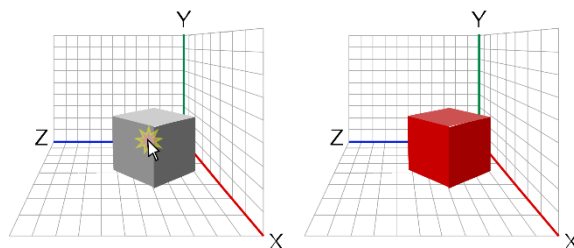


Кликните колесиком мыши, отпустите колесико, кликните еще раз и не отпускайте

Выделение объекта на рабочей сцене



Выделения объекта на рабочей сцене осуществляется двойным кликом по объекту. При двойном клике по любому объекту он выделяется, а с ранее выделенных объектов снимается выделение.

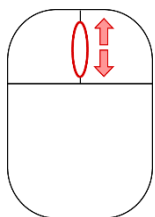
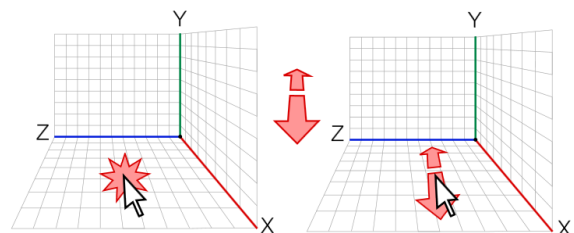


Для множественного выделения объектов зажимается кнопка **Ctrl** на клавиатуре и двойным кликом выделяются другие объекты, при этом с ранее выделенных объектов выделение не снимаются.

Выделение объектов доступно и через [Менеджер объектов](#) интерфейса Triangulatica.

Приближение и отдаление сцены (Zoom)

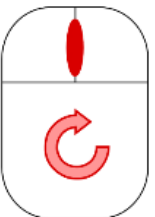
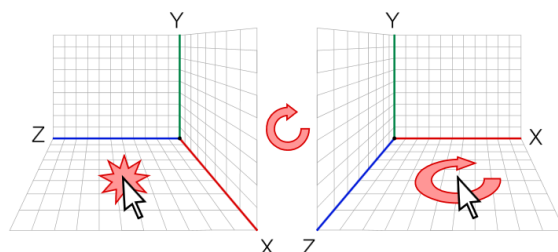
Вращением колесика мыши можно приближать или удалять сцену. Приближение и отдаление происходит относительно той точки рабочей сцены, на которой находится указатель мыши.



- Установите указатель мыши на какое-то место рабочей сцены, которое не занято объектом.
- Покрутите колесико мыши для приближения или отдаления сцены относительно точки, где расположен указатель мыши;
- При необходимости перемещайте указатель мыши во время прокручивания колесика мыши.

Вращение сцены (Rotate)

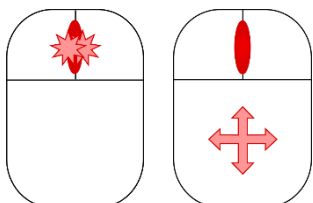
Вращение сцены осуществляется круговыми движениями мыши с одновременно зажатым колесиком мыши вокруг точки сцены на которой находился указатель мыши в момент зажатия колесика мыши.



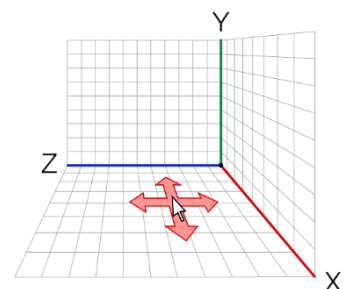
- Переместите указатель мыши в ту точку сцены, вокруг которой предполагается вращать сцены;
- Зажмите колесико мыши и не отпускайте его;
- Осуществляйте круговые движения мыши для поворота сцены в требуемое положение.

Перемещение сцены (Pan)

Для перемещения сцены надо быстро кликнуть колесиком и сразу его зажать еще раз. Пока колесико будет зажато, сцена в своей текущей проекции будет перемещаться вслед за движениями мыши.

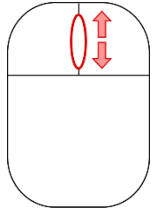
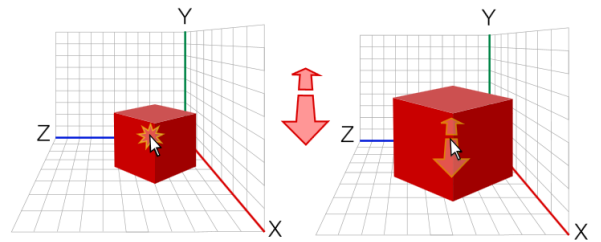


- Сделайте дабл-клик колесиком мыши и не отпускайте колесико после второго нажатия;
- Перемещайте сцену в требуемое положение.



Приближение и отдаление объекта

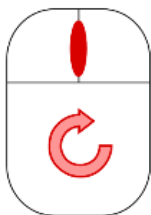
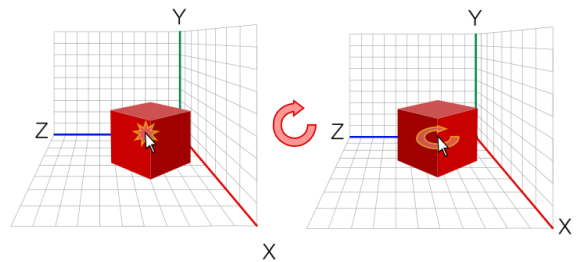
Вращением колесика мыши можно приближать или удалять объект на сцене. Приближение и отдаление происходит относительно той точки объекта, на которой находится указатель мыши.



- Установите указатель мыши на какое-то место объекта.
- Покрутите колесико мыши для приближения или отдаления объект относительно точки, где расположен указатель мыши;
- При необходимости перемещайте указатель мыши во время прокручивания колесика мыши.

Вращение вокруг объекта

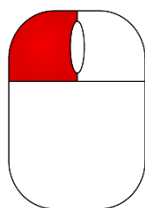
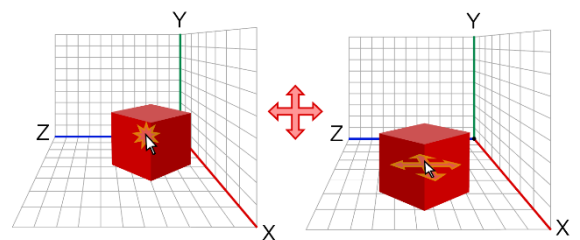
Вращение объекта осуществляется круговыми движениями мыши с одновременно зажатым колесиком мыши вокруг точки на объекте на которой находился указатель мыши в момент зажатия колесика мыши.



- Переместите указатель мыши в ту точку объекта, вокруг которой предполагается осуществлять вращение объекта;
- Зажмите колесико мыши и не отпускайте его;
- Осуществляйте круговые движения мыши для поворота объекта в требуемое положение.

Перемещение объекта

Перемещение объекта осуществляется в плоскости осей XY при помощи перетаскивания мышью с зажатым левой кнопкой.

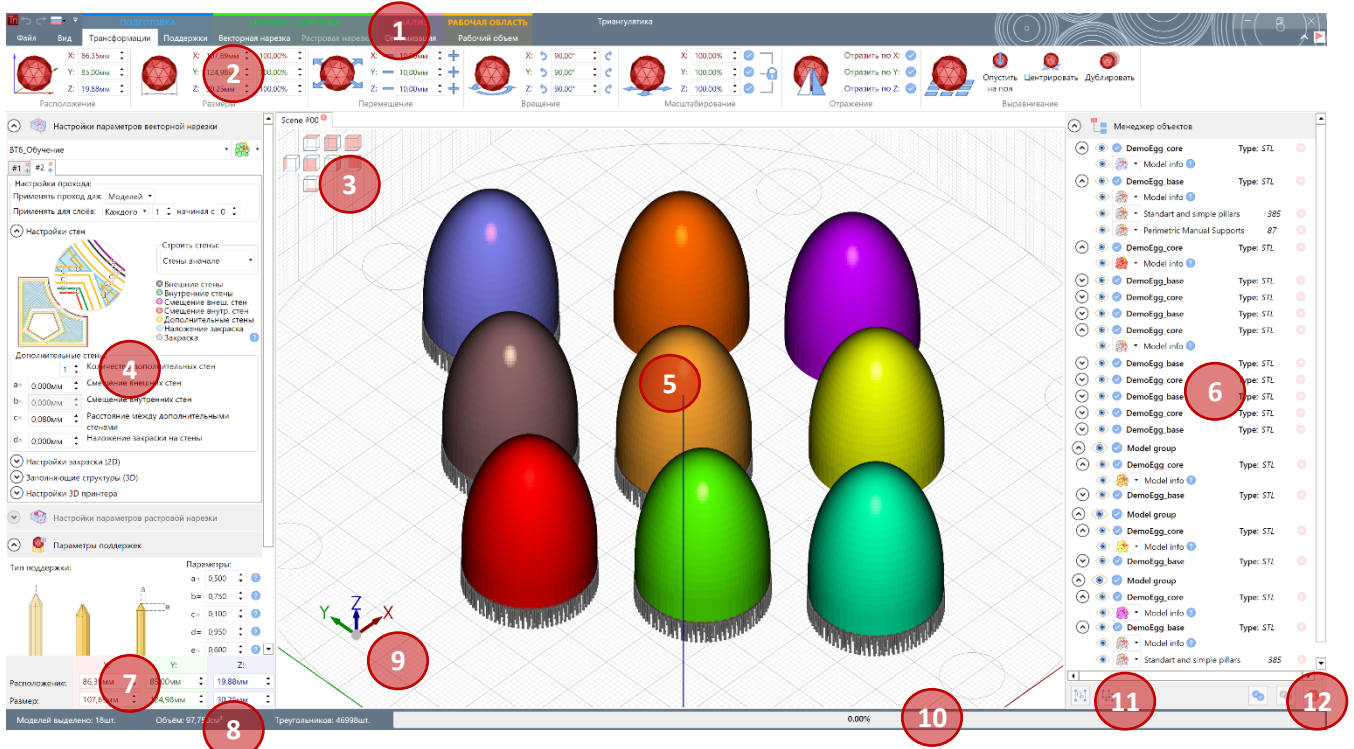


- Наведите указатель мыши на объект или группу объектов;
- Зажмите левую кнопку мыши;
- Переместите объект в нужное место на рабочей сцене.

Элементы рабочего окна

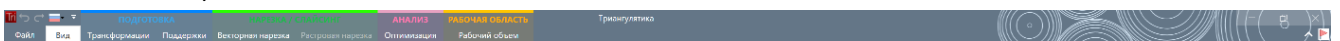
Рабочее окно программы содержит элементы, обеспечивающие эргономику использования, быстрый доступ до различных функций ПО.

Для удобства пользователя в интерфейсе применяется технология векторных иконок, что позволяет получать максимальное качество проработки элементов интерфейса на экранах с различным разрешением.

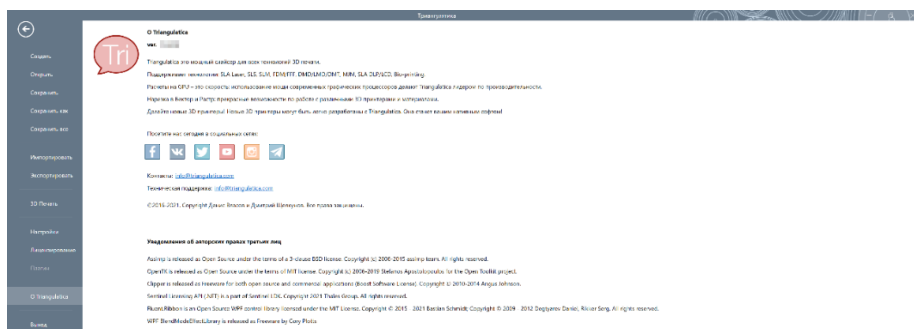


1 Главное меню

Содержит меню основной навигации по функциям Triangulatica. В меню выделены 4 группы: **Подготовка** (содержит **Трансформации** и **Поддержки**), **Нарезка/Слайсинг** (содержит **Векторный слайсинг** и **Растровый слайсинг**), **Анализ** (содержит **Оптимизация**) и **Рабочая область** (содержит **Рабочий объем**).

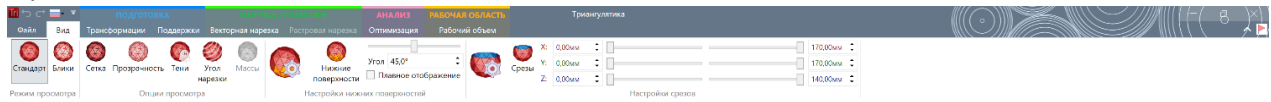


Пункт меню Файл дает доступ к экрану меню управления внешним обменом, настройкой и лицензированием Triangulatica

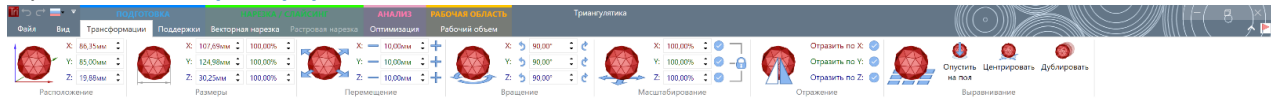


- 2** Меню функций главного меню
Содержит группы иконок настроек и исполнения функций ПО, которые изменяются в зависимости от выбранного пункта в Главном меню Triangulatica.

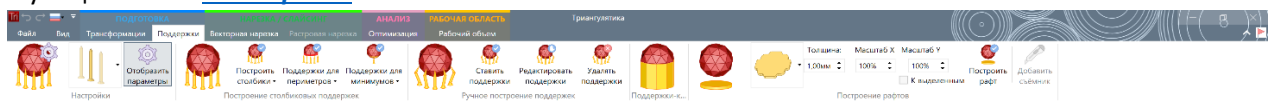
Функции меню **Вид:**



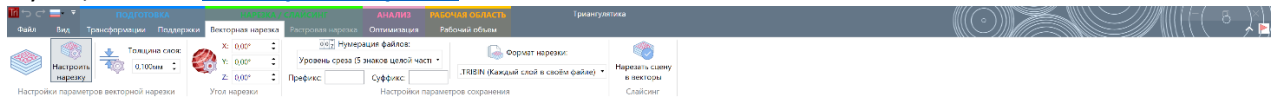
Функции меню **Трансформации:**



Функции меню **Поддержки:**



Функции меню **Векторная нарезка:**



Функции меню **Растровая нарезка:**



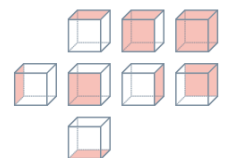
Функции меню **Оптимизация:**



Функции меню **Рабочий объем:**



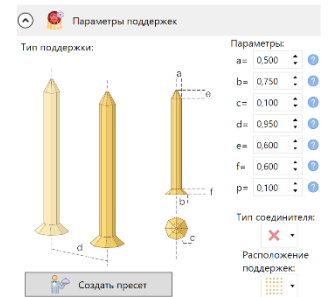
- 3** Меню проекции рабочей сцены
Применяется для быстрого выбора проекции рабочей сцены и предоставляет доступ к переключениям между видами: **Слева, Спереди, Справа, Сзади, Сверху, Снизу, Изометрия.**



4 Окно настроек параметров основных функций

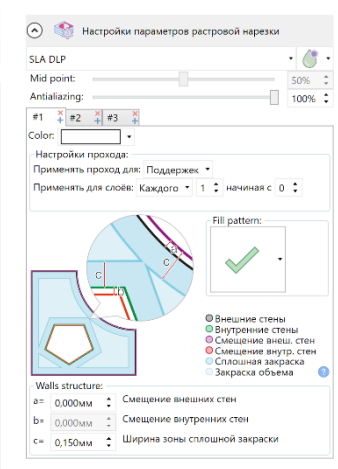
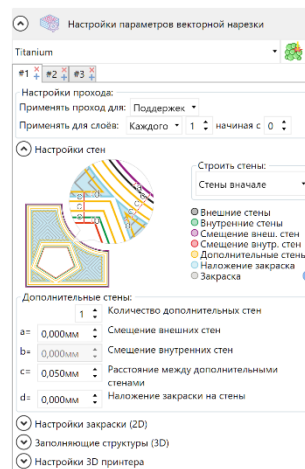
Предоставляет доступ к настройкам основных функций Triangulatica: **Настройка профиля материала для векторной нарезки, Настройка профиля материала для растровой нарезки и Настройка параметров поддерживающих структур.**

Окно настроек поддерживающих структур дает доступ к настройкам типов поддерживающих структур, размерам и параметрам построения поддержек. Также в этом окне можно определить принцип очередности поддержек и выбрать типы соединителей, которые генерируются для обеспечения жесткости всей структуры поддержек целиком.



Это окно служит и для создания пресетов (заданных наборов параметров) для быстрой настройки поддерживающих структур.

Окна Настроек параметров профилей материалов в Triangulatica изменяются в зависимости от типа активного принтера. Содержание и вид окна зависит от используемого вычислительно ядра (векторное или растровое) и от типа технологии, которую поддерживает 3D принтер, для которого конфигурируется материал и стратегия печати.

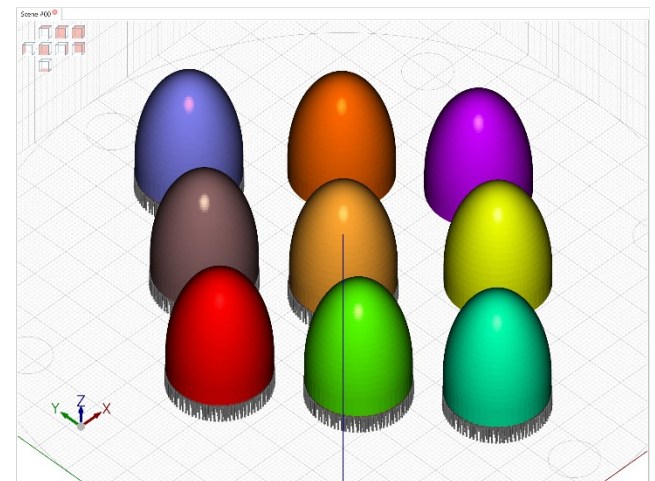


Настройки, доступные в этих окнах, позволяют определять все детали параметров нарезки сцены, параметры заполнения слоев, параметры формирования стен и т.д.

5 Многооконная основная рабочая сцена

Это основной элемент интерфейса, где у пользователя происходит все взаимодействие с объектами рабочей сцены: добавление/удаление объектов, расположение объектов, установка поддержек, трансформации и т.д.

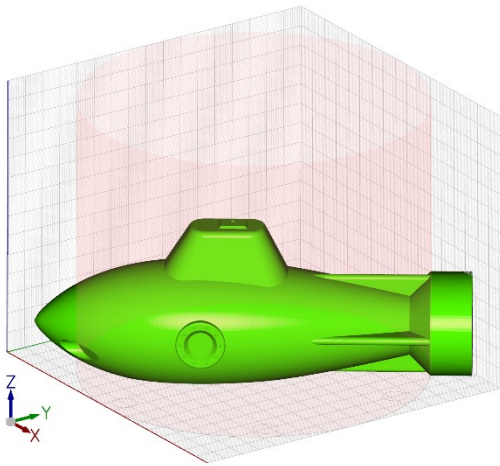
Triangulatica позволяет работать одновременно с несколькими сценами, которые попеременно отображаются в этом элементе интерфейса. Переключение между сценами осуществляется выбором вкладки с наименованием сцены (над **Меню проекции рабочей сцены**).



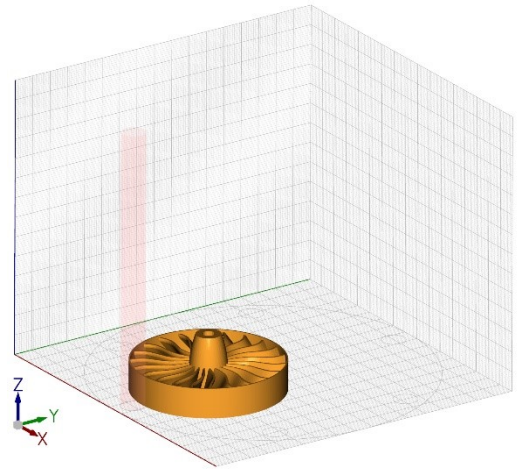
В данном элементе интерфейса отображаются оси рабочего объема, границы рабочего объема, крепежные элементы столов, **Меню проекции рабочей сцены** и **Индикатор направления осей рабочей сцены**. 3D модели могут быть перетащены (Drag&Drop) в это окно при помощи мышью из Проводника Windows.

За различные типы визуализации в этом элементе интерфейса отвечает меню **Вид** основного Меню Triangulatica.

Рабочая сцена поддерживает отображение пересечений объектами границ зоны печати рабочей сцены и границ монтажных отверстий рабочего стола. При пресечении объектом границ, происходит отображение световых столбов пересеченных зон.



Объект пересек границы зоны печати рабочей сцены



Объект пересек один из крепежных отверстий рабочей сцены

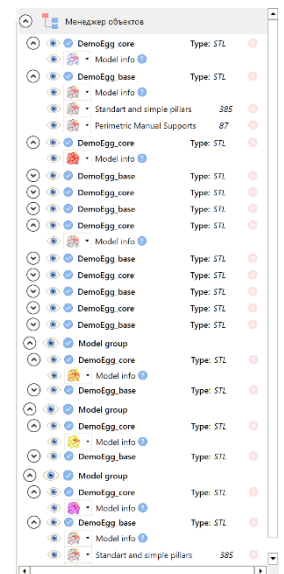
6 Менеджер объектов рабочей сцены

В менеджере объектов Triangulatica отображаются отдельные объекты и группы объектов. Свойства объектов могут быть раскрыты при помощи экспандеров (☺) для осуществления действий оператором: получение информации об объекте, удаления или скрытия объекта/группы, выделения/снятия выделения, назначения материала на объект или составные части объекта.

В менеджере объектов операторам выделяются объекты и группы.

Выделения/снятие выделения с объекта осуществляется кликом по иконке с галочкой слева от названия объекта или группы объектов:

- невыделенный объект. Клик по этой иконке выделяет объект;
- выделенный объект. Клик по этой иконке снимает выделение с объекта;
- двухцветная иконка может появляться только у групп объектов, и она обозначает, что в группе есть выделенные и невыделенные объекты. При клике на эту иконку, ее цвет изменится на серый и все объекты в группе станут невыделенными.




Один из важных принципов в Triangulatica – операции осуществляются над видимыми объектами.

Управление видимостью объектов осуществляется их Менеджера объектов рабочей сцены. Управление видимостью объектов или групп может осуществляться путем клика на иконку с глазиком, имеющую 3 состояния:

- объект или группа видимы. Клик по иконке приводит к переводу объекта в невидимое состояние;
- объект или группа невидимы. Клик по иконке приводит переводу объекта в видимое состояние;
- часть объектов внутри группы или привязанных к объекту элементов (например, поддержки) находятся в невидимом состоянии. Клик по иконке сделает всю группу невидимой.

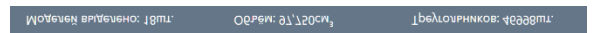
Удалить объект или группу со сцены можно нажатием иконки удаления (✖).

Менеджере объектов можно назначать различным объектам рабочей сцены материалы. Triangulatica поддерживает несколько материалов на одной рабочей сцене. При клике на иконку материала в Менеджере объектов открывается полный список всех материалов, которые отконфигурированы в Triangulatica: 

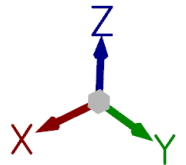
7 Меню быстрых параметров
Для визуального контроля и быстрого позиционирования по координатам объектов и установки размеров объектов используется меню быстрых параметров.

	X:	Y:	Z:
Расположение:	86,35мм	85,00мм	19,88мм
Размер:	107,69мм	124,98мм	30,25мм

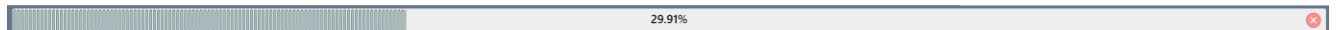
8 Статус-бар
Базовые параметры (кол-во объектов, общий физический объем и кол-во треугольников) выделенного объекта или группы отображаются в статус-баре Triangulatica.



9 Индикатор направления осей рабочей сцены
Изображения стрелок осей поворачивается вместе с вращением оператором рабочей сцены. При помощи этого элемента интерфейса оператор понимает в какой проекции он наблюдает за содержимым окна основной рабочей сцены.





10 Прогресс-бар
Во время выполнения вычислительных операций и операций, требующих длительного время работы, оператор информируется о процессе выполнения задачи путем отображения шкалы готовности задания.






11 Меню для работы с группами объектов
Меню расположено слева под Менеджером объектов и предназначено для создания новых групп объектов и разгруппировки существующих групп.



-  - объединяет все выделенные объекты и группы в одну новую одноуровневую группу;
-  - разбивает группу на отдельные объекты.

12 Меню для выделений объектов
Меню расположено справа под Менеджером объектов и предназначено для выделения и снятия выделения со всех объектов и групп в Менеджере объектов. Также меню имеет кнопку удаления всех выделенных объектов и групп.



-  - выделяет все видимые объекты в Менеджере объектов;
-  - снимает выделение со всех объектов в Менеджере объектов;
-  - удаляет все выделенные объекты.

Структура меню

Меню функций Triangulatica организовано в современном ленточном стиле, предоставляющем пользователям удобный, быстрый и наглядный способ вызова функций Triangulatica.

Файл (File)

Содержит пункты меню, связанные с операциями по работе с файлами и настройками Triangulatica. При помощи этого меню производится создание новых сцен, открытие и сохранение файлов, настройка ПО и управление лицензированием.

При клике на этот раздел меню, открывается полноэкранный навигатор по следующим функциям:

Создать

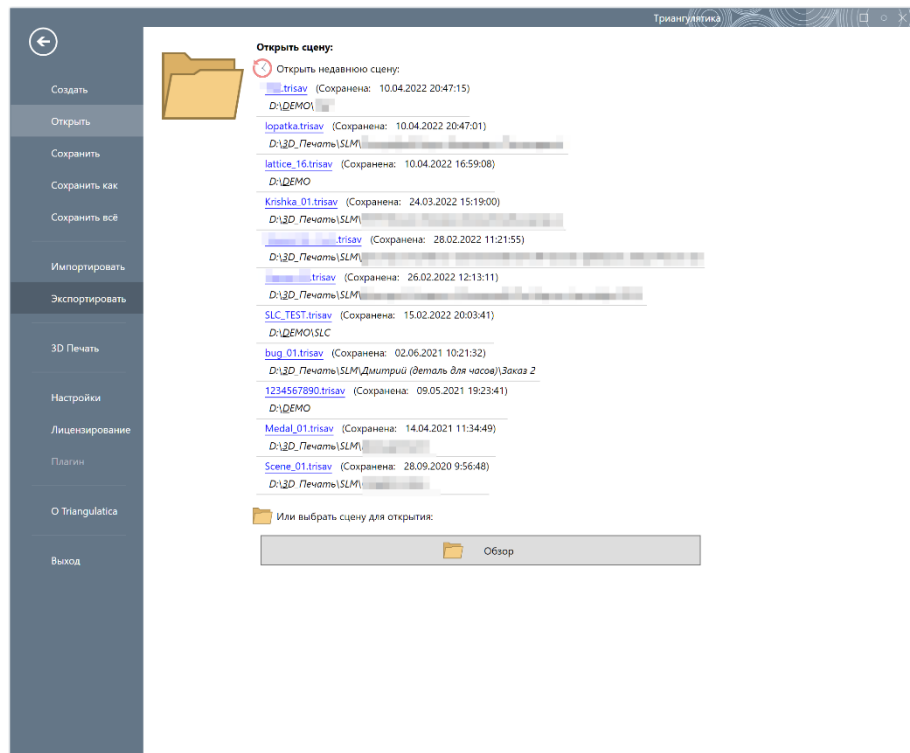
В этом меню создаются новые окна-вкладки основной рабочей сцены. Для создания нового окна-вкладки указывается название окна. Если название окна не указано, то Triangulatica создает окна-вкладку с внутренней нумерацией: Scene #00, Scene #01 и т.д.



Открыть (Open)

Открытие файлов сцен двух форматов: .trisav или .xml. Окно содержит историю последних открытых файлов для быстрого доступа.

Описание формата .trisav находится в [разделе Форматы](#) данного Руководства пользователя.



Кнопка **Обзор** открывает меню файлового менеджера, где можно определить формат открываемого файла и найти его на носителе.

Так как формат .trisav представляет из себя сборку готовых объектов и содержит только ссылки на объекты (3D модели), то возникают ситуации, когда Triangulatica не способна найти по ссылке нужный файл (например, сам файл объекта был перемещен в другое место или файл сборки .trisav был перемещен). При возникновении данной проблемы, Triangulatica откроет окно файлового менеджера для поиска нужного файла оператором в ручном режиме. Если обнаружены файлы, то последовательно будут открываться диалоговые окна файлового менеджера для поиска каждого файла.

Открытие формата .xml используется для импорта сборок, которые были подготовлены для Triangulatica программным обеспечением от 3-их сторон. Файлы сцен этого формата применяются для открытия экспортированных сцен из различных САПР и т.д.

Сохранить (Save)

Сохранение текущего файла сцены в формате .trisav. Если ранее не было определено название и путь сохраняемого файла сцены, то меню будет работать как [Сохранить как](#).

Сохранить как (Save as)

Сохранение сцены с определением названия и пути размещения файла сохранения. Для определения места сохранения файла и его имени используется окно сохранения файла.

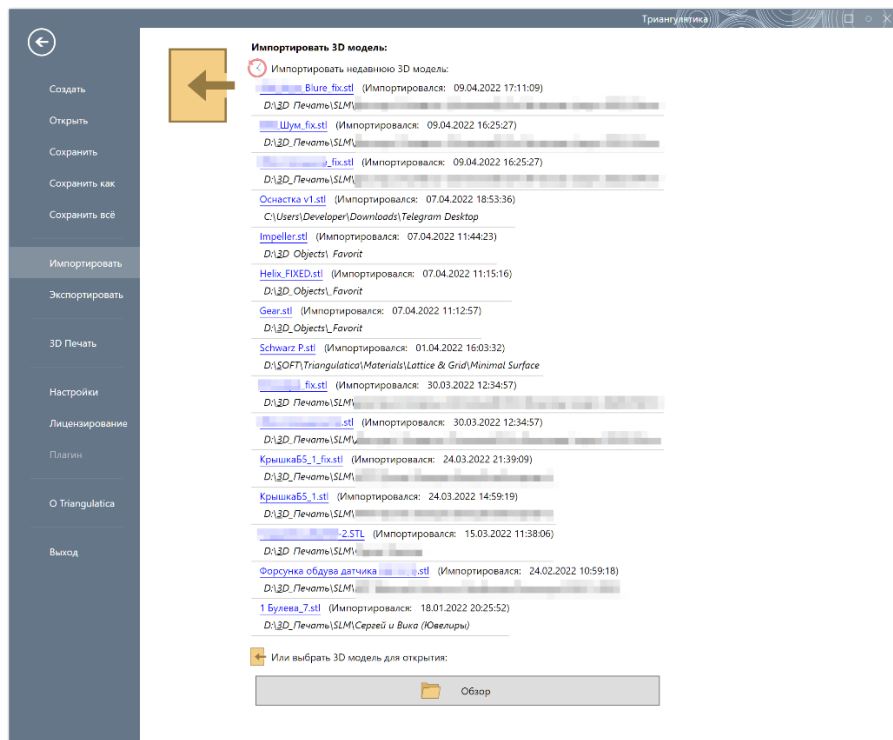
Сохранить всё (Save all)

Сохраняет все сцены. . Если ранее не было определено название и путь сохраняемого файла сцены, то меню будет работать как [Сохранить как](#).

Импортировать (Import)

Импорт файлов объектов (3D моделей) форматов: .stl, .ifc, .amf, .3ds, .blender, .fbx, .obj, .ply, .x3d. Окно содержит историю последних открытых файлов для быстрого доступа.

Описание форматов находится в [разделе Форматы](#) данного Руководства пользователя.



Кнопка **Обзор** открывает меню файлового менеджера, где можно определить формат открываемого файла и найти его на носителе.

Экспортировать (Export)

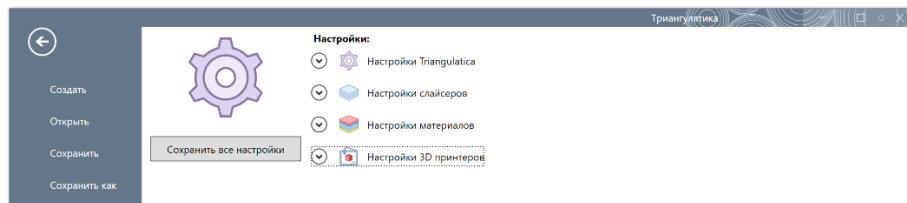
Экспорт файла сцены в .stl формат. Экспортируются все элементы сцены, включая поддержки и рафты.

3D печать (3D printing)



Печать на подключенных к Triangulatica принтерах.

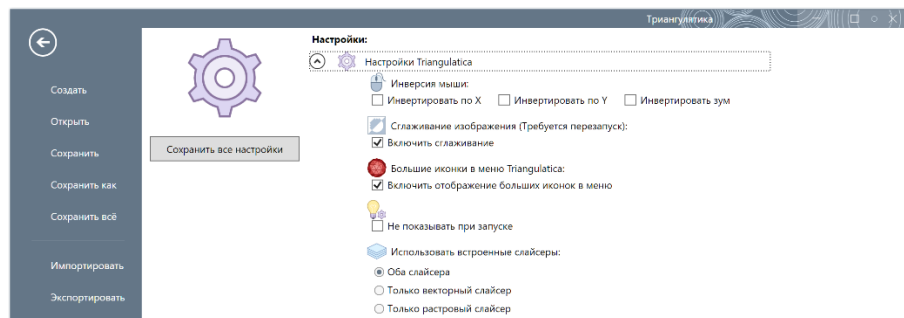
Настройка (Settings)

Настройка параметров слайсера Triangulatica и доступ к [Менеджеру принтеров](#), [Менеджеру материалов](#) и [Менеджеру стратегий](#).








Настройка параметров слайсера Triangulatica

Доступ к настройке базовых параметров осуществляется путем раскрытия  экспандера рядом с иконкой  **Настройке Triangulatica**.



В открывшемся списке производятся настройки:

-  - поведения мыши (инверсии по отдельным осям);
-  - включения/отключения антиалиаизинга главной рабочей сцены;
-  - включения/отключения отображения крупных иконок групп в ленточном меню;
-  - включения/отключения отображения Tips & Tricks при старте Triangulatica;
-  - выбор типов используемых слайсеров. Отключенные слайсеры не будут отображаться в главном меню Triangulatica и упростят взаимодействие с интерфейсом пользователя.

Настройки Менеджера принтеров, Менеджера материалов и Менеджера стратегий

Подробно работа, настройки и конфигурация соответствующих разделов описана в разделах: к [Менеджеру принтеров](#), [Менеджеру материалов](#) и [Менеджеру стратегий](#).

Лицензирование (Licensing)

Просмотр и активация лицензий Triangulatica.

Просмотр текущей лицензии

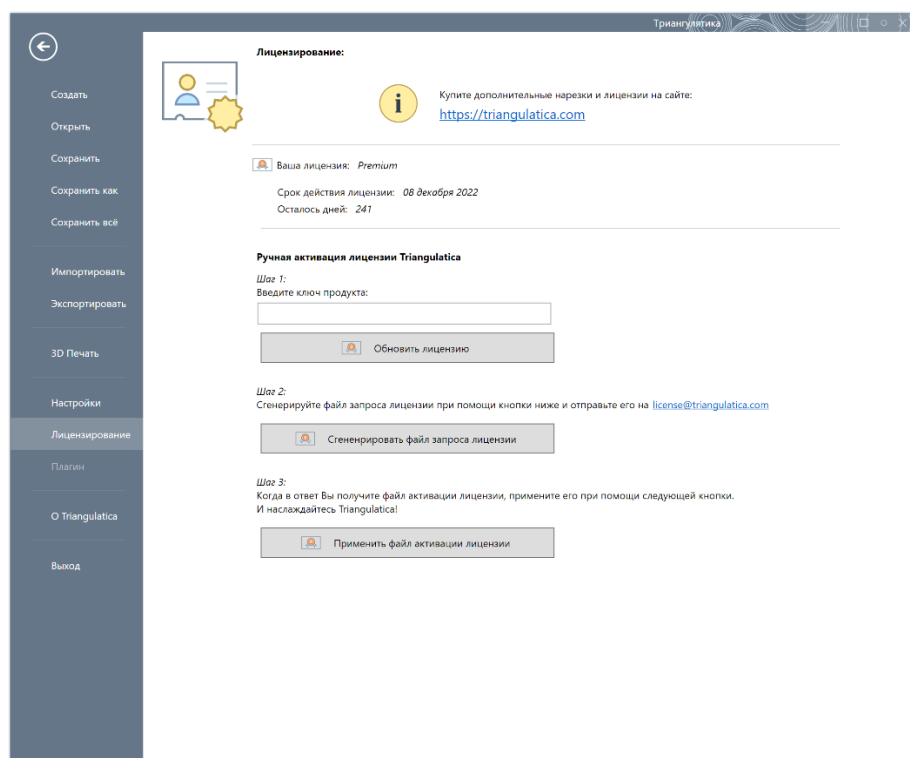


В верхней части окна меню **Лицензирование** отображается информация о текущей лицензии:

- **Ваша лицензия** содержит тип активированной лицензии. Данные о характеристиках активной лицензии Triangulatica получает из цифровой лицензии или из лицензии, записанной на USB-ключ;
- **Срок действия лицензии** указывает на дату прекращения действия текущей лицензии;
- **Осталось дней** отображает количество дней оставшихся до завершения лицензии. Если на компьютере активирована лицензия с неограниченным сроком действия, то в этом поле отображается значек ∞.

Активация новой лицензии

Активация лицензии в ручном режиме производится в части окна **Ручная активация лицензии Triangulatica**. Подробные инструкции по активации лицензии предоставляются при приобретении лицензии Triangulatica:



- Производится запись полученного при приобретении лицензии ключа активации в поле **Введите ключ продукта** и его активация путем нажатия кнопки **Обновить лицензию**;
- Производится генерация запрос файла лицензии при помощи кнопки **Сформировать файл запроса лицензии** и загрузка полученного в ответ файла ответной активации лицензии при помощи кнопки **Применить файл активации лицензии**.

После активации лицензии требуется перезапустить Triangulatica, чтобы изменения вступили в силу.

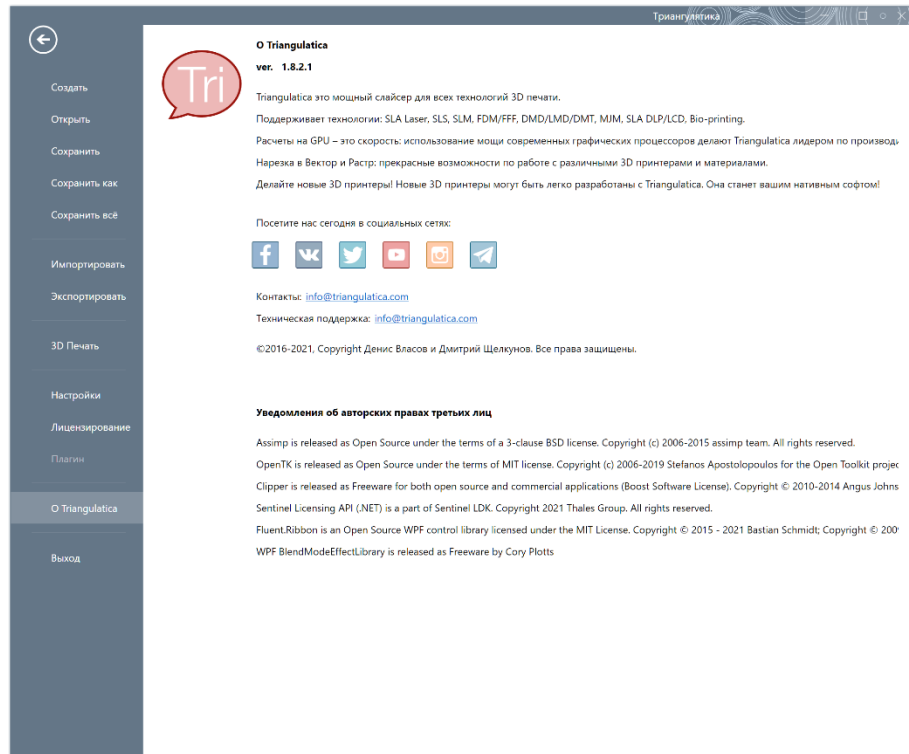
Для приобретения Лицензий Triangulatica свяжитесь с нами info@triangulatica.com

Плагин (Plugin)

Запуск расширений, подключенных к Triangulatica.

О Triangulatica (About Triangulatica)

Справочная информация о текущей версии Triangulatica: версии, социальные сети, авторские права и использованные библиотеки.

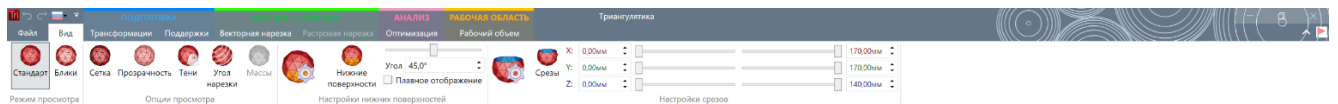


Выход (Exit)

Выход из Triangulatica.

Вид (View)

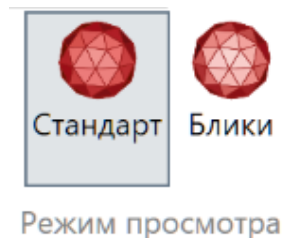
Раздел меню открывает ленточное подменю, содержащее иконки функций настройки интерфейса.



Группа Режим просмотра (Group View Mode)

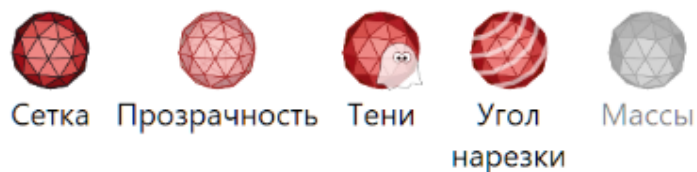
Группа содержит 2 иконки, отвечающие за метод визуализации рабочей сцены:

- **Стандарт (Standart view)**
Отображает элементы рабочей сцены без бликов на повернутых с малым углом к оператору поверхностях модели. Установлено по умолчанию;
- **Блики (Reflective view)**
Отображает блики, благодаря которым оператор может визуально фиксировать незначительные искривления поверхности объекта. Цвет блика определяется в [Менеджере материалов](#).



Группа Опции просмотра (Group View options)

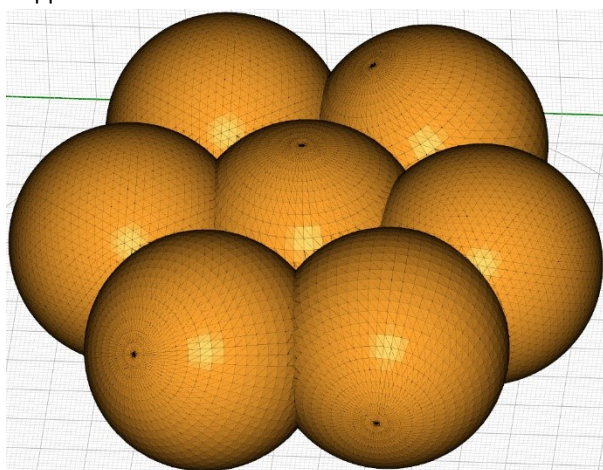
Группа предназначена для включения различных методов отображения объектов на рабочей сцене, которые могут потребоваться оператору во время подготовки рабочей сцены:



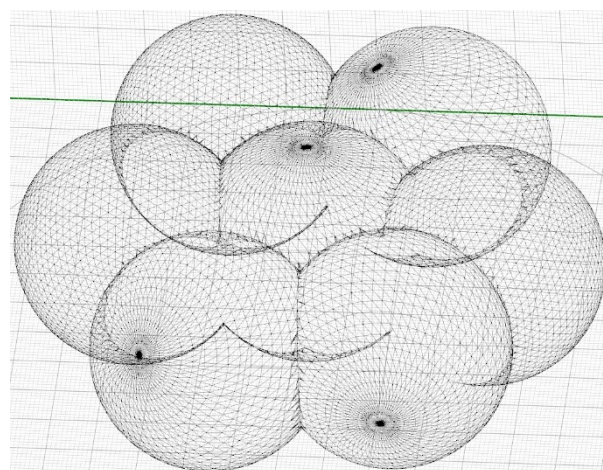
Опции просмотра

- **Сетка (Triangles)**

Включает отображение рёбер объектов на рабочей сцене. Применяется для изучения топологии объектов, т.к. визуализирует структуру поверхностей. При активации этого режима просмотра рабочей сцены, отключение визуализации объекта в [Менеджере объектов](#) не распространяется на ребра объекта и оператор может видеть «скелет» модели.



Сетка включена



Сетка включена, визуализация объекта отключена

- **Прозрачность (Transparent)**

Включает режим прозрачности объектов на рабочей сцене.

- **Тени (Shadows)**

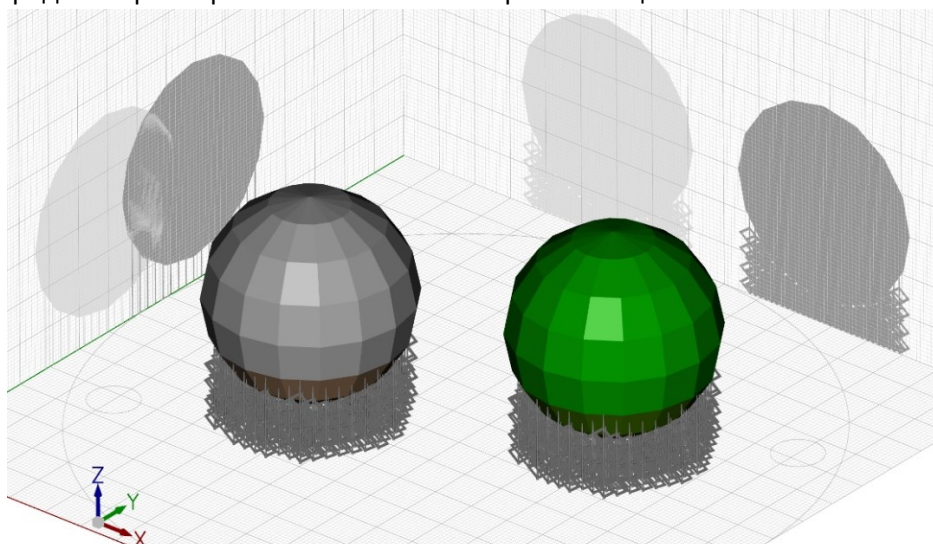
Включает отображение теней объектов на стенах рабочего объема. Эта опция просмотра создает проекции выделенных и невыделенных объектов на стены рабочей зоны. Функция позволяет визуальнo контролировать взаиморасположение объектов на рабочей сцене, контролировать плотность поддерживающих структур и быстро определять размеры объектов по сеткам рабочей сцены.



Прозрачность



Тени



- **Угол нарезки (Slice angle)**

Отображает на объектах линии сечений для планарной нарезки под углом с учетом



X:	27,00°	▲▼
Y:	22,00°	▲▼
Z:	30,00°	▲▼

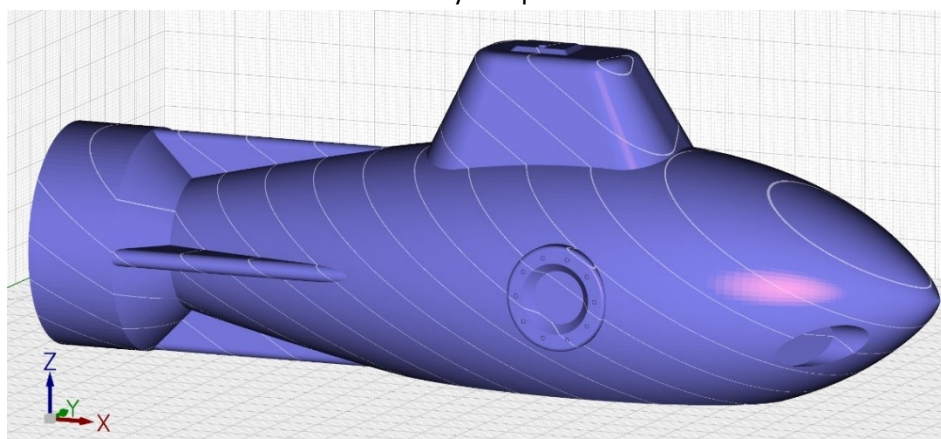
Угол нарезки

установленного в конфигурации слайсера [Векторной нарезки](#) параметров углов нарезки по каждой из осей.

Функция предназначена для визуальной оценки целостности печати объектов на системах аддитивного производства с возможностью печати под углом или печати на многоосевых манипуляторных системах.



Угол нарезки





- **Массы (Masses)**

Функция временно недоступна.

Группа Настройки нижних поверхностей (Group Down facing settings)

- **Нижние поверхности (Down facing)**

Включает отображение смотрящих вниз поверхностей. Режим визуализации применяется для контроля угла отклонения элементов поверхности объекта от плоскости основания рабочей сцены (плоскости XY).

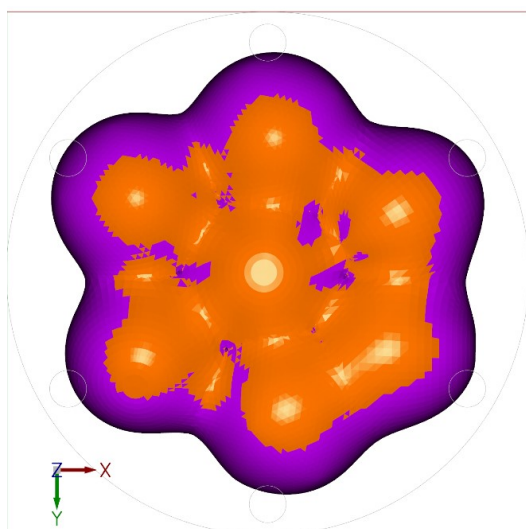



Нижние поверхности

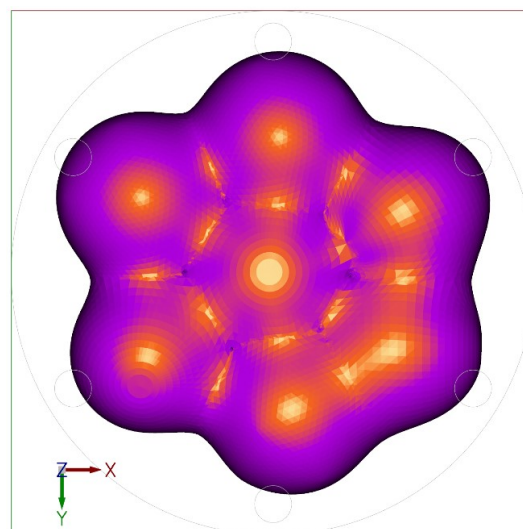
Угол 45,0° ▲▼

Плавное отображение

Настройки нижних поверхностей



Отображение нижних поверхностей



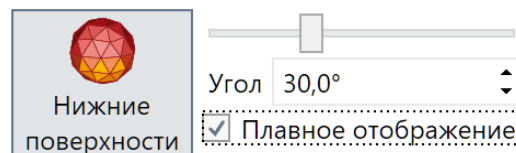
Отображение нижних поверхностей с визуализацией степени отклонения

Режим отображения позволяет наглядно определить зоны объекта, которые необходимо снабдить поддерживающими структурами. Элементы нижних поверхностей окрашиваются ярко-оранжевым цветом.

Режим влияет на динамическое построение поддерживающих структур, осуществляемое при работе алгоритмов [автоматического построения поддержек](#).

- **Параметры угла нижних поверхностей (Down facing angle settings)**

Устанавливает максимальный угол визуализации отклонения по каждой из осей от плоскости основания рабочей сцены и включает режим визуализации степени отклонения.



Визуализация степени отклонения включается установкой чек-бокса **Плавное отображение**. В этом режиме, элементы поверхности окрашиваются в ярко-оранжевый цвет, если они параллельны основанию рабочей сцены, и интенсивность окраски плавно изменяется до цвета объекта при приближении значения отклонения элемента к заданному в параметрах углу.

Если поддержки были сгенерированы с опцией **Учитывать настройки нижних поверхностей**, то изменение угла будет приводить к автоматическому пересчету массива поддерживающих структур. По умолчанию, при старте Triangulatica установлен угол в 45 градусов. Параметр угла не сохраняется в файле сцены, поэтому, если сцена была подготовлена с другим значением угла, а Triangulatica перезапускалась, то необходимо его выставить в нужное значение, а уже после этого производить нарезку сцены.

Группа Настройки срезов (Group Clipping settings)

Группа позволяет произвести сечения рабочей сцены по 3х осям.

- **Срезы (Clipping)**

Включает и выключает режим отображения сечений.

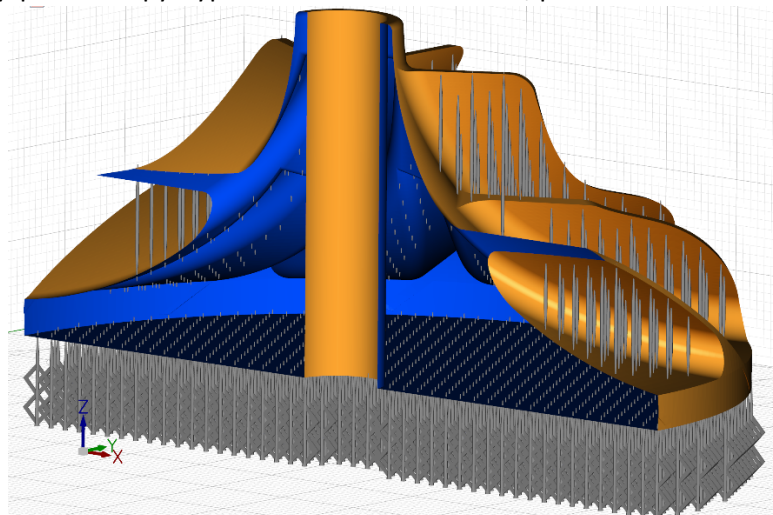


- **Настройки параметров отображения срезов (Clipping settings)**



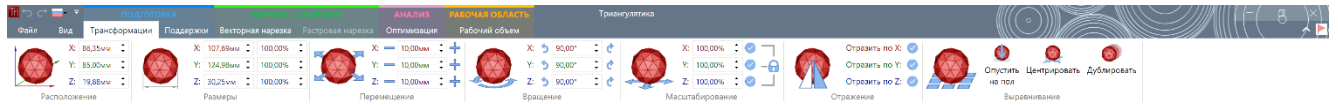
Настройки срезов

Устанавливает минимальный и максимальный диапазон сечений по каждой оси. Режим визуализации применяется для контроля глубины проникновения поддерживающих структур, исследования внутренней структуры и топологии объектов, работе со сложными сценами.



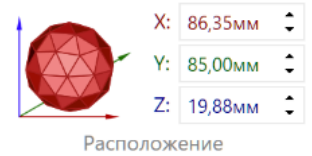
Трансформации (Transformations)

Раздел меню открывает ленточное подменю, содержащее иконки функций операций с **выделенными** объектами и группами объектов на основной рабочей сцене.



Группа Расположение (Position)

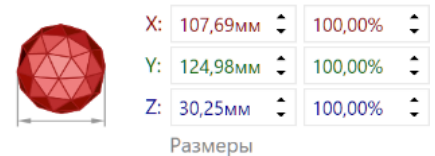
Группа предоставляет инструмент контроля расположения центра объектов и групп объектов. Элементы группы меню позволяют установить значения геометрических центров объекта или группы объектов:



- **Координаты центра объекта по оси X;**
- **Координаты центра объекта по оси Y;**
- **Координаты центра объекта по оси Z.**

Группа Размеры (Group Dimensions)

Группа предоставляет инструменты прямого или относительного изменения размеров объектов и групп объектов. Элементы группы меню позволяют установить абсолютные значения размеров объекта или группы объектов по осям:



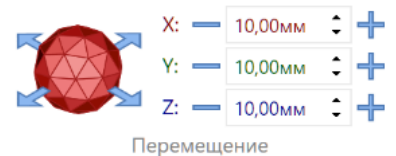
- **Абсолютные размеры объекта по оси X;**
- **Абсолютные размеры объекта по оси Y;**
- **Абсолютные размеры объекта по оси Z.**

или относительные размеры объекта или группы объектов по осям:

- **Относительные размеры объекта по оси X;**
- **Относительные размеры объекта по оси Y;**
- **Относительные размеры объекта по оси Z.**

Группа Перемещение (Group Translation)

Группа предоставляет инструмент перемещения с заданным шагом объекта или группы объектов. Элементы группы меню позволяют установить шаг смещения и произвести само смещение на заданный шаг по осям:

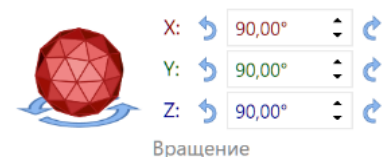


- **Смещение объекта по оси X;**
- **Смещение объекта по оси Y;**
- **Смещение объекта по оси Z.**

+ - перемещает объект или группу объектов на указанный шаг в сторону увеличения координаты;
- - перемещает объект или группу объектов на указанный шаг в сторону уменьшения координаты.

Группа Вращение (Group Rotation)

Группа предоставляет инструмент поворота с заданным углом объекта или группы объектов. Элементы группы меню позволяют установить угол поворота и произвести само вращение на заданный угол вокруг оси, проходящей через геометрический центр объекта или группы объектов:



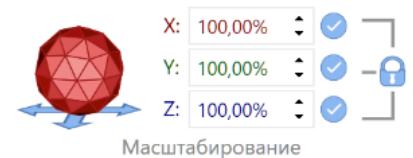
- **Вращение объекта относительно собственного центра по оси X;**
- **Вращение объекта относительно собственного центра по оси Y;**
- **Вращение объекта относительно собственного центра по оси Z.**

- ↻ - поворачивает объект или группу объектов на указанный угол против часовой стрелки;
- ↻ - поворачивает объект или группу объектов на указанный угол по часовой стрелке.

Направление вращения по часовой стрелке или против часовой стрелки при проекции от больших значений оси к меньшим (например, от положительных к отрицательным).

Группа Масштабирование (Group Scaling)

Группа предоставляет инструмент относительного масштабирования объекта или групп объектов. Элементы группы меню позволяют установить процент масштабирования (100% - исходный размер) и зафиксировать связи для пропорционального масштабирования:

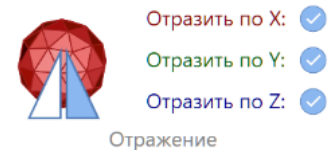


- **Относительное масштабирование объекта по оси X;**
- **Относительное масштабирование объекта по оси Y;**
- **Относительное масштабирование объекта по оси Z;**
- **Закрепление связей между осями при масштабировании.**

- ✓ - выполняет масштабирование на заданный процент объекта или группы объектов по оси или осям;
- 🔒 - закрепляет пропорциональную связь процента масштабирования между осями.

Группа Отражение (Group Flipping)

Группа предоставляет инструмент отражения объекта или группы объектов по одной из осей:

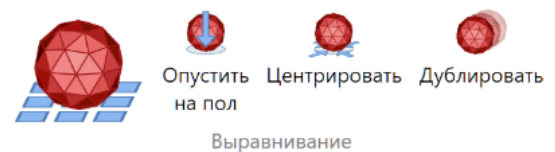


- **Отражение объекта по оси X;**
- **Отражение объекта по оси Y;**
- **Отражение объекта по оси Z.**

- ✓ - выполняет отражение объекта или группы объектов по оси.

Группа Выравнивание (Group Arrange)

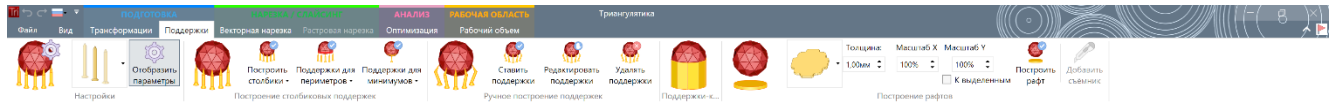
Группа предоставляет инструменты для различных типов выравнивания, создания массивов и дублирования объектов и групп объектов на рабочей сцене.



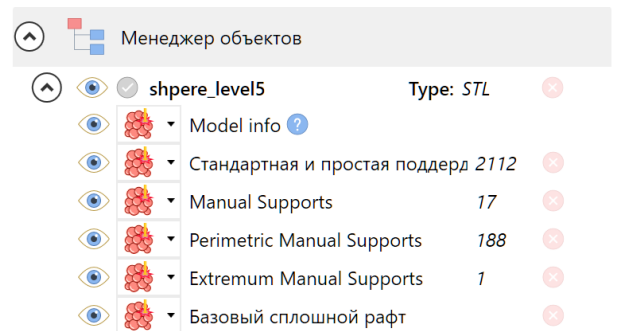
- **Опустить на стол**
Перемещает объект так, чтобы его нижняя точка пришла в нулевую координату по оси Z. Операция не имеет никакого воздействия на оси X и Y координат центра объекта.
- **Центрировать**
Перемещает объект так, чтобы координаты центра объекта по осям X и Y совпали с центрами осей X и Y рабочей сцены. Операция не имеет никакого воздействия на координат центра объекта по оси Z.
- **Дублировать**
Создает точную копию объекта со всеми привязанными к нему элементами (поддержки, рафты и т.д.) в координатах дублируемого объекта.

Поддержки (Supports)

Раздел меню открывает ленточное подменю, содержащее иконки функций операций с поддерживаемыми структурами и рафтами. Подробнее о поддержках в разделе [Генерация поддержек](#).



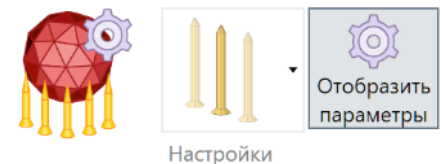
Все генерируемые в этом разделе меню элементы привязываются к объектам в **Менеджере объектов** и могут быть [перемещены](#) вместе с объектом на рабочей сцене. Все поддерживаемые структуры и рафты не подвергаются пересчету при передвижении модели в плоскости XY (без изменения положения объекта по оси Z), но могут потребовать пересчета и повторной генерации при вертикальном передвижении объекта, повороте объекта, отражении объекта или масштабировании объекта.



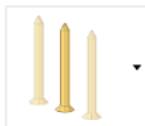
Сгенерированные элементы, привязанные к объекту в **Менеджере объектов** могут быть удалены при помощи иконок удаления, расположенным справа от названия элемента.

Грунная Настройка (Settings)

Группа предоставляет инструменты для первостепенных действий, осуществляемых при начале работы с поддержками на рабочей сцене.



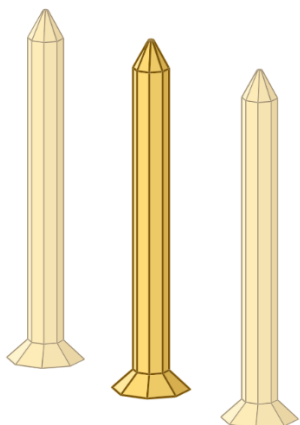
- **Выбор типа поддержек**



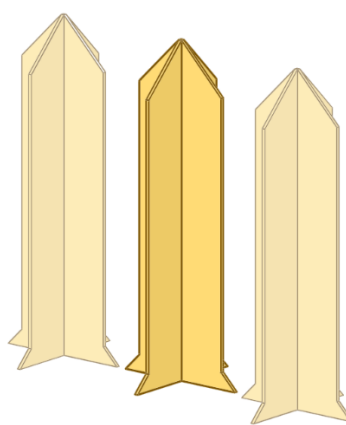
Поддерживаемые структуры предназначены для удержания объекта во время процесса аддитивного производства. Triangulatica генерирует поддержки различной формы,

которые могут быть применены на усмотрение оператора или по рекомендациям производителя системы аддитивного производства. Кнопка выбора типа поддержек открывает меню выбора, где даны рекомендации для какой технологии может быть использован тип поддерживающей структуры.

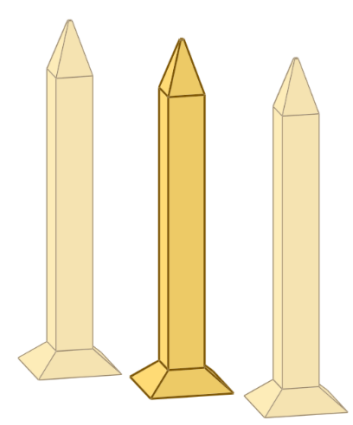
Выбранный текущий тип поддержек отображается в изображении иконки на данной кнопке:



Стандартная и простая поддержка



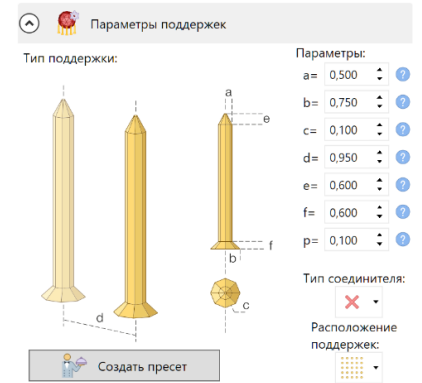
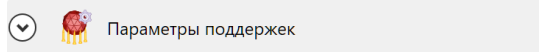
Линейные поддержки



Прямоугольная поддержка

- **Отобразить параметры**

Раскрывает экспандер настроек параметров поддержек в [Окне настроек параметров основных функций](#) интерфейса Triangulatica. В области этого окна могут быть настроены параметры, которые будут применяться алгоритмами Triangulatica во время генерации поддерживающих структур в автоматическом или ручном режиме. Окно настроек параметров поддержек может быть открыто и путем открытия экспандера с соответствующим названием:



Подробности в части генерации поддержек и настройки поддержек описаны в разделе [Настройка типа и параметров поддержек](#) Руководства пользователя.

- **Выбрать пресет (определенный оператором набор параметров) поддержек**

Для быстрого выбора типа и параметров поддерживающих структур, в Triangulatica присутствует механизм создания и выбора пресетов настроек поддержек. Выбор пресета осуществляется оператором при помощи вспомогательного меню выбора пресетов для типа поддерживающих структур, которое раскрывается при наведении мыши на иконку с изображением стрелочки \triangleright , расположенную в правой верхней части списка типа поддержек. Список пресетов отображается только с теми типами поддержек, для которых оператор ранее создал пресет.

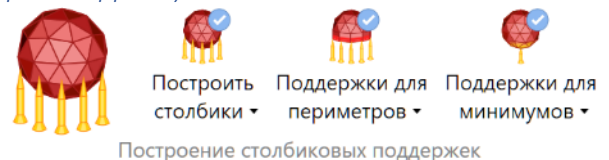
Удалить пресет из этого списка можно кликнув на иконку со значком \times , расположенную справа от каждого из пресетов в списке.

Действия оператора по созданию и использованию пресетов описаны в разделе [Работа с пресетами поддержек](#) Руководства пользователя.



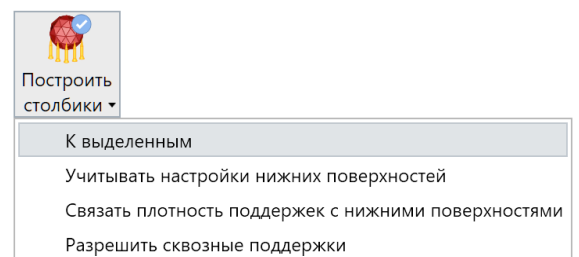
Группа Построение столбиковых поддержек (Group Build pillar supports)

Группа предоставляет средства и инструменты для построения поддерживающих структур в автоматическом режиме. Группа меню содержит следующие элементы:



- **Построить столбики**

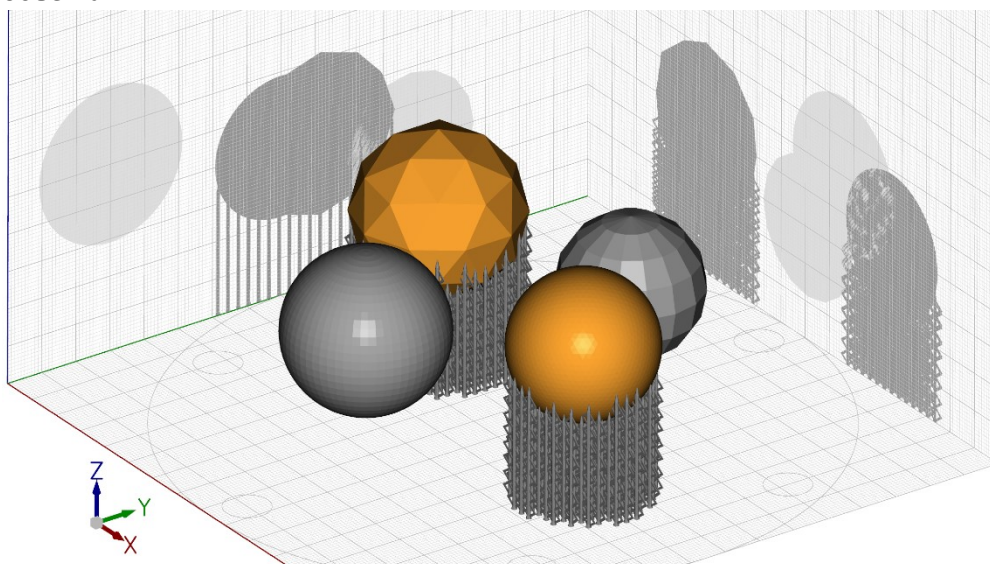
Функция обеспечивает построение полей поддержек по заранее определенным настройкам поддерживающих структур в автоматическом режиме. Подробное руководство по настройкам параметров поддержек дано в разделе [Генерация поддержек](#) Руководства пользователя. Нажатие на иконку со \blacktriangledown стрелочкой на кнопке приводит к раскрытию меню настроек режима



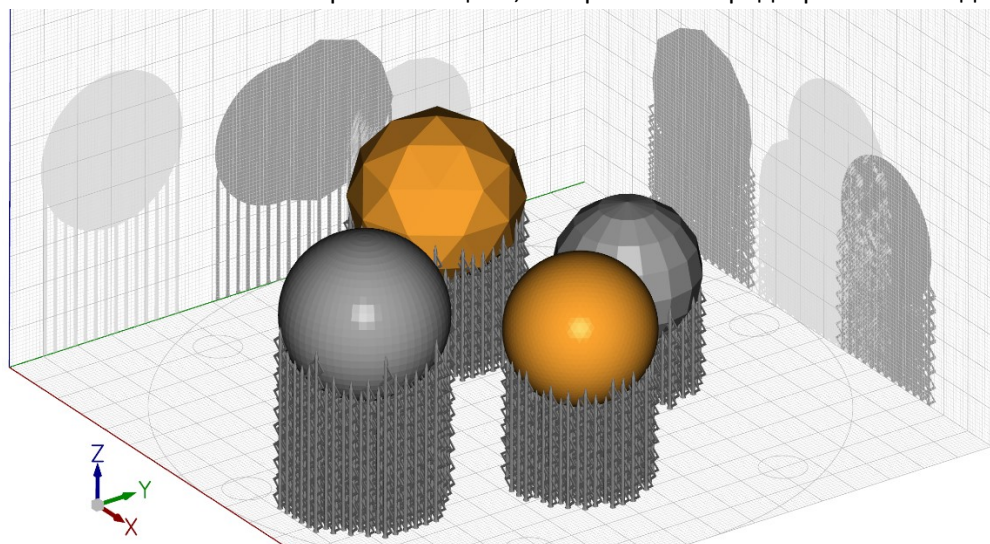
автоматического построения поддерживающих структур, где оператору предоставляется возможность разрешить различные поведения функции **Построить столбики**. Разрешение или отмена разрешения одного из поведений функции осуществляется кликом по соответствующему названию настройки и установке или снятию рядом с названием галочки . Все разрешения функций могут быть скомбинированы между собой.

- **К выделенным**

Разрешение этой настройки поведения обозначает, что действия по генерации поддерживающих структур будут произведены только с выделенными на рабочей сцене объектами.



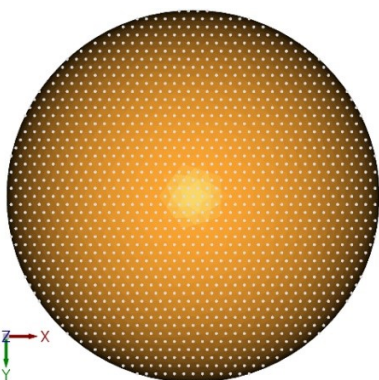
Изображение иллюстрирует результаты работы функции **Построить столбики** с разрешением **К выделенным**. Во время работы этой функции с установленным разрешением **К выделенным**, построение поддерживающих структур осуществлялось только к тем объектам на рабочей сцене, которые были предварительно выделены.



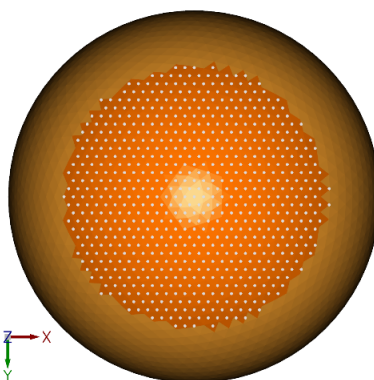
Отсутствие установленного разрешения **К выделенным** приводит к тому, что поддерживающие структуры будут рассчитаны для всех объектов на рабочей сцене. Если у какого-то объекта ранее были построены поддерживающие структуры, то они будут переопределены и рассчитаны заново с учетом текущих настроек поддерживающих структур.

Подробнее о том, как [Выделить объекты](#).

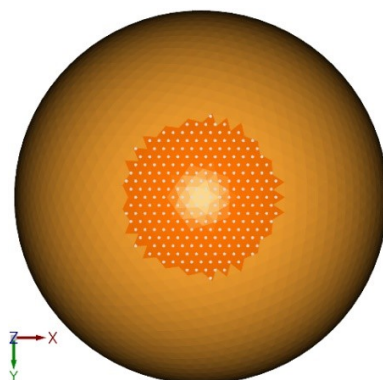
- **Учитывать настройки нижних поверхностей**
 Разрешение этой настройки поведения функции **Построить столбики** включает зависимость зоны объектов к которым строятся поддерживающие структуры от активированных в данный момент параметров функции [Настройки нижних поверхностей](#) меню [Вид](#). Поддерживающие структуры будут строиться только к тем смотрящим вниз поверхностям объекта, угол отображения которых определен в группе меню **Настройках нижних поверхностей**. Если кнопка **Нижние поверхности** в меню **Вид** не включена, то угол отображения нижних поверхностей применятся к функции построить столбики не будет.



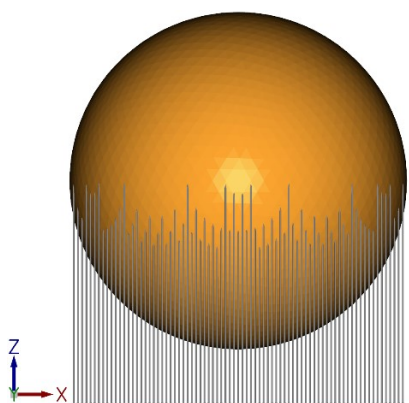
Вид снизу на сгенерированные поддержки с отключенным разрешением **Учитывать настройки нижних поверхностей**



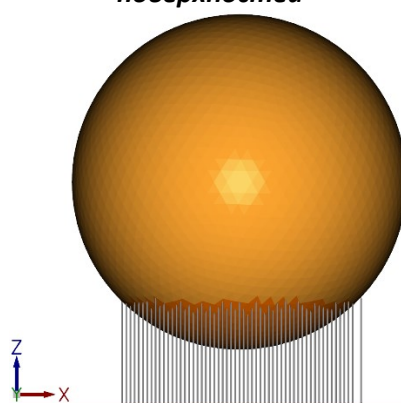
Вид снизу на сгенерированные поддержки с включенным разрешением **Учитывать настройки нижних поверхностей** и углом $45,0^\circ$ в **Настройках нижних поверхностей**



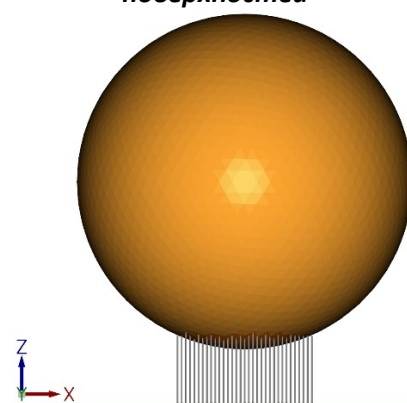
Вид снизу на сгенерированные поддержки с включенным разрешением **Учитывать настройки нижних поверхностей** и углом $25,0^\circ$ в **Настройках нижних поверхностей**



Вид спереди на сгенерированные поддержки с отключенным разрешением **Учитывать настройки нижних поверхностей**



Вид спереди на сгенерированные поддержки с включенным разрешением **Учитывать настройки нижних поверхностей** и углом $45,0^\circ$ в **Настройках нижних поверхностей**



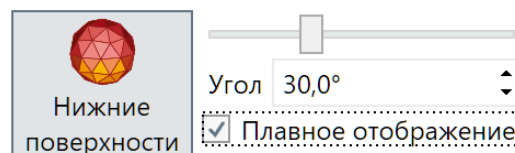
Вид спереди на сгенерированные поддержки с включенным разрешением **Учитывать настройки нижних поверхностей** и углом $25,0^\circ$ в **Настройках нижних поверхностей**

Смысл данного расширения в том, чтобы предоставить оператору возможность контролировать кол-во поддерживающих структур и иметь средство оперативной оптимизации кол-ва поддерживающих структур, так как большое кол-во поддержек сказывается на производительности систем аддитивного производства, а малое

(недостаточное) кол-во может приводить к низкой стабильности процесса аддитивного производства.

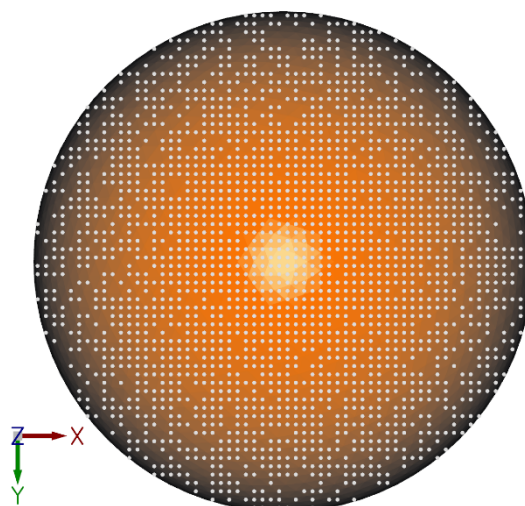
Для понимания смысла работы данного разрешения можно провести следующую аналогию: при отключенном разрешении поддержки будут построены ко всем поверхностям модели, нормаль которых направлена в сторону плоскости основания рабочей сцены и имеют угол отклонения от этого направления (от оси Z) менее 90° . Включение же данного разрешения позволяет установить другой предельный угол (менее 90°).

Алгоритмы генерации поддержек в Triangulatica работают «налету», что позволяет видеть в реальном времени какое кол-во поддержек будет построено при разных **Углах нижних поверхностей** – достаточно просто изменять значение угла (вводом значений в поле **Угол**, передвижением бегунка или нажатием на стрелочки приращений рядом с цифровым значением угла) и в динамике наблюдать, как изменяются поддерживающие структуры. На практике, удобнее всего наблюдать за количеством сгенерированных поддерживающих структур в проекции **Снизу** в [Меню проекций рабочей сцены](#) интерфейса Triangulatica.



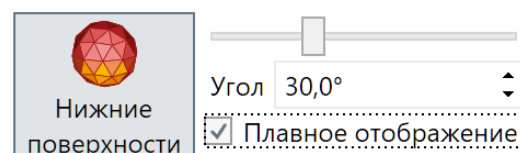
- **Связать плотность поддержек с нижними поверхностями**

Разрешение этой настройки поведения функции **Построить столбики** включает режим генерации поддерживающих структур с изменяемой плотностью при увеличении значения угла [Нижние поверхности](#) в меню [Вид](#). Поддерживающие структуры будут строиться только к тем смотрящим вниз поверхностям объекта, угол отображения которых определен в группе меню **Настройках нижних поверхностей**, при этом будет действовать правило: чем нормаль поверхности сильнее отклонена от оси Z, тем меньшее кол-во поддерживающих структур будет сгенерировано.



Если кнопка **Нижние поверхности** в меню **Вид** не включена, то угол отображения нижних поверхностей применятся к функции построить столбики не будет.

Рекомендуется пользоваться этим разрешением с включенным параметром **Нижних поверхностей Плавное отображение**. При включенном параметре



Плавное отображение, яркость выделения оранжевым цветом нижних поверхностей снижается в зависимости от степени отклонения нормали поверхности от оси Z, что дает наглядное представление о том, где будут построены поддерживающие структуры более низкой плотности.

Алгоритмы генерации поддержек в Triangulatica работают «налету», что позволяет видеть в реальном времени какое кол-во поддержек будет построено при разных **Углах нижних поверхностей** – достаточно просто изменять значение угла (вводом значений в

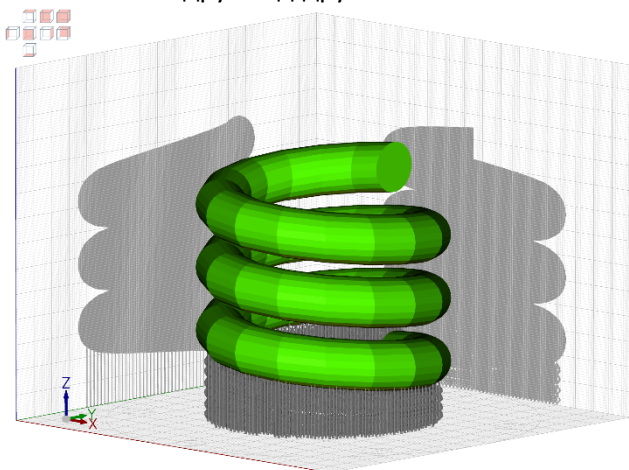
поле **Угол**, передвижением бегунка или нажатием на стрелочки приращений рядом с цифровым значением угла) и в динамике наблюдать, как изменяются поддерживающие структуры.

На практике, удобнее всего наблюдать за количеством сгенерированных поддерживающих структур в проекции **Снизу** в [Меню проекций рабочей сцены](#) интерфейса Triangulatica.

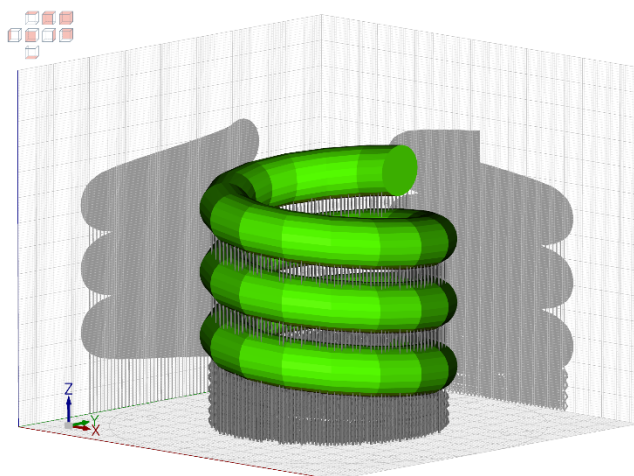


- **Разрешить сквозные поддержки**

Разрешение этой настройки поведения функции **Построить столбики** включает режим генерации поддерживающих структур между элементами объекта, расположенными друг-над-другом.



Спираль с поддерживающими структурами сгенерированными без разрешения функции **Разрешить сквозные поддержки**



Спираль с поддерживающими структурами сгенерированными с разрешением функции **Разрешить сквозные поддержки**

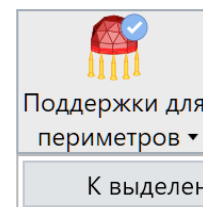
Это разрешение функции (как и все другие описанные выше) могут быть скомбинированы между собой для получения широчайших возможностей по автоматической генерации поддерживающих структур.

Алгоритмы генерации поддержек в Triangulatica работают «налету», что позволяет видеть в реальном времени какое кол-во поддержек будет построено при разных **Углах нижних поверхностей** – достаточно просто изменять значение угла (вводом значений в поле **Угол**, передвижением бегунка или нажатием на стрелочки приращений рядом с цифровым значением угла) и в динамике наблюдать, как изменяются поддерживающие структуры.

- **Поддержки для периметров**

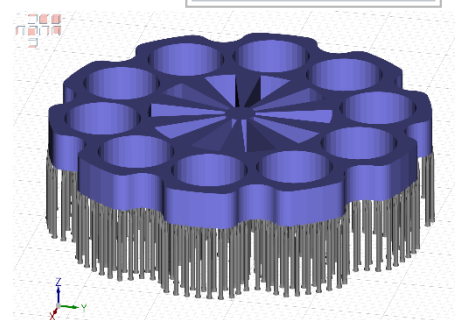
Функция обеспечивает построение поддержек к ребрам объекта. Функция актуальна и применяется в технологиях печати металлами, где надо обеспечить стабильность построения ребер объекта. Часто функция используется с поддержками типа **Линейные поддержки**, так как они за счет своей топологии формы (крестообразное тело поддержки) обеспечивают удержание не только точки объекта, в которую попадает носик поддержки, но и части объекта вокруг точки касания объекта, сохраняя при этом высокую степень удаляемости с минимальными следами контакта.

Нажатие на кнопку **Поддержки для периметров** запускает процесс поиска ребер объекта и строит поддерживающие

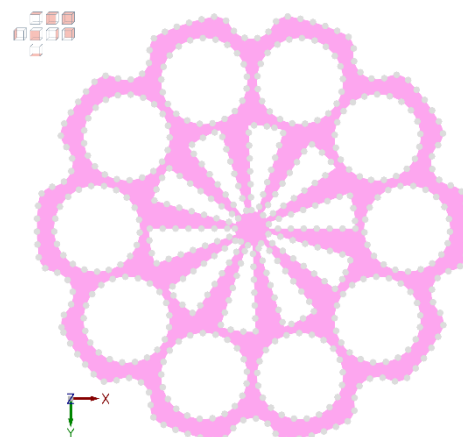


Поддержки для периметров ▾

К выделенным



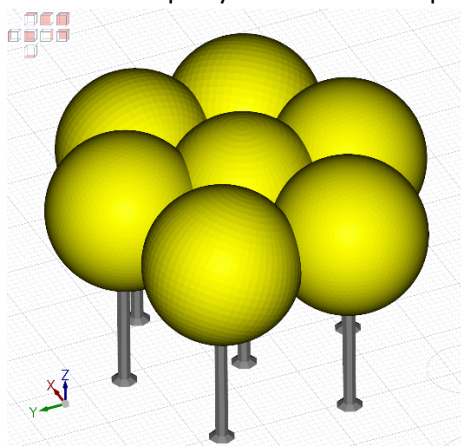
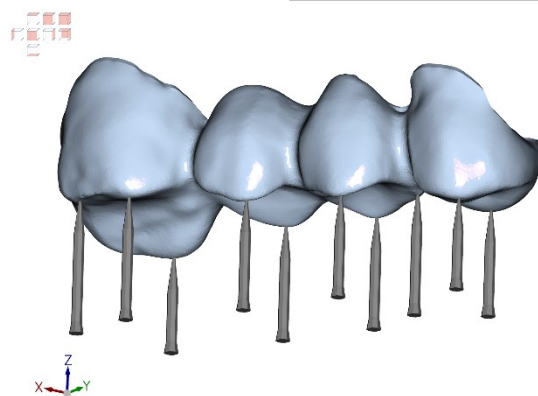
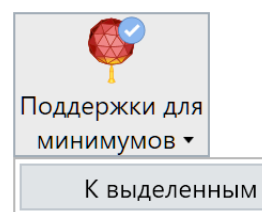
структуры по этим ребрам, выдерживая параметр расстояния между поддержками по линии ребра. Раздел Руководства пользователя описывает подробно параметры поддержек в [Настройка типа и параметров поддержек](#), также данный раздел содержит схему и пояснения за что отвечает каждый из параметров в логике работы Triangulatica. Алгоритмы Triangulatica выявляют все ребра и ко всем ребрам осуществляется построение поддержек. В дальнейшем, оператор может удалить лишние поддержки при помощи режима удаления поддержек, который предоставляет меню [Ручное построение поддержек](#).



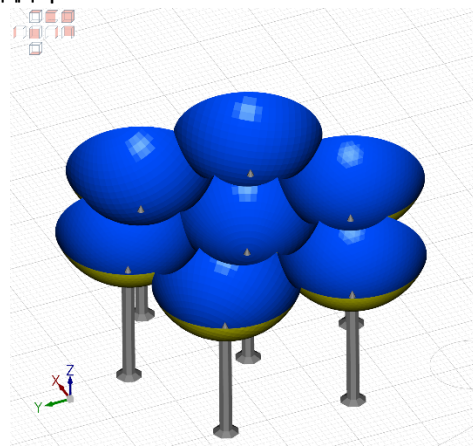
Данная функция имеет только разрешение **К выделенным**, которое работает по аналогии с одноименным разрешением у функции [Построить столбики](#).

- **К выделенным**
Разрешение этой настройки поведения обозначает, что действия по генерации поддерживающих структур будут произведены только с выделенными на рабочей сцене объектами.
- **Поддержки для минимумов**
Функция обеспечивает построение поддержек к минимальным экстремумам («висящим» элементам модели) объектов на рабочей сцене.

В технологиях аддитивного производства, где используются поддерживающие структуры, возникает проблема «висящих элементов» - частей объекта, которые невозможно построить без индивидуальных поддержек, т.к. на этапе начала печати этих элементов они отделены от основного объекта. Для выявления поверхностей данного типа в Triangulatica присутствует функция генерации поддерживающих структур называемая **Поддержки для минимумов**. Нажатие на соответствующую кнопку проводит анализ объекта на рабочей сцене, выявляет минимальные экстремумы объекта и строит к ним поддержки.

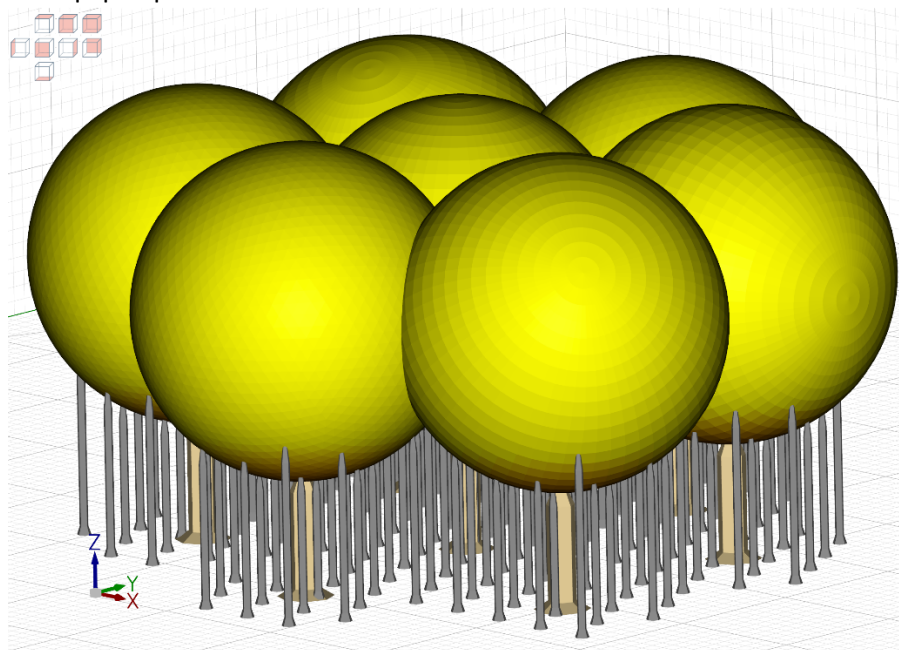


Поддержки минимумов



Поддержки минимумов (просмотр в срезе)

Рекомендовано строить к минимумам более усиленные поддержки, чем используются для поддержания плоскостей моделей или ребер моделей, т.к. нагрузка на эти поддержки будет выше при начале формирования минимального элемента объекта.

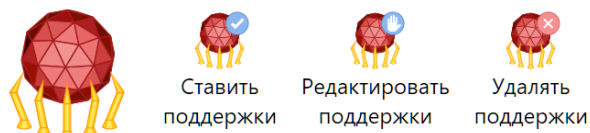


Данная функция имеет только разрешение **К выделенным**, которое работает по аналогии с одноименным разрешением у функции [Построить столбики](#).

- **К выделенным**
Разрешение этой настройки поведения обозначает, что действия по генерации поддерживающих структур будут произведены только с выделенными на рабочей сцене объектами.

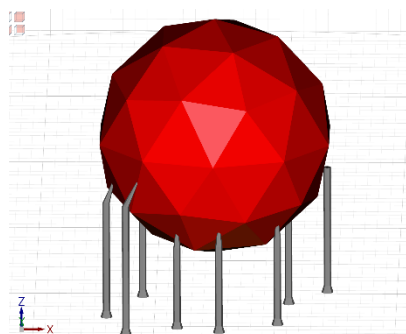
Группа Ручное построение поддержек (Group Build manual supports)

Группа предоставляет инструменты для построения и редактирования поддерживавших структур в ручном режиме.

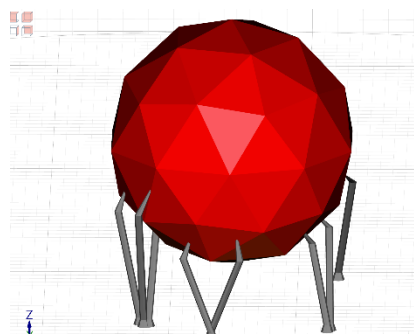


Ручное построение поддержек

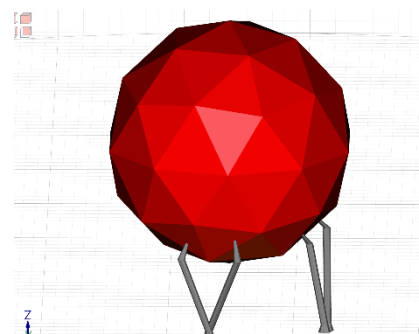
В Triangulatica поддержка состоит из 3х частей: носик, тело и основание. Размеры всех частей поддержки описываются параметрами в окне [Настройка типа и параметров поддержек](#) интерфейса Triangulatica.



Поддержки, установленные в ручном режиме



Отредактированные ручные поддержки

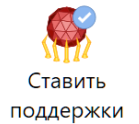


Часть ручных поддержек удалена

- **Ставить поддержки**

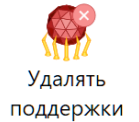
Функция включает режим ручной установки поддерживающих структур. Поддержки устанавливаются кликом по поверхности модели к которой осуществляется ручная установка поддержек. Поддержка выстраивается строго вертикально от точки клика по модели.

Если не отпускать кнопку мыши после клика, то можно сдвинуть тело поддержки. При этом точка контакта с моделью останется зафиксированной, а будет изменяться только носик поддержки.



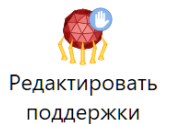
- **Редактировать поддержки**

Функция включает режим удаления поддержек. Удаление поддержек осуществляется кликом на любой части поддержки. Невозможно удалить поддержки, сгенерированный автоматически при помощи кнопки **Построить столбики**, так как этот типа поддержек в логике Triangulatica представляет из себя единую структуру.



- **Удалять поддержки**

Функция включает режим редактирования поддержек. В этом режиме оператор может перемещать различные части поддержки путем простого перетаскивания элемента, на который указывает курсор мыши. Невозможно редактировать поддержки, сгенерированный автоматически при помощи кнопки **Построить столбики**, так как этот типа поддержек в логике Triangulatica представляет из себя единую структуру.



Группа Теневые поддержки (Group Build bed supports)

Будет реализовано и описано в будущих версиях Triangulatica.

Группа Построение рафтов (Group Build raft)

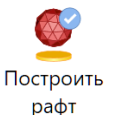
Элементы **Рафт** достраиваются при помощи Triangulatica к объектам на рабочем столе с целью получить платформу, которая обеспечила бы удержание первых слоев модели при печати по стереолитографическим технологиям (SLA, DLP, LCD и т.д.). В Triangulatica реализован богатый набор типов рафтов учитывающих особенности различных фотополимерных систем аддитивного производства и нагрузки и физические явления, возникающие во время печати первых слоев.



Толщина: 1,00мм Масштаб X: 100% Масштаб Y: 100%

К выделенным

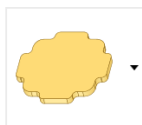
Построение рафтов



Подробнее о построении рафтов в разделе [Генерация рафтов](#).

К каждому объекту на сцене может быть привязан только один рафт. Это обозначает, что если у объекта уже ранее был создан рафт, то повторная генерация рафта удалит старый рафт и добавит к объекту новый.

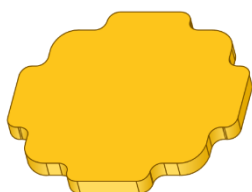
- **Выбор типа рафта**



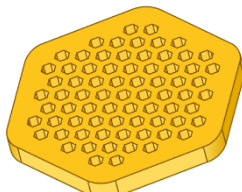
Рафт предназначены для успешной печати первых слоев рабочего стола во время процесса стереолитографического аддитивного производства. Triangulatica генерирует рафты различной формы, которые могут быть применены на усмотрение оператора или по рекомендациям производителя системы аддитивного производства. Кнопка выбора типа рафта открывает меню выбора, где даны рекомендации для какой технологии может быть использован тип поддерживающей структуры.

Разработчики могут добавить рафт любой другой формы, включая брендированную форму (например, - с указанием модели 3D принтера). Для обсуждения этой возможности, используйте контакты, указанные в разделе [Способы связи](#) данного Руководства.

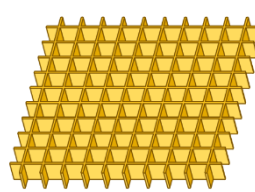
Выбранный текущий тип рафта отображается в изображении иконки на данной кнопке:



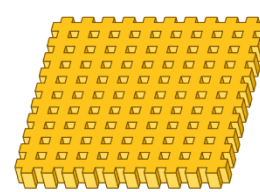
Базовый сплошной рафт. Идеально подходит для маленьких моделей. Рекомендован для технологии SLA.



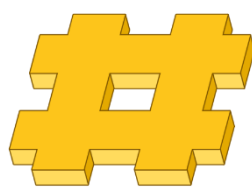
Шестигранный рафт. Лучший выбор для SLA технологии. Серьезно уменьшает гидродинамическую нагрузку при формировании первых слоев.



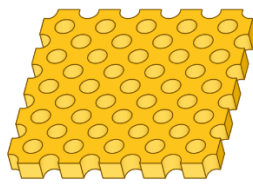
Мелкая рафт-сетка. Хорошее решение для SLM или SLS технологий.



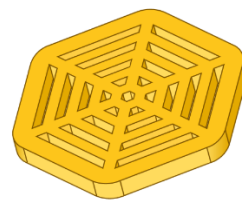
Стандартная рафт-сетка. Может использоваться в широком диапазоне применений.



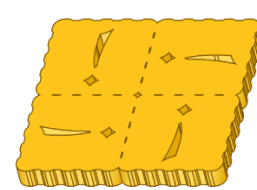
Рафт-сетка с крупными ячейками. Хорошо работает с крупными моделями.



Рафт с круглыми отверстиями. Может использоваться там, где необходимы хорошие гидродинамические свойства. Рекомендована для технологии SLA.



Рафт "Паутина". Может использоваться там, где необходимы хорошие гидродинамические свойства. Рекомендована для технологии SLA.



Брендированный рафт. В дистрибутив Triangulatica может быть добавлен брендированный рафт.

- **Установка толщины рафта**

Толщина пластины рафта определяется значением в поле толщина. Параметр указывается в миллиметрах.

Толщина:

1,00мм

- **Масштаб рафта по X и Y**

Элементы генерируемого рафта могут быть масштабированы по осям. Для этого оператором указываются параметры масштабирования рафта по каждой из осей. Масштабирование рафта применяется, когда стандартный размер элемента рафта слишком крупный или слишком мелкий для объекта на рабочей сцене.

Масштаб X Масштаб Y

100%

100%

- **К выделенным**

Рафты могут быть построены как для всех объектов на сцене, так и только для выделенных объектов. Для построения рафта только к выделенным объектам, установите этот параметр.

К выделенным

- **Построить рафт**

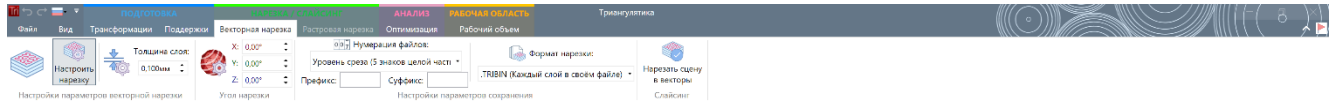
Запуск функции добавления рафтов осуществляется кнопкой **Построить рафт**. Каждый рафт привязывается к своему объекту и отображается в качестве элементов объекта в **Менеджере объектов**.



Построить рафт

Векторная нарезка (Vector slicing)

Раздел меню открывает ленточное подменю, содержащее иконки функций векторного слайсера.



Из данного раздела производится запуск процесса нарезки, определение направления нарезки, толщин слоя нарезки, принципы именования файлов нарезки, конфигурирование векторного ядра слайсера и определение правил процесса нарезки.

Если у Вас не отображается раздел **Векторная нарезка**, то следует проверить, что векторный слайсер разрешен в [Настройка параметров слайсера Triangulatica](#). Для работы с векторной нарезкой в этом меню настроек должен быть разрешен один из параметров **Оба слайсера** или **Только векторный слайсер**. Также, векторный слайсер может быть недоступен при определенных лицензионных ограничениях (например, если Ваш вид лицензии не позволяет производить нарезку в векторы).

Если векторный слайсер виден в меню, но не активен, это обозначает, что в данный момент выбран растровый принтер в качестве рабочего, сцену которого невозможно нарезать в векторы. Выберите в [Менеджер принтеров](#) подходящий векторный принтер.

Группа Настройки параметров векторной нарезки (Group Vector slicing settings)

В группе находится всего 2 элемента:

- **Настроить нарезку**

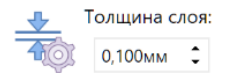
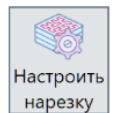
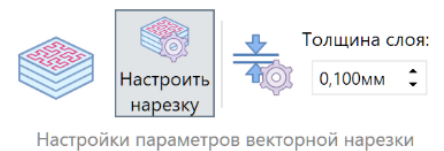
Открывает в [Окне настроек параметров основных функций](#)

детальную настройку параметров слайсинга одного из доступных материалов из стратегий выбранного в настоящий момент принтера. Рекомендуем подробнее ознакомиться с логикой организации данных в Triangulatica в разделе [Работа со стратегиями, материалами и принтерами](#).

Кнопка дублирует экспандер (☺), раскрывающий для оператора содержимое вкладки **Настройки параметров векторной нарезки**.

- **Толщина слоя нарезки**

Предоставляет оператору возможность определить на какой толщине слоя будет производиться нарезка.



Группа Угол нарезки (Group Slice angle)

Среди широких возможностей Triangulatica есть возможность производить планарную нарезку под углом относительно поверхности рабочего стола. Данная функция зарекомендовала себя при печати крупногабаритных и длинномерных объектов (гиперемкости, корпуса лодок, дома и т.д.), так как дает возможность контролировать анизотропию свойств изделий и конструировать разумные по своему размеру системы аддитивного производства крупногабаритных изделий.

- **Угол нарезки по X**

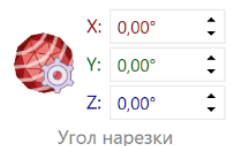
Угол нарезки по оси X.

- **Угол нарезки по Y**

Угол нарезки по оси Y.

- **Угол нарезки по Z**

Угол нарезки по оси Z.



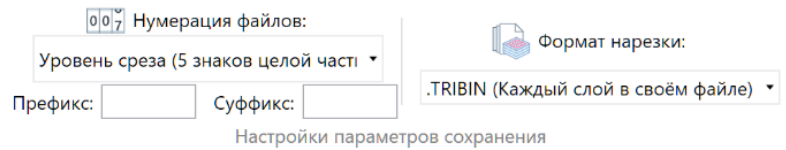
Визуально проконтролировать, как будут выглядеть слои после нарезки под углом можно, включив режим просмотра **Угол нарезки**, описанный в параграфе **Угол нарезки (Slice angle)** раздела [Группа Опции просмотра \(Group View options\)](#).

Группа Настройки параметров сохранения (Group Vector slicing saving)

Группа предназначена для настройки параметров сохранения готовых слайсов.

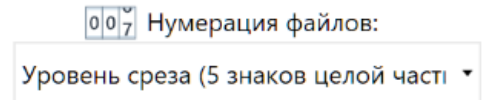
Triangulatica предоставляет гибкие средства для именования выходных

файлов слоёв и позволяет именовать файлы, как того требует большинство систем аддитивного производства.



- **Выбор типа нумерации файлов**

В выпадающем списке можно выбрать тип нумерации файлов из вариантов:



- **Номер слоя: 1, 2, ..., 100, ...**

Простая последовательная нумерация выходных файлов;

- **5 знаков номера слоя с ведущими нулями: 00001, 00002, ..., 00100, ...**

Последовательная нумерация выходных файлов в 5 разрядов с ведущими нулями. Такой формат позволяет удобнее сортировать файлы в системах, которые не могут корректно работать с сортировкой без ведущих нулей или символов;

- **7 знаков номера слоя с ведущими нулями: 0000001, 0000002, ..., 0000100, ...**

Последовательная нумерация выходных файлов в 7 разрядов с ведущими нулями. Такой формат позволяет удобнее сортировать файлы в системах, которые не могут корректно работать с сортировкой без ведущих нулей или символов;

- **9 знаков номера слоя с ведущими нулями: 000000001, 000000002, ..., 000000100, ...**

Последовательная нумерация выходных файлов в 9 разрядов с ведущими нулями. Такой формат позволяет удобнее сортировать файлы в системах, которые не могут корректно работать с сортировкой без ведущих нулей или символов;

- **Уровень среза: 0.010, 0.020, ..., 1.000, ...**

Нумерация с указанием уровня среза с точкой в качестве десятичного разделителя и 3мя знаками после запятой;

- **Уровень среза (точка в дефис): 0-010, 0-020, ..., 1-000, ...**

Нумерация с указанием уровня среза с символом «минус» в качестве десятичного разделителя и 3мя знаками после запятой;

- **Уровень среза (5 знаков целой части): 00000.010, 00000.020, ..., 00001.000, ...**

Нумерация с указанием уровня среза с точкой в качестве десятичного разделителя, 5 разрядами ведущих нулей для целой части и 3мя знаками после запятой;

- **Уровень среза (5 знаков целой части и точка в дефис): 00000-010, 00000-020, ..., 00001-000, ...**

Нумерация с указанием уровня среза со символом «минус» в качестве десятичного разделителя, 5 разрядами ведущих нулей для целой части и 3мя знаками после запятой;

- **Префикс файла**

Набор символов, которые введены в это поле будут добавлены перед именем файла. Например, если в поле **Префикс** находится значение «SLICE_», а нумерация файлов идет по типу **Номер слоя**, то сохраняться будут файлы с именами: SLICE_1, SLICE_2, ..., SLICE_100 и т.д.

Префикс:

- **Суффикс файла**

Суффикс:

Набор символов, который введены в это поле будут добавлены после имени файла. Например, если в поле **Суффикс** находится значение «_SLICE», а нумерация файлов идет по типу Номер слоя, то сохраняться будут файлы с именами: 1_SLICE, 2_SLICE, ..., 100_SLICE и т.д.

- **Выбор формата сохранения нарезки**

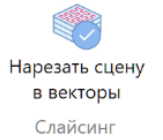
В этом поле оператор может выбрать один из определенных для принтера форматов экспорта. Настройка форматов экспорта для принтера описана в [Менеджер принтеров](#).

Группа Слайсинг (Group Slicing)

Группа содержит один элемент – кнопку запуска нарезки.

- **Нарезать сцену в векторы**

Запускает нарезку в векторный формат согласно определенным параметрам.



Растровая нарезка (Raster slicing)

Раздел меню открывает ленточное подменю, содержащее иконки функций растрового слайсера.



Из данного раздела производится запуск процесса нарезки, толщин слоя нарезки, принципы именования файлов нарезки, конфигурирование растрового ядра слайсера и определение правил процесса нарезки.

Если у Вас не отображается раздел **Растровая нарезка**, то следует проверить, что векторный слайсер разрешен в [Настройка параметров слайсера Triangulatica](#). Для работы с векторной нарезкой в этом меню настроек должен быть разрешен один из параметров **Оба слайсера** или **Только растровый слайсер**. Также, растровый слайсер может быть недоступен при определенных лицензионных ограничениях (например, если Ваш вид лицензии не позволяет производить нарезку в растры).

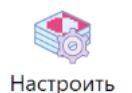
Если растровый слайсер виден в меню, но не активен, это обозначает, что в данный момент выбран векторный принтер в качестве рабочего, сцену которого невозможно нарезать в растры. Выберите в [Менеджер принтеров](#) подходящий растровый принтер.

Группа Настройки параметров векторной нарезки (Group Raster slicing settings)

- **Настроить нарезку**

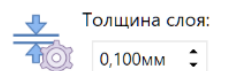
Открывает в [Окне настроек параметров основных функций](#) детальный настройки параметров слайсинга одного из доступных материалов из стратегий выбранного в настоящий момент принтера. Рекомендуем подробнее ознакомиться с логикой организации данных в Triangulatica в разделе [Работа со стратегиями, материалами и принтерами](#).

Кнопка дублирует экспандер (☑), раскрывающий для оператора содержимое вкладки **Настройки параметров растровой нарезки**.



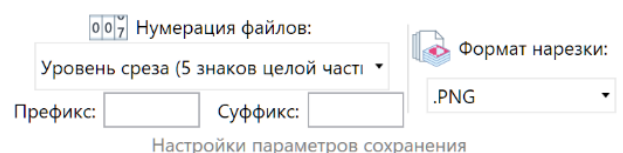
- **Толщина слоя нарезки**

Предоставляет оператору возможность определить на какой толщине слоя будет производиться нарезка.



Группа Настройки параметров сохранения (Group Raster slicing saving)

Группа предназначена для настройки параметров сохранения готовых слайсов. Triangulatica предоставляет гибкие средства для именования



выходных файлов слоёв и позволяет именовать файлы, как того требует большинство систем аддитивного производства.

- **Выбор типа нумерации файлов**

В выпадающем списке можно выбрать тип нумерации файлов из вариантов:

007 Нумерация файлов:
Уровень среза (5 знаков целой части ▾)

- **Номер слоя: 1, 2, ..., 100, ...**
Простая последовательная нумерация выходных файлов;
- **5 знаков номера слоя с ведущими нулями: 00001, 00002, ..., 00100, ...**
Последовательная нумерация выходных файлов в 5 разрядов с ведущими нулями. Такой формат позволяет удобнее сортировать файлы в системах, которые не могут корректно работать с сортировкой без ведущих нулей или символов;
- **7 знаков номера слоя с ведущими нулями: 0000001, 0000002, ..., 0000100, ...**
Последовательная нумерация выходных файлов в 7 разрядов с ведущими нулями. Такой формат позволяет удобнее сортировать файлы в системах, которые не могут корректно работать с сортировкой без ведущих нулей или символов;
- **9 знаков номера слоя с ведущими нулями: 000000001, 000000002, ..., 000000100, ...**
Последовательная нумерация выходных файлов в 9 разрядов с ведущими нулями. Такой формат позволяет удобнее сортировать файлы в системах, которые не могут корректно работать с сортировкой без ведущих нулей или символов;
- **Уровень среза: 0.010, 0.020, ..., 1.000, ...**
Нумерация с указанием уровня среза с точкой в качестве десятичного разделителя и 3мя знаками после запятой;
- **Уровень среза (точка в дефис): 0-010, 0-020, ..., 1-000, ...**
Нумерация с указанием уровня среза с символом «минус» в качестве десятичного разделителя и 3мя знаками после запятой;
- **Уровень среза (5 знаков целой части): 00000.010, 00000.020, ..., 00001.000, ...**
Нумерация с указанием уровня среза с точкой в качестве десятичного разделителя, 5 разрядами ведущих нулей для целой части и 3мя знаками после запятой;
- **Уровень среза (5 знаков целой части и точка в дефис): 00000-010, 00000-020, ..., 00001-000, ...**
Нумерация с указанием уровня среза со символом «минус» в качестве десятичного разделителя, 5 разрядами ведущих нулей для целой части и 3мя знаками после запятой;

- **Префикс файла**

Набор символов, которые введены в это поле будут добавлены перед именем файла. Например, если в поле **Префикс** находится значение «SLICE_», а нумерация файлов идет по типу **Номер слоя**, то сохраняться будут файлы с именами: SLICE_1, SLICE_2, ..., SLICE_100 и т.д.

Префикс:

- **Суффикс файла**

Набор символов, который введены в это поле будут добавлены после имени файла. Например, если в поле **Суффикс** находится значение «_SLICE», а нумерация файлов идет по типу **Номер слоя**, то сохраняться будут файлы с именами: 1_SLICE, 2_SLICE, ..., 100_SLICE и т.д.

Суффикс:

- **Выбор формата сохранения нарезки**

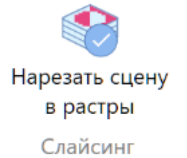
В этом поле оператор может выбрать один из определенных для принтера форматов экспорта. Настройка форматов экспорта для принтера описана в [Менеджер принтеров](#).

Группа Слайсинг (Group Slicing)

Группа содержит один элемент – кнопку запуска нарезки.

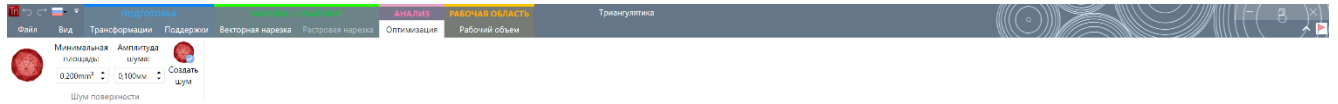
- **Нарезать сцену в растры**

Запускает нарезку в растровый формат согласно определенным параметрам.



Оптимизация (Optimize)

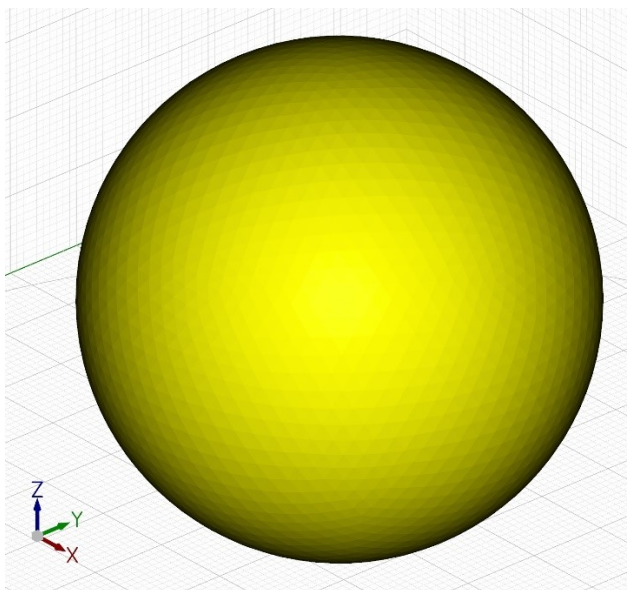
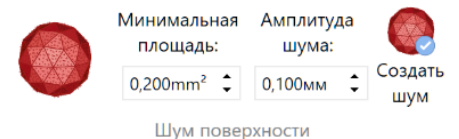
Раздел меню открывает ленточное подменю, содержащее иконки функций оптимизаций и операций со структурой топологии объектов.



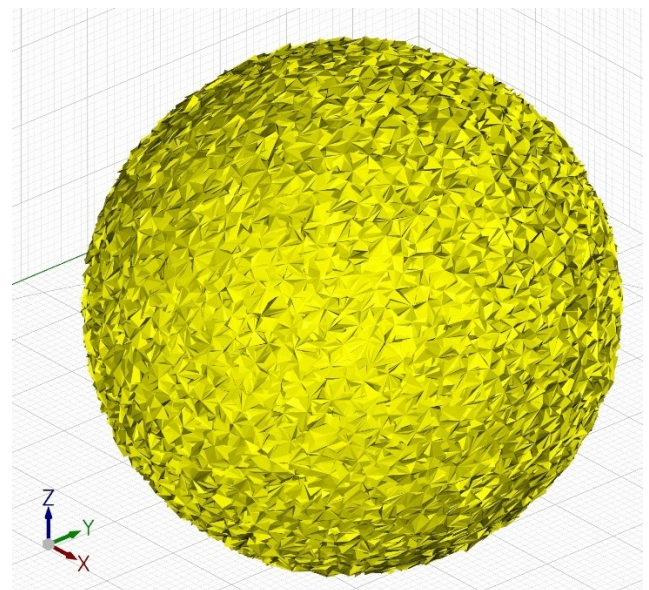
Раздел пополняется функциями для операций с поверхностями, полезными для систем аддитивного производства.

Группа Шум поверхности (Group Surface noise)

Разделяет поверхность объекта на треугольники определенного размера и смещает узлы треугольников на случайное значение в рамках заданной амплитуды, создавая шум (неровности на поверхности объекта).

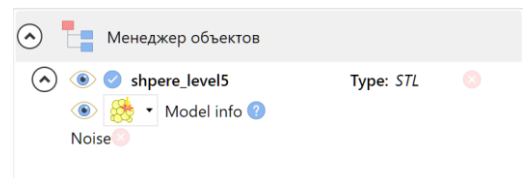


Первоначальное состояние объекта



На объект наложен шум

Шум генерируется по заданным параметрам и в [Менеджере объектов](#) привязывается к объекту, для которого он был создан. Каждый раз, когда генерируется шум, он не переопределяется заново для объекта, а рассчитывается для предыдущей версии объекта (если на объекте уже был шум, то повторная операция генерации шума приведет к тому, что треугольники модели с шумом будут заново проанализированы, разбиты на более мелкие и смещены).



Оператор всегда может удалить шум у модели при этом, модель вернется в первоначальное исходное состояние.

- **Минимальная площадь**

Определяет размер треугольников поверхности модели, которые будут подвергнуты разбиению.

Минимальная площадь:
0,200mm²

- **Амплитуда шума**

Определяет в рамках какой амплитуды от исходной поверхности будет создаваться выброс треугольников.

Амплитуда шума:
0,100мм

- **Создать шум**

Кнопка запускает процесс генерации шума для объекта.



Рабочий объем (Work field)

Раздел меню открывает ленточное подменю, содержащее иконки функций управления рабочей сценой и сетками.



Раздел предоставляет инструменты для управления рабочей областью активного 3D принтера.

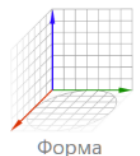
Параметры рабочей области, отображаемые в данном разделе, определяются при добавлении нового 3D принтера в [Менеджере принтеров](#).

Группа Форма (Group Work field form)

Содержит один неизменяемый элемент:

- **Отображение типа координат**

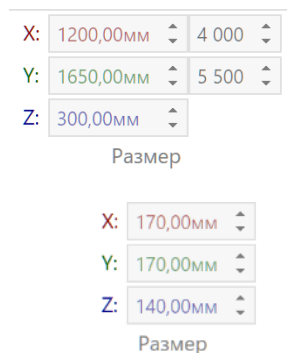
Выводится тип рабочего поля и тип системы координат, которая определена для активного (выбранного в [Менеджере принтеров](#)) 3D принтера.



Группа Размер (Group Work field size)

Содержит один неизменяемые элементы:

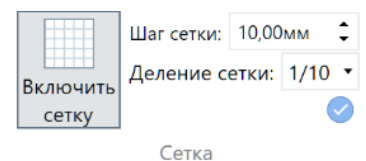
- **Параметры размеров и разрешение (для растровой нарезки) по X**
Содержит размеры и разрешение (для растровых принтеров) по оси X.
- **Параметры размеров и разрешение (для растровой нарезки) по Y**
Содержит размеры и разрешение (для растровых принтеров) по оси Y.
- **Параметры размеров и разрешение (для растровой нарезки) по Z**
Содержит размеры и разрешение (для растровых принтеров) по оси Z.



Группа Сетка (Group Grid)

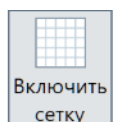
Отображает сетку рабочей сцены.

Сетка стен рабочей сцены в Triangulatica всегда отображается на дальних от точки просмотра стенах рабочей сцены. Сетка основания рабочей сцены (плоскость XY) отображается постоянно. Таким образом, оператор всегда видит полностью рабочий объем и объекты на нем.



- **Включение/отключение отображения сетки**

Включает или отключает отображение сетки рабочей сцены, при этом, цветные оси рабочей сцены отображаются всегда.



- **Шаг сетки**

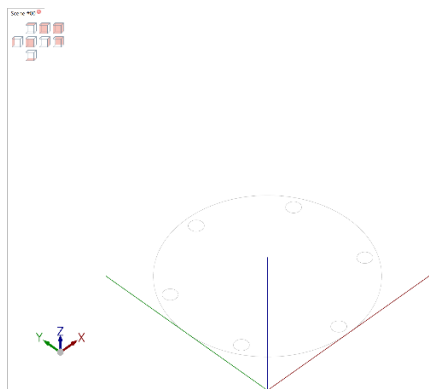
Определяет размер ячейки основной сетки;

Шаг сетки: 10,00мм

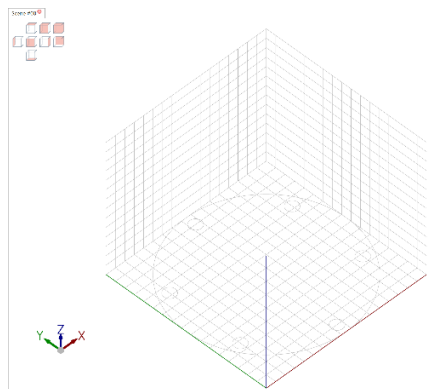
- **Выбор типа дополнительных делений**

Дополнительно к основной сетке, может быть включено отображение второстепенной сетки с делением ячеек основной сетки на 2, 5 и 10 частей по каждой оси.

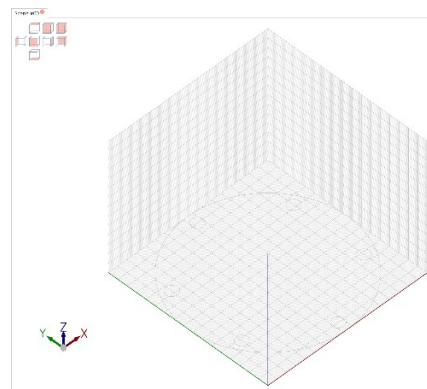
Деление сетки: 1/10 ▾



Рабочая сцена с отключенными сетками



Рабочая сцена с основной сеткой



Рабочая сцена с основной и второстепенной сеткой

Группа Единицы измерения (Group Units)

Содержит один неизменяемый элемент единиц измерения:

- **Миллиметры**
- **Дюймы**

Миллиметры (мм)

Дюймы (")

Единицы измерения

Работа с Triangulatica

Triangulatica это слайсер создан разработчиками систем аддитивного производства. С самого начала разработки, Triangulatica делалась без оглядки на существующие аналогичные продукты и развивалась по своему собственному уникальному пути: разработчики отказались от многих классических подходов в функционале и реализовали традиционные функции по своему видению.

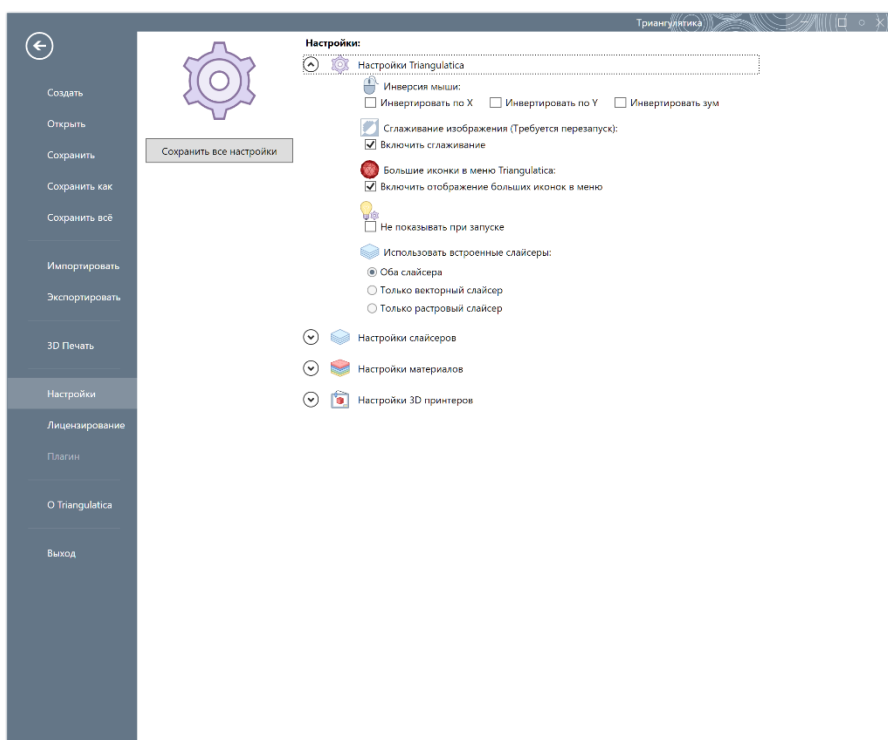
Стратегия развития продукта направлена на использование ПО Triangulatica в сфере кастомного аддитивного производства и в науке. Для достижения этих целей, в Triangulatica реализованы принципы позволяющие быстро адаптировать ПО под любые технологии аддитивного производства, в том числе и под те технологии, которые никогда ранее не были известны.

Разработчики систем аддитивного производства могут использовать Triangulatica в качестве своего базового ПО, поставляемого с производимыми ими аддитивными системами и комплексами в качестве отдельного пользовательского или встроенного ПО.

Научные предприятия и компании, могут обрабатывать режимы обработки различных материалов по различным аддитивным методам и передавать готовые конфигурации своим партнерам.

Настройка Triangulatica

Настройка Triangulatica осуществляется из меню **Файл -> Настройки**. Настройки сохраняются в автоматическом режиме при выходе из Triangulatica. При закрытии ПО Triangulatica создается резервная копия всех настроек. Подробнее о восстановлении конфигурации в разделе [BackUp и восстановление настроек](#).



Кнопка Сохранить все настройки

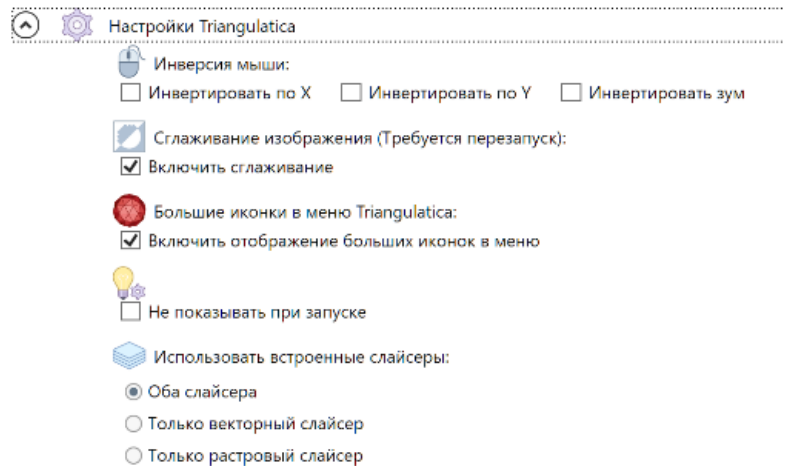
В любой момент (не дожидаясь автоматического сохранения конфигурации при выходе из Triangulatica), возможно сохранить актуальную конфигурацию нажатием на кнопку Сохранить все настройки из меню **Файл -> Настройки**.



Сохранить все настройки

Настройка функций слайсеров и интерфейса

Базовые настройки Triangulatica позволяют определить, как будет работать интерфейс ПО и какие слайсеры будут доступны оператору.



- **Инверсия мыши**

Позволяет изменить реакцию По на движения мыши оператором. Инвертировать можно все оси мыши;

- **Сглаживание рабочей сцены**

Если производительности видеокарты окажется

недостаточно для комфортной работы со сложными объектами на рабочей сцене, то можно отключить аппаратное сглаживание, что незначительно ухудшит качество отображения объектов на рабочей сцене, но высвободит ресурсы для более быстрого управления рабочей сценой. Функция начнет действовать только при следующем запуске Triangulatica;

- **Большие иконки в меню Triangulatica**

Разработчики снабдили ленточное меню ПО Triangulatica иконками, иллюстрирующими назначения групп настроек. Возможно, некоторым операторам захочется иметь более компактное меню. Отключение параметра Большие иконки в меню Triangulatica позволит облегчить интерфейс и сделать его более компактным;

- **Tips & Tricks при запуске Triangulatica**

Подсказки Tips & Tricks, отображаемые при запуске могут быть отключены пользователем при установке параметра **Не показывать при запуске**;

- **Выбор доступных слайсеров**

Если используется только один из включенных в Triangulatica ядер слайсинга, то второй может быть отключен – это еще больше облегчит и упростит интерфейс ПО. Для выбора доступно 3 варианта:

- **Оба слайсера** – будут доступны растровый и векторный слайсер;
- **Только векторный слайсер** – будет доступен только векторный слайсер;
- **Только растровый слайсер** – будет доступен только растровый слайсер.

В любой момент оператор может влчить отображение в интерфейсе и меню ранее скрытый слайсер, если это позволяет лицензия.

Начало работы с Triangulatica на типичном примере

ПО Triangulatica прекрасно справляется с типичными жизненными ситуациями, когда оператор готовит задания и управляющие программы для парка своего оборудования (от различных производителей, например) и использует на этом различном оборудовании один набор материалов.

Описание типичного примера


Представим типичную ситуацию, когда парк оборудования, с которым работает оператор, состоит из 3х установок аддитивного производства по печати металлами от различных производителей и с различными размерами рабочих полей. В каждой установке производится работа с 4мя различными сплавами металлических порошков (алюминиевый сплав, жаростойкий никелевый сплав, титановый сплав и нержавеющая сталь). Также, в парке оборудования у оператора есть еще 3 принтера, которые он тоже хотел бы подключить к Triangulatica. Предположим, что эти три принтера являются для

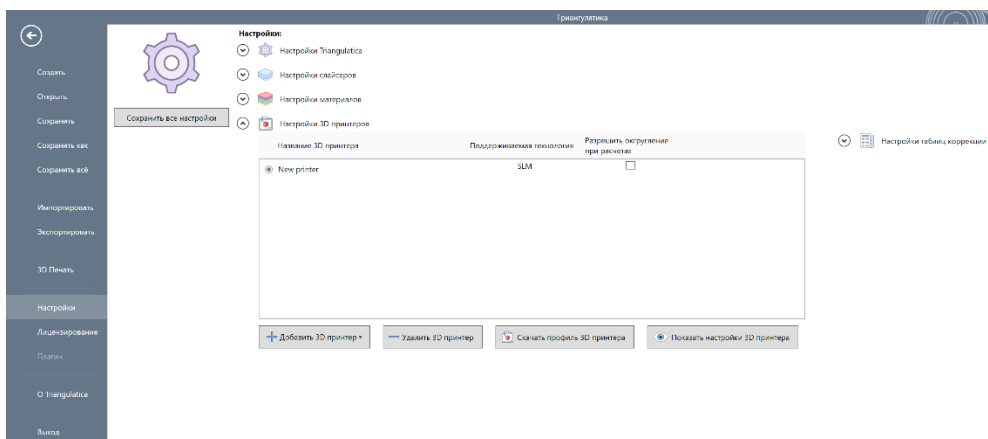
оператора вспомогательными принтерами. Поэтому оператор добавляет и эти принтеры в Triangulatica, хотя подробно в данном примере на них не будет сделан акцент.

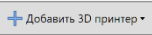
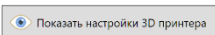
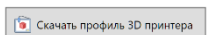
Для решения этой задачи, оператор создает в Triangulatica 6 принтеров. Пусть они будут выглядеть так:

- Принтер для печати металлами №1 **SLM Фактори** с одним цилиндрическим рабочим полем диаметром 170 мм и высотой построения 140 мм;
- Принтер для печати металлами №2 **SLM Малыш** с прямоугольным полем 100x100x100 мм;
- Принтер для печати металлами №3 **SLM Великан** с двумя лазерами и прямоугольным полем 250x250x200 мм;
- Принтер для печати экструзией термопластичных материалов №4 **FDM/FFF Помощник** с двумя экструдерами и рабочим полем 350x350x350 мм;
- Принтер для печати фотоотверждаемыми смолами №5 **SLA Фотополимерник** с разрешением матрицы 3840x2160 и физическим размером рабочего поля 125x80 мм;
- Принтер для печати песчаных форм №6 **BinderJet Песочник** с полем 1500x1000 мм и разрешением 0.2 мм, т.е. с разрешением 7500x5000 точек.

Создание и конфигурирование новых принтеров

Для добавления принтеров в чистую конфигурацию Triangulatica оператор заходит в меню **Файл -> Настройки**, где открывает экспандер  **Настройки 3D принтеров**. При первом запуске Triangulatica в этом разделе настроек оператор увидит созданный автоматически новый принтер с именем **New printer** и настроенный на технологию печати металлами SLM.

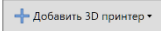


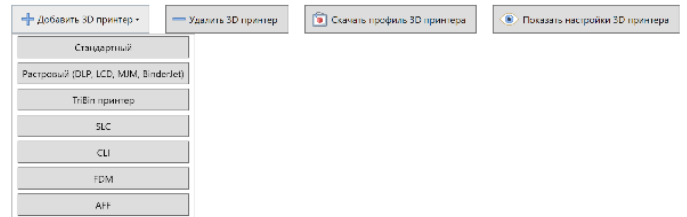
Оператор может добавить новый принтер при помощи кнопки  или отредактировать (допускается изменение названия принтера) уже созданный в автоматическом режиме принтер при помощи кнопки . Некоторые компании-производители систем аддитивного производства включают в онлайн-базу принтеров Triangulatica профили своих систем аддитивного производства и тогда у оператора появляется возможность загрузить из онлайн-базы готовый профиль своего принтера при помощи кнопки .

В конфигурации Triangulatica должен быть минимум один принтер, поэтому удалить принтер **New printer** будет возможно только после того, как будут созданы новые принтеры.

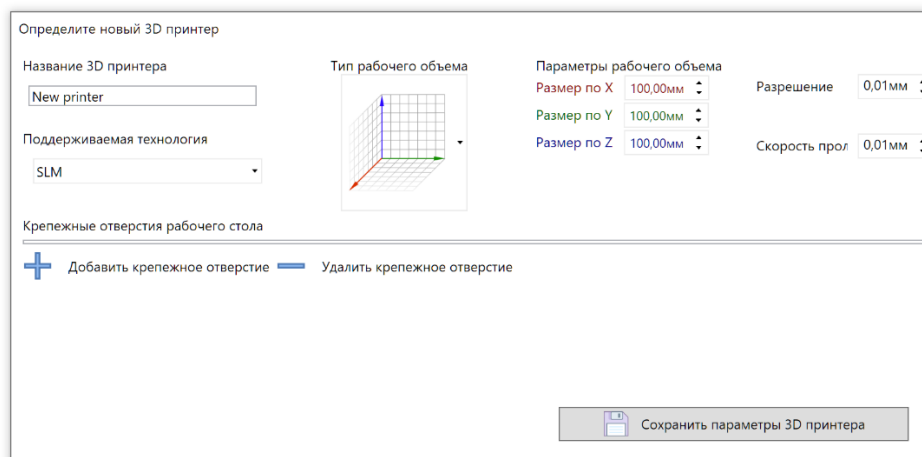
На этапе создания библиотеки принтеров от оператора требуется самый минимум знаний о своем парке оборудования: размер и тип рабочего поля, разрешение принтера, тип используемой технологии, форматы данных для каждого принтера и координаты крепежных отверстий рабочей платформы (если такая имеется, а крепежные элементы находятся в рабочем поле). Подробнее о том, какие инструменты может применять оператор при добавлении нового принтера в конфигурацию Triangulatica, описывается в разделе [Менеджер принтеров](#).

Оператор начинает добавлять принтеры в конфигурацию и для этого он несколько раз выполняет примерно следующий порядок действий:

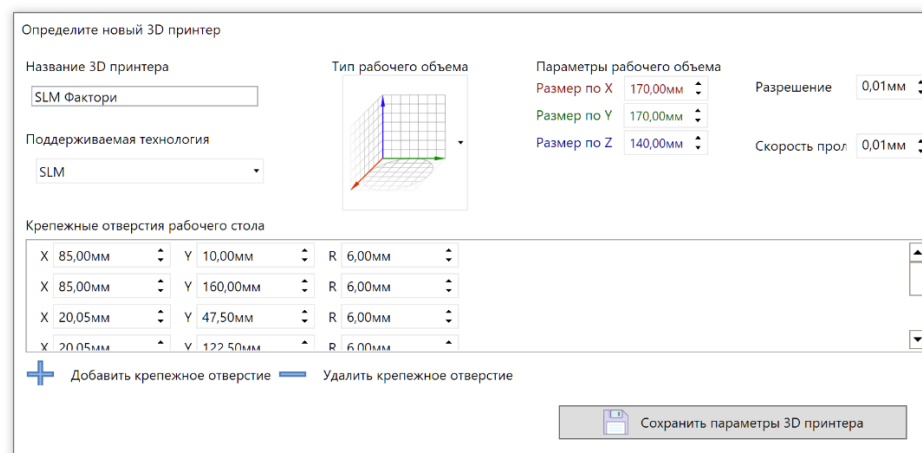
Нажимает кнопку  и в выпадающем меню кнопки выбирает тип принтера из доступного списка (тип принтера определяется в Triangulatica технологией построения и форматом обмена с принтером): **Стандартный, Расстровый (DLP, LCD, MJM, BinderJet), TriBin принтер, SLC, CLI, FDM, AFF.**



В нашем примере оператор начинает добавлять принтеры прямо по своему сп-Юиску и начинает с добавления принтера RussianSLM FACTORY, который в списке оператора фигурирует, как **SLM Фактори**. Так как данный принтер использует обмен управляющими программами в формате **TriBin**, то и оператор выбирает в выпадающем списке пункт **TriBin принтер**, что вызывает окно настроек нового добавляемого принтера:



Оператор заполняет окно известными базовыми параметрами принтера, которые описывают технологию печати (**SLM**), форму (**цилиндрическая**) и размер колодца печати, точки размеры крепежных отверстий рабочего стола:

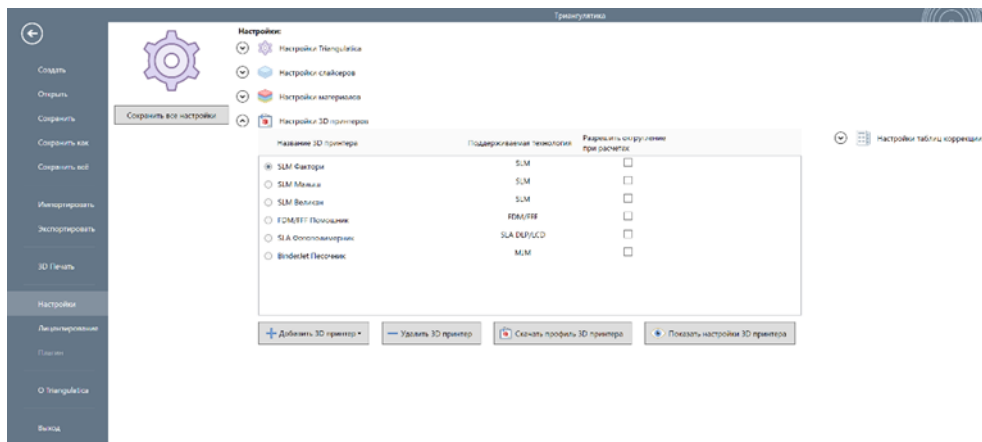


Следует обратить внимание на то, что 3D принтеры других типов имеют иные окна добавления поля, которые связаны с типом принтера и типичными для этого типа принтера технологиями аддитивного производства. Например, тип принтера Стандартный позволяет выбрать еще и формат экспорта,




который может включать даже экспорт точек слоя в «чистый» **.GCODE**, **.CSV** или **.SVG** файл для последующей обработки пост-процессором. Таким образом, Triangulatica дает широчайшие возможности для интеграции с аддитивным оборудованием практически любого от производителя.

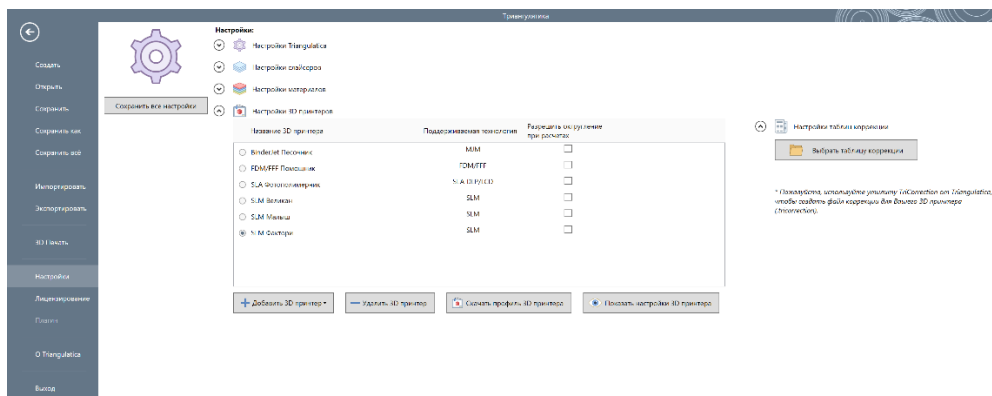
Разработчики стремятся расширять возможности интеграции Triangulatica и готовы добавлять другие (в том числе и проприетарные) форматы обмена между системами аддитивного производства. Все новые форматы добавляются в общий дистрибутив Triangulatica и при развитии ПО в части новых возможностей, все алгоритмические новинки ПО Triangulatica становятся доступны всем пользователям, даже тем, кто использует проприетарный формат.

После ряда простых операций по добавлению всех бти принтеров в конфигурацию Triangulatica, оператор получает примерно следующую картину в [Менеджере принтеров](#):



Многие принтеры, которые работают с лазерным или электронным лучом, требуют наличия таблицы коррекции дисторсий. Одни принтеры производят коррекцию оптических дисторсий внутри своей системы, а другим необходима загрузка уже заранее откорректированных управляющих программ. Так как Triangulatica поддерживает оба эти принципа работы, а производитель системы аддитивного производства RussianSLM FACTORY предоставил таблицу коррекции для принтера, который есть в распоряжении оператора, то можно сразу подключить к конфигурации принтера этот файл таблицы коррекции и получать из Triangulatica подготовленные для конкретной установки управляющие программы, которые учитывали бы индивидуальные особенности геометрии конкретной установки.



Оператор открывает экспандер   **Настройки таблиц коррекции** и кнопкой  **Выбрать таблицу коррекции** выбирает файл таблицы коррекции, предоставленный производителем 3D принтера.

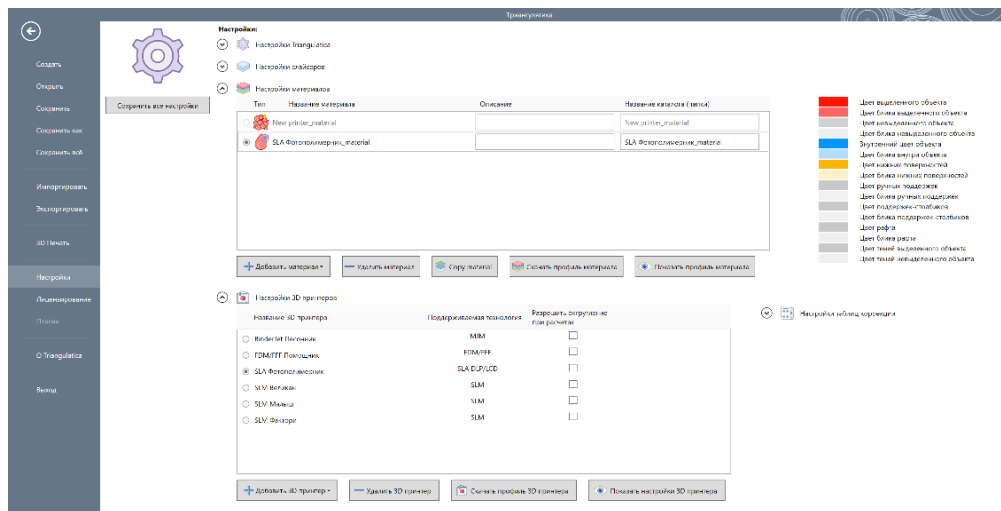


Добавление таблицы коррекции к принтеру приведет к тому, что при генерации управляющей программы по рабочей сцене, выходные файлы будут создаваться в двух копиях: в каталоге с названием

материала будут сохранены исходные (неоткорректированные) файлы задания, а в каталоге с названием материала и префиксом **_corrected** будут сложены откорректированные файлы задания.


Создание и конфигурирование новых материалов

При добавлении нового принтера, Triangulatica в автоматическом режиме создает шаблон материала, который может быть использован с добавленным принтером. Например, при первом добавлении принтера, который работает по технологии SLA, в экспандере   **Настройка материалов** (этот экспандер открывает [Менеджер материалов](#)) появится новый материал типа **УФ-отверждаемый полимер**. Стоит обратить внимание, что самый первый 3D принтер с именем **New Printer** (он создан в Triangulatica автоматически при первом запуске ПО) поддерживал технологию SLM и для него Triangulatica тоже автоматически создала материал **New printer_material** типа **Металлический порошок для лазера**. Т.к. другие добавляемые оператором 3D принтеры тоже были настроены на работы по технологии SLM, то новые шаблоны материалов для этих принтеров не создавались.

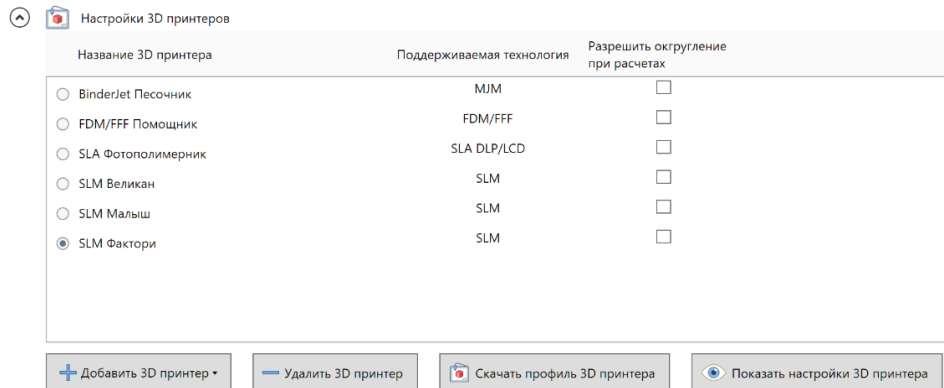


Таким образом, Triangulatica позволяет организовывать логику работы, которая максимально близка к реальному поведению аддитивных производств: есть установки аддитивного производства и есть материалы для аддитивного производства и на разных установках аддитивного производства может быть использован разный материал, но т.к. каждая установка аддитивного производства работает со своими платформозависимыми нюансами, то настройки печати (стратегии печати) для пары каждого материала для каждой установки могут быть индивидуальными.

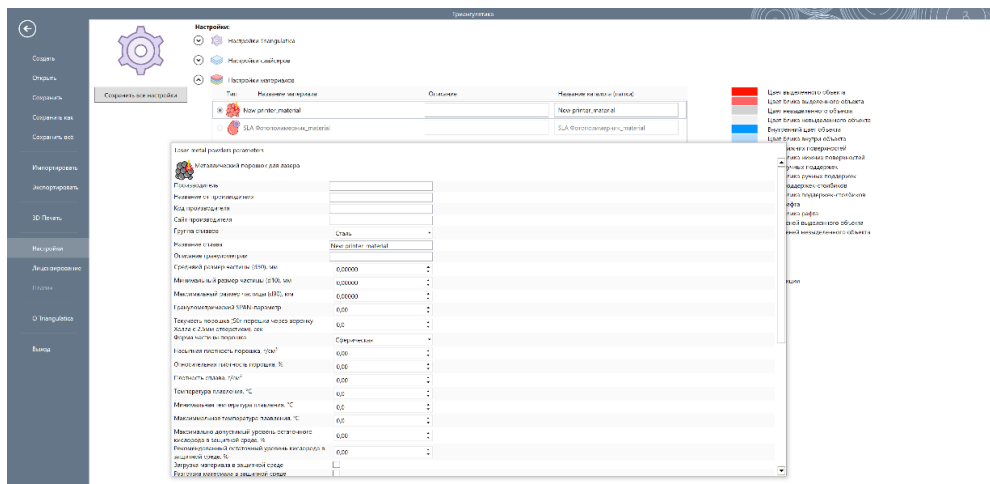
Как было сказано выше, стандартный набор материалов, который использует оператор для печати на своих металлических принтерах состоит из 4х материалов: алюминиевый сплав, жаростойкий никелевый сплав, титановый сплав и нержавеющая сталь. Кроме этого, оператор использует два фотополимера (разного цвета и различной жесткости) для печати на принтере **SLA Фотополимерник**; несколько филаментов (красный и белый ABS-пластики, зеленый PLA-пластик) диаметров 1.75мм для печати на принтере **FDM/FFF Помощник** и фурановые смолы, которые применяются на принтере по печати песчаных форм **BinderJet Песочник**.

В этом [Менеджере материалов](#) настроек конфигурации Triangulatica пользователь только описывает внешний вид и свойства тех материалов, которыми он будет пользоваться на своих системах аддитивного производства в дальнейшей своей работе. Разработчики Triangulatica организовали онлайн-базу материалов, которые могут быть загружены оператором для ускорения конфигурирования Triangulatica. Для использования функций загрузки готовых материалов из онлайн-базы используется кнопка  **Скачать профиль материала**.

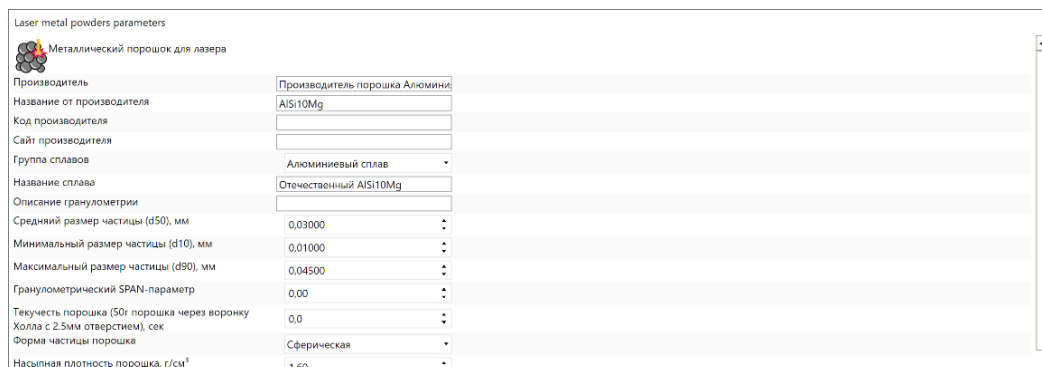
Оператор начинает свою работу по настройке материалов с того, что в [Менеджере принтеров](#) выделяет принтер **SLM Фактори** (или любой другой из добавленных SLM принтеров), чтобы иметь возможность оперировать с материалами пригодными для SLM технологии в [Менеджере материалов](#).



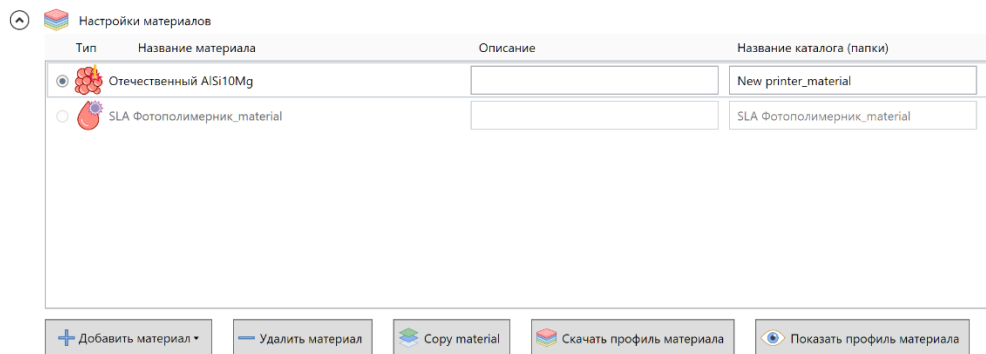
При выделении оператором принтера **SLM Фактори** в [Менеджере материалов](#) становятся недоступны материалы, которые невозможно использовать с SLM технологией. Оператор начинает настройку своего первого материала с того, что он выделяет автоматически созданный материал New printer_material и нажимает кнопку редактирования/просмотра материала . При этом открывается большое окно, где оператор можем ввести известные ему параметры материала и нажать кнопку сохранения материала внизу окна (требуется прокрутка).



В алгоритмах Triangulatica используются только некоторые из параметров, которые можно указать в настройках материала, но разработчики постоянно совершенствуют алгоритмы и включают в расчет все больше и больше параметров, которые можно указать в этом окне. Оператор указывает известные ему параметры и сохраняет настройки.



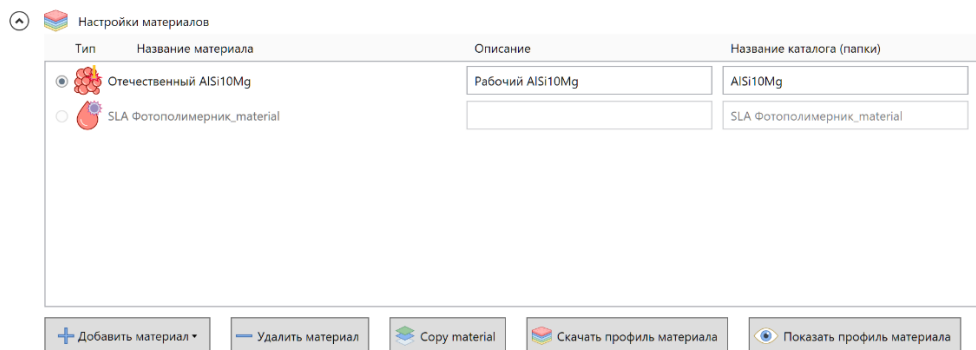
После произведенных операций, оператор получает первый рабочий материал **Отечественный AISi10Mg** в своей библиотеке материалов:




Оператору остается завершить настройку материала определением названия каталога, куда будут сохраняться генерируемые задания (управляющие программы) при нарезке. Для этого оператор изменяет запись в колонке **Название каталога (папки)** с **New printer_material** на **AISi10Mg**. Для своего удобства и удобства коллег, оператор добавляет в колонку **Описание** надпись **Рабочий AISi10Mg**. Для сохранения результата оператор не забывает сохранять конфигурацию при помощи кнопки **Сохранить все настройки**. В результате произведенных оператором манипуляций, **Менеджер материалов** теперь выглядит вот так:

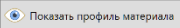


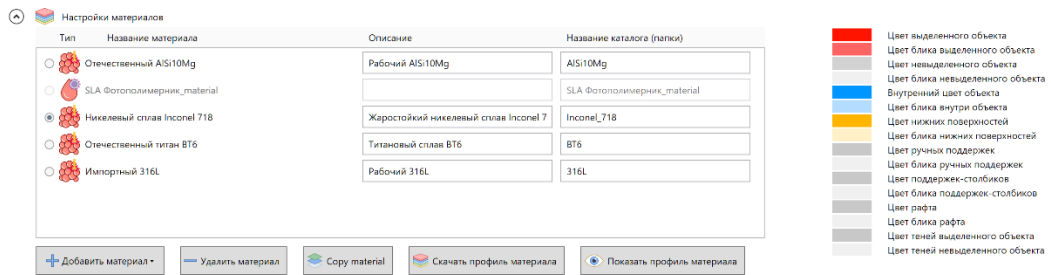
Сохранить все настройки



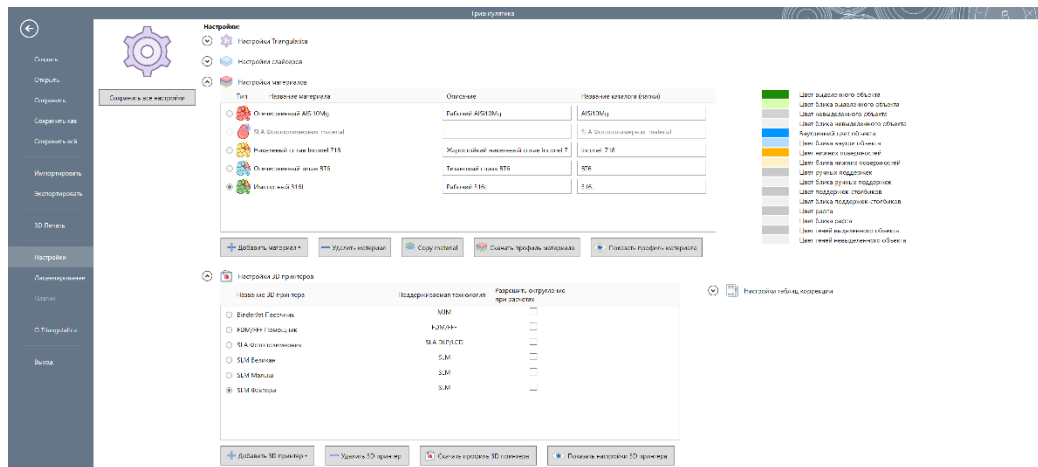
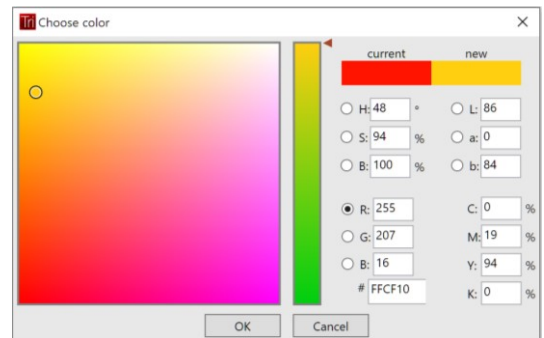
У колонки **Название каталога (папки)** есть важное и неочевидное на первый взгляд назначение – дать представителем науки, производителям аддитивного оборудования и экспериментальных производств возможность печатать на одном рабочем столе с разными стратегиями и настройками, т.е. ставить на одну рабочую сцену несколько материалов (например, несколько материалов AISi10Mg, каждый из которых будет иметь свои уникальные настройки построения). Например, если оператор добавит в **Менеджер материалов** несколько материалов с разными названиями («AISi10Mg – скорость печати 2000 мм/сек», «AISi10Mg – скорость печати 1500 мм/сек», «AISi10Mg – скорость печати 1250 мм/сек» и «AISi10Mg – скорость печати 1000 мм/сек») с единой надписью AISi10Mg в колонке **Название каталога (папки)**, то все материалы будут нарезаны в одну нарезку и сохраняться в одних файлах в папке AISi10Mg. Если же дать каждому материалу свое название папки (например: AISi10Mg_2000, AISi10Mg_1500, AISi10Mg_1250 и AISi10Mg_1000), то при нарезке такой сцены будет создано 4 различные папки и в каждой из этих папок будет лежать нарезка только одного материала.

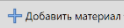
Вернемся к работе оператора, который теперь переходит к созданию конфигураций оставшихся 3х материалов для SLM печати и для экономии своего времени совершает копирование и редактирование созданных копий материала Отечественный AISi10Mg при помощи кнопки . Оператор последовательно 3 раза наш созданный материал и редактирует записи об этом материала при помощи

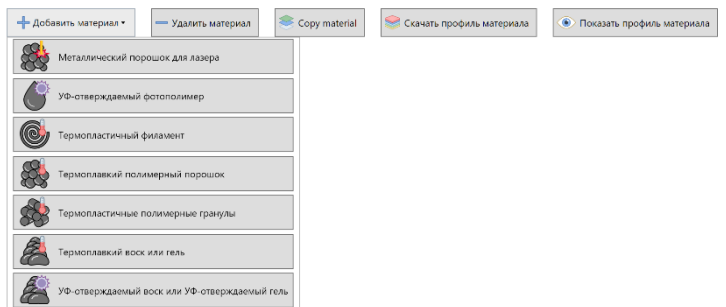
кнопки . В результате действий оператора, в [Менеджере материалов](#) появляется 4 материала:



Для своего удобства, оператор настраивает внешний вид каждого сплава на рабочем столе. Для этого оператор выделяет материал и справа от окна нажимает на цвет отображения материала. Оператору вполне достаточно изменить первые 2 параметра цвета (**Цвет выделенного объекта** и **Цвет блика выделенного объекта**), чтобы получить наглядное отличие материалов в дальнейшей работе. При изменении цветового параметра **Цвет выделенного объекта**, иконка материала окрашивается в выбранный цвет. Для выбора цвета Triangulatica открывает окно, в котором можно выбрать цвет по одной из нескольких удобных для оператора цветовых формул. После завершения действий с цветами, оператор видит в своем [Менеджере материалов](#) вот такую картину:



Оператору остается добавить только материалы, которыми он будет пользоваться на своих вспомогательных принтерах. Для этого он использует функцию добавления материала через [Менеджер материалов](#). Triangulatica производит расчеты для материалов, которые доступны в выпадающем списке кнопки . Это материалы, разделенные по физическим свойствам и типам энергетического воздействия: **Металлический порошок для лазера, УФ-отверждаемый фотополимер, Термопластичный филамент, Термоплавкий полимерный порошок, Термопластичные полимерные гранулы, Термоплавкий воск или гель, УФ-отверждаемый воск или УФ-отверждаемый гель.**



Полностью настроенный [Менеджер материалов](#) под парк оборудования, которым управляет оператор выглядит следующим образом:

Тип	Название материала	Описание	Название каталога (папки)
<input type="radio"/>	Белый АБС	Белый натуральный ABS-филамент	White_ABS
<input type="radio"/>	Зеленый PLA	Зеленый PLA-филамент	Green_PLA
<input type="radio"/>	Импортный 316L	Рабочий 316L	316L
<input type="radio"/>	Красная матовая смола от 3DSL.A.RU	Для печати моделей	Black_resin
<input type="radio"/>	Красный АБС	Красный ABS-филамент	Red_ABS
<input type="radio"/>	Никелевый сплав Inconel 718	Жаростойкий никелевый сплав Inconel 7	Inconel_718
<input type="radio"/>	Отечественный AlSi10Mg	Рабочий AlSi10Mg	AlSi10Mg
<input type="radio"/>	Отечественный титан BT6	Титановый сплав BT6	BT6
<input type="radio"/>	Черная смола от 3DSL.A.RU	Для печати моделей	Black_resin
<input checked="" type="radio"/>	Фурановая смола	Фурановая смола (Россия)	Sand





После того, как оператор завершил описание своих систем аддитивного производства и материалов, он может перейти к формированию стратегий печати. Но оператор знает, что на имеющемся парке аддитивного оборудования он выпускает особо выделяющихся класса изделий: титановые медицинские протезы и алюминиевые радиаторы для микропроцессоров. Оба эти вида изделий производятся с особыми настройками стратегий печати, который отличается от общепромышленного метода обработки металлических порошков по технологии SLM, т.к. в медицинских протезах используются генерируемые в Triangulatica сетки заполнения совместно с особым образом печатаемым корпусом протеза, а алюминиевые радиаторы для процессоров имеют развитую структуру поверхности, которую можно воспроизвести только на очень высокой скорости построения периметров среза модели. Поэтому оператор решает дополнить список материалов несколькими копиями уже созданных материалов, которые ускорят и упростят в дальнейшем работу оператора: **Титан BT6 для корпуса протеза, Титан BT6 для крупной сетки протеза, Титан BT6 для малой сетки протеза, AlSi10Mg для радиаторов**:

Тип	Название материала	Описание	Название каталога (папки)
<input type="radio"/>	Белый АБС	Белый натуральный ABS-филамент	White_ABS
<input type="radio"/>	Зеленый PLA	Зеленый PLA-филамент	Green_PLA
<input type="radio"/>	Импортный 316L	Рабочий 316L	316L
<input type="radio"/>	Красная матовая смола от 3DSL.A.RU	Для печати моделей	Black_resin
<input type="radio"/>	Красный АБС	Красный ABS-филамент	Red_ABS
<input type="radio"/>	Никелевый сплав Inconel 718	Жаростойкий никелевый сплав Inconel 7	Inconel_718
<input type="radio"/>	Отечественный AlSi10Mg	Рабочий AlSi10Mg	AlSi10Mg
<input type="radio"/>	Отечественный титан BT6	Титановый сплав BT6	BT6
<input type="radio"/>	Черная смола от 3DSL.A.RU	Для печати моделей	Black_resin
<input checked="" type="radio"/>	Фурановая смола	Фурановая смола (Россия)	Sand
<input type="radio"/>	Титан BT6 для корпуса протеза	Под протезы	Implant
<input type="radio"/>	Титан BT6 для крупной сетки протеза	Под протезы	Implant
<input type="radio"/>	Титан BT6 для малой сетки протеза	Под протезы	Implant
<input checked="" type="radio"/>	AlSi10Mg для радиаторов	AlSi10Mg для радиаторов	AlSi10Mg

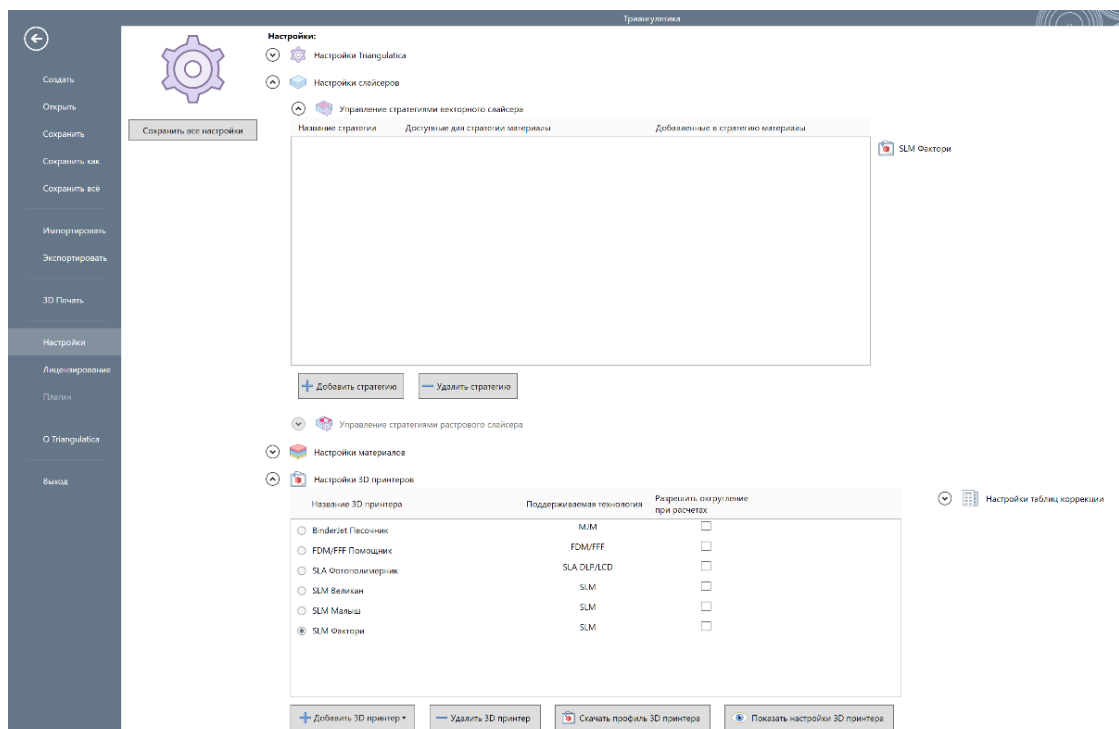
Зная специфику своей работы, оператор указывает название каталога сохранения для материалов, которые предназначены для медицины отличную от названия своего базового титанового материала, а название папки сохранения алюминиевого сплава для радиатора сохраняет без изменений. Почему оператор принял такое решение, станет понятно в дальнейшем.

Создание и конфигурирование новых стратегий

После того, как оператор описал все свои установки и материалы, оператору потребуется описать стратегии для каждого своего принтера. Каждая стратегия может содержать от одного и более материала и группировать материалы по задачам: **Отладка технологии**, **Печать протезов**, **Печать алюминием**, **Печать жаропрочкой**, **Режимы быстрой печати с низким качеством**, **Печать радиаторов для процессоров**, **Подбор режимов для SLM Малыш**, **Эксперименты Ивана на Фактори** и т.д. Стратегии могут содержать как один тип материала (например, стратегия **Печать жаропрочкой** может содержать только **Импортный 316L**), так и набор разных материалов (например, стратегия **Подбор режимов для SLM Малыш** будет содержать абсолютно все металлические порошки, которые завел в [Менеджер материалов](#) оператор).

Стратегии разделяются на 2 большие блока: **Растровые стратегии** и **Векторные стратегии**. Получить доступ к работе со стратегиями можно в Менеджере стратегий, который открывается экспандером   **Настройки слайсеров**, который (в свою очередь) содержит еще 2 экспандера:  **Управление стратегиями векторного слайсера** и  **Управление стратегиями растрового слайсера**.

У каждого принтера есть свои стратегии и при переключении принтера в [Менеджере принтеров](#), в окне [Менеджера стратегий](#) выводится список стратегий выделенного принтера. Для удобства пользователей, наименование выделенного принтера указывается справа от окна [Менеджера стратегий](#). На скриншоте ниже видно, что справа от пустого окна стратегий, есть надпись **SLM Фактори**, что говорит о том, что оператор работает со списком стратегий для этого принтера. Т.к. принтер **SLM Фактори** работает по векторному типу построения, то возможности добавить растровые стратегии к выделенному принтеру у оператора нет.




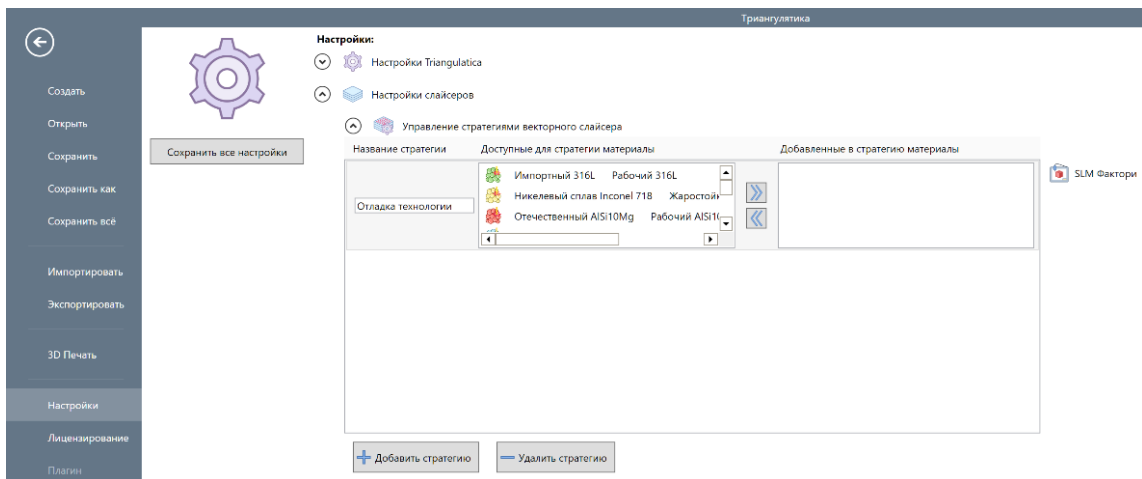
Учитывая уникальные особенности каждой из 3х SLM (печать металлами) установок, оператору надо будет сформировать 3 набора стратегий печати в каждой из которых будет по 4 конфигурации (минимум по одной для каждого материала). Оператор начинает с формирования списка стратегий для принтера **SLM Фактори** и первым делом создает стратегию, в которой планирует отлаживать режимы печати со своими материалами: **Отладка технологии**. В эту стратегию оператор добавляет все



материалы (металлические порошки), которые у него есть в системе. Также, оператор сразу создает стратегию **Медицина на Фактори** и **Радиаторы на Фактори**. В последние 2 стратегии оператор добавляет только те материалы, которые касаются данной задачи.

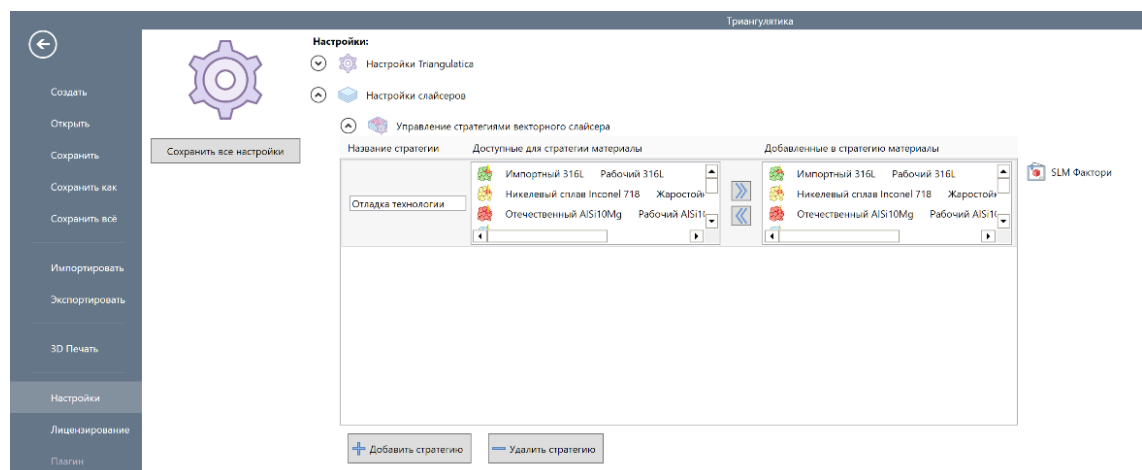
Действия оператора по добавлению новой стратегии и материалов в стратегию:

- Выбрать в [Менеджере принтеров](#) принтер, для которого создается стратегия;
- Добавить стратегию в [Менеджере стратегий](#) и дать ей имя;
- Добавить материалы в стратеги.

Добавление материалов осуществляется при помощи кнопки  под окном, содержащим стратегии:

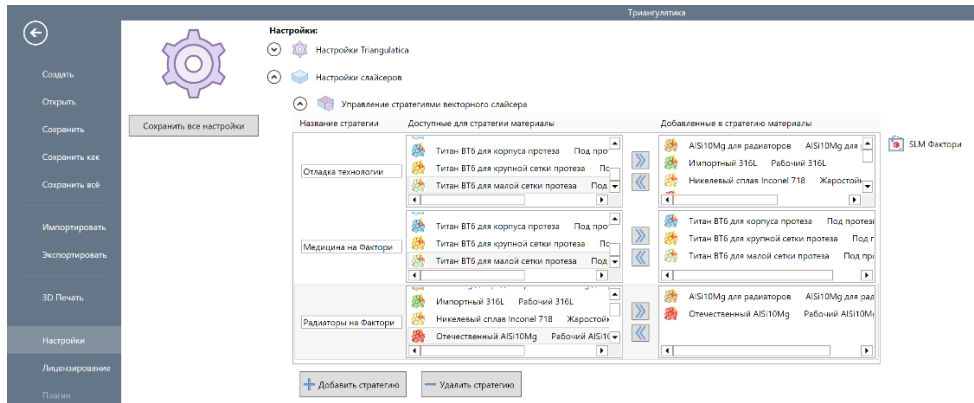


В колонке **Название стратегии** указывается имя, под которым эта стратегия будет фигурировать в конфигурации Triangulatica, а кнопки  и  позволяют формировать список **Добавленные в стратегию материалы** из колонки **Доступные для стратегии материалы**. При помощи этих инструментов оператор сформировал свою первую стратегию для принтера **SLM Фактори**, куда собрал все доступные для данного принтера материалы. По замыслу оператора эту стратегию он будет использовать для тестовой печати и отладки режимов печати:



Оператор совершил аналогичные действия и полностью сформировал список своих рабочих стратегий для принтера **SLM Фактори**. Оператор придерживался логики по которой в стратегию включаются только те материалы, которые будут нужны для данного вида работы, поэтому в дальнейшем ему будет очень просто переключаться от одного типа и набора настроек к другому и не распылять свое внимание на те материалы, которые ему будут не нужны для выполнения работы.

Экспериментальная стратегия **Отладка технологии** получила в свой состав все материалы, в стратегию медицинского назначения вошли только титановые сплавы, которые нужны для печати протезов (оператор сознательно не включил в список титановый сплав общепромышленного назначения), а в стратегию печати алюминиевых радиаторов оператор включил все алюминиевые сплавы, разумно предполагая, что у любого радиатора есть не только контактная поверхность, но и традиционное основание. Теперь стратегии для выделенного принтера выглядят вот так:



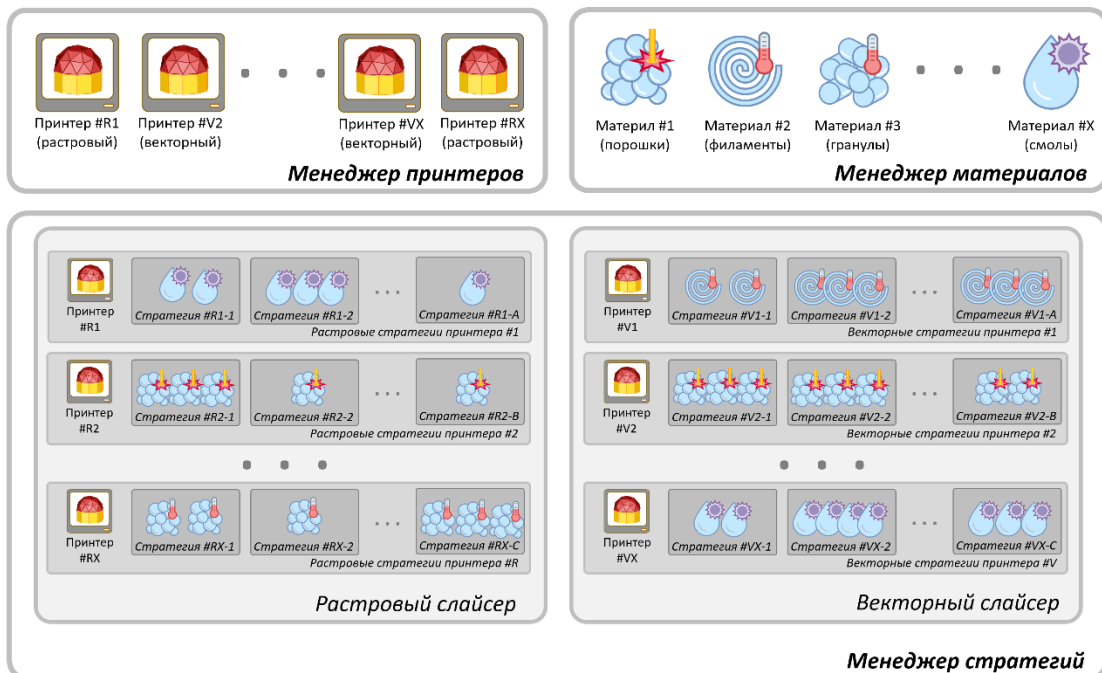
Оператор занялся стратегиями для остальных принтеров, а мы возвращаемся к продолжению описания возможностей и функций Triangulatica.

Работа со стратегиями, материалами и принтерами

Технологии аддитивного производства многообразны и реализуют множество сочетаний физико-химических методов аддитивного построения объектов, которые могут быть скрещены между собой и создавать технологические гибриды.

Логика организации данных

В Triangulatica применен метод иерархической систематизации компонентов аддитивного процесса, который позволяет в одном ПО работать с различными принтерами и материалами.




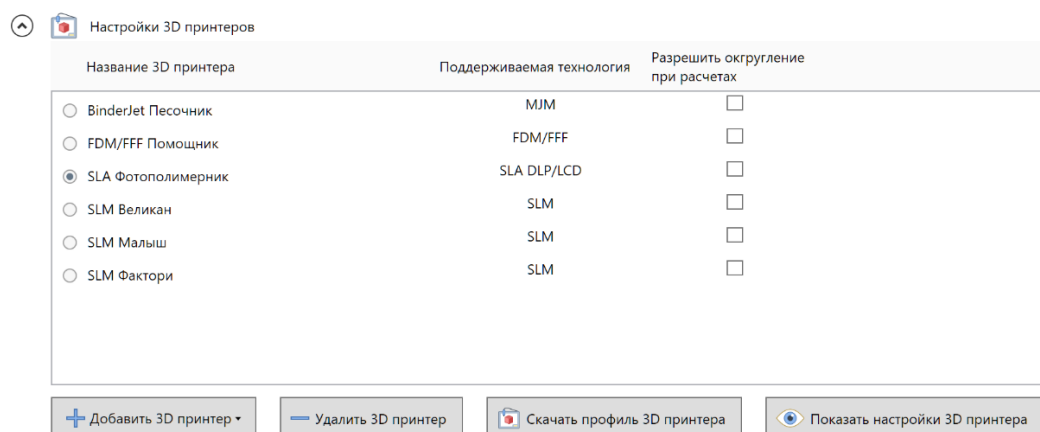
Можно выделить три основные логические блока в иерархии данных Triangulatica это: **Менеджер принтеров**, **Менеджер материалов** и **Менеджер стратегий**. **Менеджер принтеров** и **Менеджер материалов** являются независимыми хранилищами информации о имеющихся в распоряжении оператора установках аддитивного производства и материалах для аддитивного построения, а **Менеджер стратегий** – хранилищем информации о настройках стратегий построения изделий из конкретного материала на конкретном 3D принтере.

Менеджер принтеров

Менеджер принтеров содержит описание всех 3D принтеров, для которых производится подготовка рабочих столов и слайсинг в Triangulatica.



Можно представить себе **Менеджер принтеров** (**Файл -> Настройки ->  Настройки 3D принтеров**), как «хранилище», в котором находятся различные системы аддитивного производства с их техническими описаниями. Для своей работы Triangulatica берет из этой «коробки» некоторые технические характеристики принтеров и, в зависимости от особенностей технических характеристик каждого принтера, настраивает свой интерфейс под работу с этим принтером и задействует те свои функции, которые нужны именно для этого принтера.



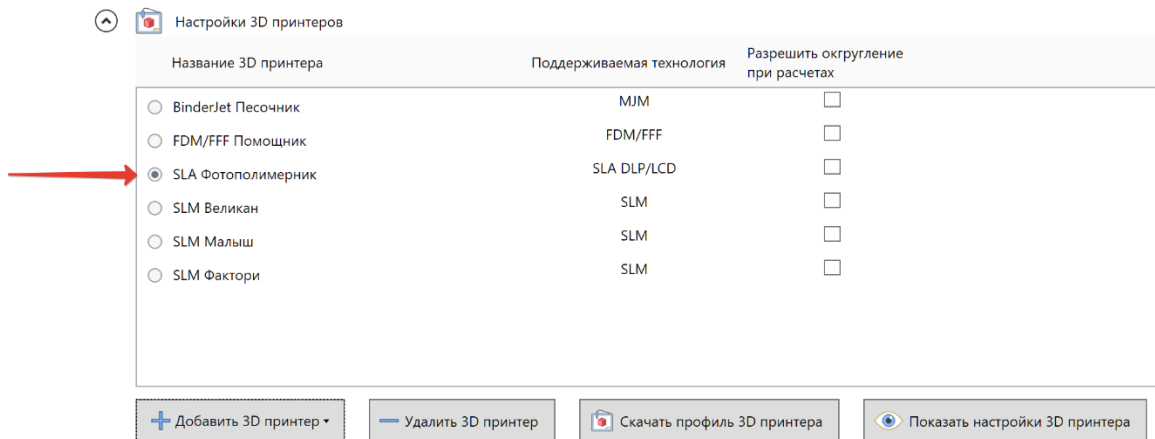
Менеджер принтеров содержит информацию о векторных и растровых принтерах в одном общем списке и позволяет:

- Выбрать из списка принтеров один в качестве активного;
- Увидеть какую технологию поддерживает каждый принтер в списке;
- Разрешить округление при расчетах для некоторых принтеров, что в ряде случаев позволит получить выигрыш до 30% в скорости слайсинга;
- Подключить векторную или растровую таблицу коррекции к принтеру;

- Добавлять новый принтер;
- Удалить существующий выбранный (активный) принтер;
- Скачать готовую конфигурацию принтера из онлайн-библиотеки Triangulatica;
- Посмотреть и изменить настройки выбранного (активного) принтера.

Выбор активного принтера

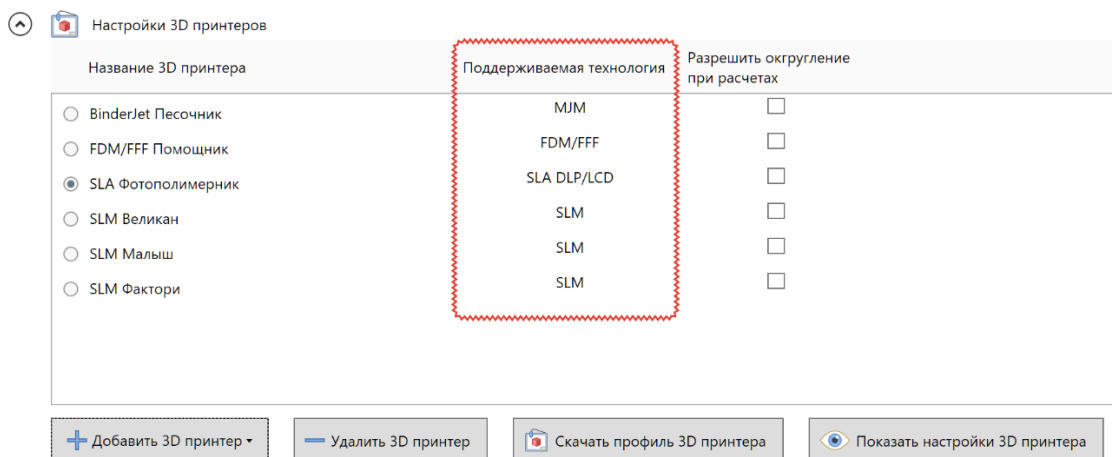
Активный принтер – это принтер, с которым в данный момент происходит работа в Triangulatica. Выбор активного принтера осуществляется в **Менеджере принтеров** выделением мышью строчки с названием этого принтера. При этом, слева от названия выбранного принтера отображается маркер (точка), которая демонстрирует оператору, какой принтер является активным в данный момент.



При смене активного принтера, все вкладки с рабочими сценами изменятся на параметры координат выбранного принтера.

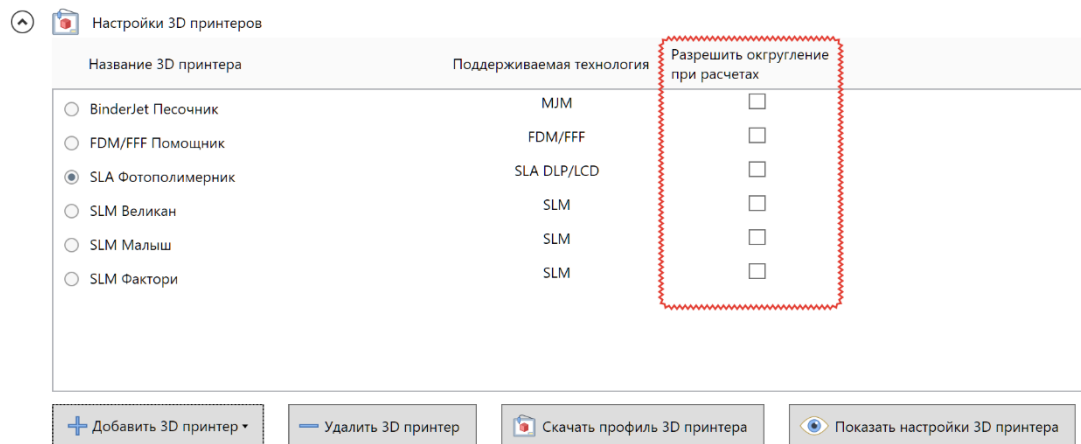
Отображение технологии, поддерживаемой принтером

В **Менеджере принтеров** отображается поддерживаемая принтером технология аддитивного производства. С развитием и ветвлением технологических процессов появляются новые версии и гибриды существующих аддитивных технологий. Оператор должен понимать, что большая часть новых технологий работает по старым принципам и очень часто для слайсинга под совершенно новые, на первый взгляд, методы аддитивного построения, может быть применены уже существующих методы слайсинга. Впрочем, если разработчики систем аддитивного производства создали что-то новое, то разработчики Triangulatica с удовольствием добавляют новые технологии в слайсер. Напишите на [контактные](#) адреса соответствующий запрос.



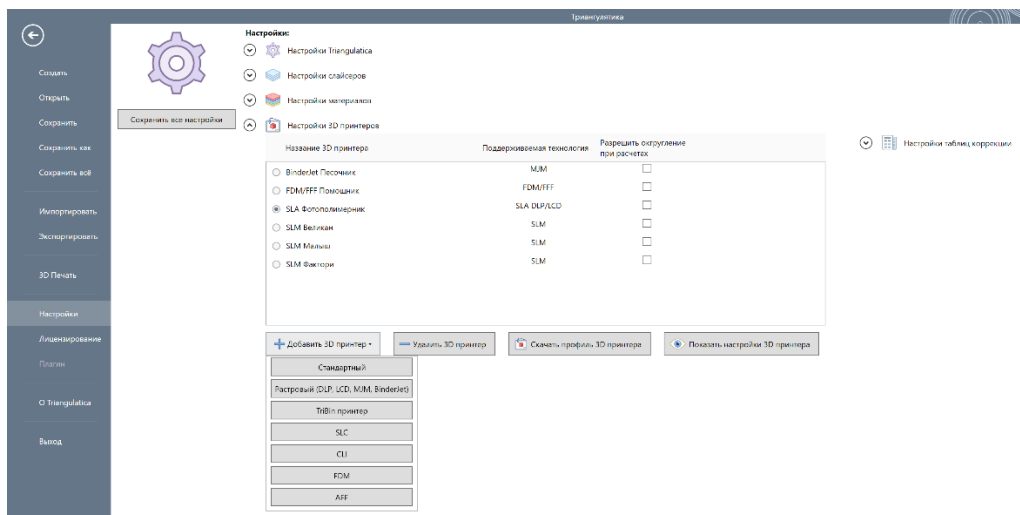
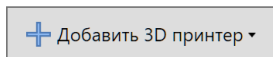
Разрешение округления при расчетах

Triangulatica позволяет временно переключить алгоритмы на расчеты с округлениями, что позволит получить прирост производительности на моделях с высокой или излишней детализацией. Например, бывают случаи, когда на производство передается модель с избыточно детализированной сеткой поверхности (большое количество мелких треугольников), что приводит к замедлению расчетов слоев. Установка чек-бокса в колонке **Разрешить округления при расчетах** переводит Triangulatica в режим игнорирования при слайсинге мелких отрезков и треугольников, которые не влияют (или незначительно влияют) на качество поверхности выходного изделия.



Добавление нового принтера в ручном режиме

Добавление нового принтера в конфигурацию Triangulatica осуществляется путем нажатия кнопки **Добавить 3D принтер** и выбором соответствующего 3D принтера из списка:



- **Стандартный**

Следует выбирать этот тип принтера, если планируется проводить работы по отладке нового оборудования или планируется использование пост-процессора. Этот тип принтера позволяет совершать экспорт в большое кол-во простых форматов (в том числе в векторные графические форматы типа **.svg**), а также в формат «чистого» (pure) **G-code**, где используются только команды G0 и G1 для описания движения без воздействия или с воздействием. Также, этот тип принтера позволяет экспортировать в табличный формат данных (координаты узлов, разделенные запятыми или точками с запятой) - **.csv**.

- Растровый (DLP, LCD, MJM, BinderJet)**
 Этот тип принтера предоставляет возможности для создания конфигурации растрового принтера, работающего как на базе матричной УФ-засветки (DLP или LCD), так и практически любого BinderJet принтера (каплеструйная технология или технология печати связующим на базе печатающих пьезо-головок);
- TriBin принтер**
 Принтер, поддерживающий проприетарный низкоуровневый формат **.tribin**. Это формат используется в контроллерах, производимых Triangulatica, и позволяет хранить массив сырых данных для аддитивного построения. Формат раскрывается по запросу. Файлы формата **.tribin** могут быть просмотрены при помощи утилиты **TriBin Viewer** производства Triangulatica;
- SLC**
 Этот тип выбирается для создания профиля для 3D принтера, использующего формат SLC в качестве входного формата файлов печати;
- CLI**
 Этот тип выбирается для создания профиля для 3D принтера, использующего формат CLI в качестве входного формата файлов печати;
- FDM**
 Тип выбирается для добавления профиля всех типов принтеров, работающих с экструзией материалов;
- AFF**
 Этот тип выбирается для создания профиля для 3D принтера, использующего формат AFF в качестве входного формата файлов печати;
- WZA**
 Этот тип выбирается для создания профиля для 3D принтера, использующего формат WZA в качестве входного формата файлов печати.

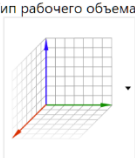
Стандартный

Стандартный тип принтера подходит для систем аддитивного производства на базе векторного типа построения и может быть использован для технологий: **SLM** – печать металлами, **SLS** – спекание полимерных порошков, **SLA (на базе лазера)** – фотополимеризация в ванне, **DMT** – перенос материала, **FDM/FFF** – экструзия полимерных материалов, технологий печати на базе EB (электронного пучка) и многих других технологий, где файл нарезки должен содержать линии стен, дополнительных стен, отрезков заполнения слоя и переходы между точками без воздействия.

Определите новый 3D принтер

Название 3D принтера

Тип рабочего объема



Параметры рабочего объема

Размер по X: 100,00мм

Размер по Y: 100,00мм

Размер по Z: 100,00мм

Нулевая точка в центре XY

Поддерживаемая технология

Разрешение

Скорость пролета

Крепежные отверстия рабочего стола

Поддерживаемые форматы

- .GCODE (Все слои в одном файле)
- .GCODE (Каждый слой в своём файле)
- .SVG (Все слои в одном файле)
- .SVG (Каждый слой в своём файле)
- .CSV (.) (Все слои в одном файле)

Нумерация файлов:

Префикс: Суффикс:

Стандартный тип принтера позволяет совершать экспорт в большое кол-во простых форматов (в том числе в векторные графические форматы типа **.svg**), а также в формат «чистого» (pure) **G-code**, где используются только команды G0 и G1 для описания движения без воздействия или с воздействием. Также, этот тип принтера позволяет экспортировать в табличный формат данных (координаты узлов, разделенные запятыми или точками с запятой) - **.csv**.

При добавлении принтера следует указать его название в поле **Название 3D принтера**; выбрать наиболее близкую технологию аддитивного построения из выпадающего списка **Поддерживаемая технология**; определить **Тип рабочего поля** из выпадающего списка; установить размеры рабочей зоны принтера в разделе **Параметры рабочего объема**; указать **Разрешение**, которое будет использоваться при нарезке в режиме округления; установить скорость свободного перемещения инструмента по умолчанию в **Скорость пролета** и определить расположение нулевой точки рабочего поля (в начале координат или в центре поля), установив чек-бокс **Нулевая точка в центре XY**.

Определите новый 3D принтер

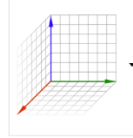
Название 3D принтера

New printer

Поддерживаемая технология

SLM

Тип рабочего объема



Параметры рабочего объема

Размер по X 100,00мм

Размер по Y 100,00мм

Размер по Z 100,00мм

Разрешение 0,01мм

Скорость пролета 0мм/с

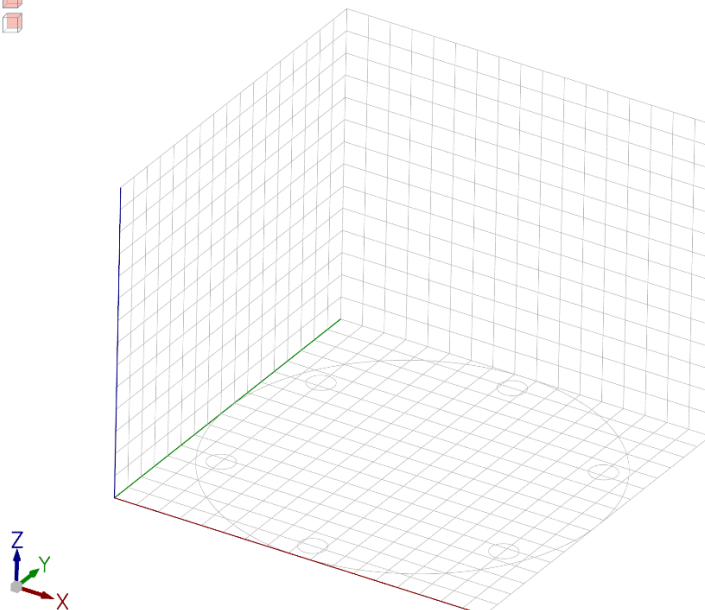
Нулевая точка в центре XY

Далее следует добавить **Крепёжные отверстия рабочего стола** (если такие есть). Они будут отображаться на рабочей сцене и позволят оператору располагать объекты построения так, чтобы они не мешали построению изделия.

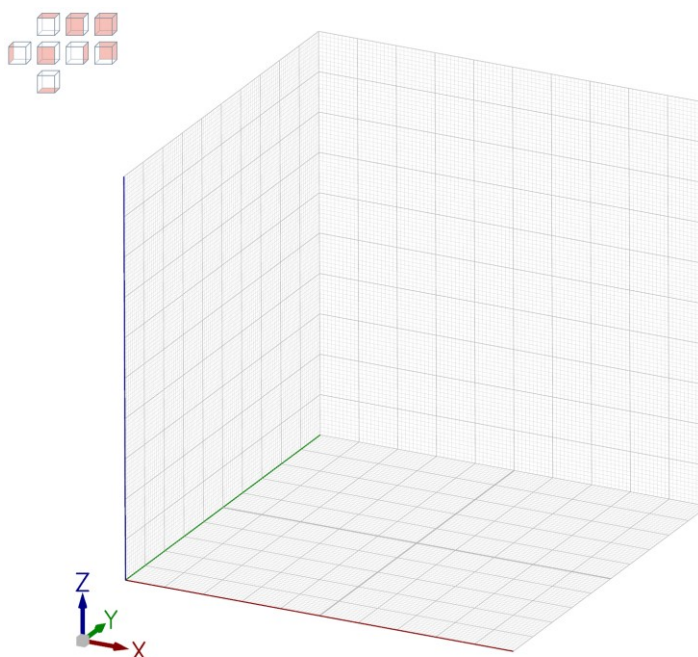
Крепёжные отверстия рабочего стола

X	85,00мм	Y	10,00мм	R	6,00мм
X	85,00мм	Y	160,00мм	R	6,00мм
X	20,05мм	Y	47,50мм	R	6,00мм
X	20,05мм	Y	122,50мм	R	6,00мм

Если в настройках принтера определены координаты крепежных отверстий, то они будут отображаться на рабочей сцене и Triangulatica будет сигнализировать при пересечении этих отверстий объектом, добавленным на рабочую сцену. На скриншоте: крепежные отверстия, определенные для круглого рабочего стола.



Некоторые систем аддитивного производства принимают центр рабочего стола за точку отсчета и для совместимости с подобными решениями введена опция **Нулевая точка в центре XY**, переносящая нулевую точку в центр рабочей сцены. В этом режиме, на основании рабочей сцены дополнительно отображаются нулевые оси.



При создании профиля принтера, определяются используемые форматы экспорта. Для выбора формата экспорта слоев, в который будет производиться экспорт, выделяется один из доступных форматов и переносится в правое окно.



В финале выбирается тип **Нумерации файлов** экспорта; **Префикс** и **Суффикс**, которые будут подставляться к названию файла и профиль принтера сохраняется путем нажатия кнопки **Сохранить параметры 3D принтера**.

Растровый (DLP, LCD, MJM, BinderJet)

Растровый тип принтера предоставляет возможности для создания конфигурации растрового принтера, работающего как на базе матричной УФ-засветки (DLP или LCD), так и практически любого BinderJet принтера (каплеструйная технология или технология печати связующим на базе печатающих пьезо-головок).

Экспорт слоев этого типа принтеров осуществляется в растровые форматы **.png**, **.tiff**, **.bmp**, при этом Triangulatica позволяет указать цвет фона генерируемых слоев, который может быть черного или белого цвета. Для систем на базе светового принципа формирования слоев (для технологий на базе DMD матриц (DLP-технология) или LCD-матриц) рекомендовано устанавливать цвет фона черным, а для технологий печати связующим (печать песком или других BinderJet-технологий), скорее всего, потребуется установить белый цвет фона.

Определите новый 3D принтер

Название 3D принтера

Поддерживаемая технология

Тип рабочего объема

Параметры рабочего объема
 Размер по X 100,00мм
 Размер по Y 100,00мм
 Размер по Z 100,00мм
 Разрешение по X 1 920
 Разрешение по Y 1 080
 Экспортировать в слои только объекты

Разрешение 0,01мм
 Цвет фона: Черный
 Логика наложения слоев: Логика И (рекомендован)
 Логика маски коррекции: Светлые части маски зате

Крепежные отверстия рабочего стола

Поддерживаемые форматы

Нумерация файлов: 0077
 Префикс: Суффикс:

Так как Triangulatica поддерживает возможность нарезки с использованием цветных слоев (многопроходная или многоматериальная нарезка), то вычислительное ядро растрового слайсера использует различные алгоритмы для расчета наложений этих слоев, что должно быть определено оператором в параметрах **Логика наложения слоев** и в **Логика маски коррекции**.

Назначение остальных параметров окна создания профиля принтера аналогичны описанным ранее в разделе [Стандартный принтер](#).

TriBin принтер

Профиль типа **TriBin принтер** рекомендовано создавать для систем аддитивного производства, которые используют контроллеры от Triangulatica. Это формат поддерживающий проприетарный низкоуровневый формат **.tribin**. Это формат используется в контроллерах, производимых Triangulatica, и позволяет хранить массив сырых данных для аддитивного построения. Файлы формата **.tribin** могут быть просмотрены при помощи утилиты **TriBin Viewer** производства Triangulatica.

Определите новый 3D принтер

Название 3D принтера

Поддерживаемая технология

Тип рабочего объема

Параметры рабочего объема
 Размер по X 100,00мм
 Размер по Y 100,00мм
 Размер по Z 100,00мм
 Нулевая точка в центре XY

Разрешение 0,01мм
 Скорость прол 0,01мм

Крепежные отверстия рабочего стола

Назначение параметров окна создания профиля принтера аналогичны описанным ранее в разделе [Стандартный принтер](#).

SLC

Если система аддитивного производства использует входной формат нарезки **SLC**, то рекомендовано для этой системы создавать профиль типа **SLC**.

Определите новый 3D принтер

Название 3D принтера
New printer

Поддерживаемая технология
SLM

Тип рабочего объема

Параметры рабочего объема
 Размер по X 100,00мм
 Размер по Y 100,00мм
 Размер по Z 100,00мм
 Нулевая точка в центре XY

Разрешение 0,01мм

Крепежные отверстия рабочего стола

+ Добавить крепежное отверстие — Удалить крепежное отверстие

Сохранить параметры 3D принтера

Назначение параметров окна создания профиля принтера аналогичны описанным ранее в разделе [Стандартный принтер](#).

CLI

Если система аддитивного производства использует входной формат нарезки **CLI**, то рекомендовано для этой системы создавать профиль типа **CLI**. Экспорт в этот формат позволяет выбрать два типа файла экспорта: бинарный (**.CLI**) или текстовый формат (**.CLI (ASCII)**).

Определите новый 3D принтер

Название 3D принтера
New printer

Поддерживаемая технология
SLM

Тип рабочего объема

Параметры рабочего объема
 Размер по X 100,00мм
 Размер по Y 100,00мм
 Размер по Z 100,00мм
 Нулевая точка в центре XY

Разрешение 0,01мм
Скорость пролета 0мм/с

Крепежные отверстия рабочего стола

+ Добавить крепежное отверстие — Удалить крепежное отверстие

Поддерживаемые форматы

.CLI
.CLI (ASCII)

007 Нумерация файлов:
Префикс: Суффикс:

Сохранить параметры 3D принтера

Назначение параметров окна создания профиля принтера аналогичны описанным ранее в разделе [Стандартный принтер](#).

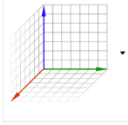
FDM

Для систем аддитивного производства, работающий по технологии экструзии расплава (филамент, подача гранул из бункера и т.д.) выбирается **FDM** тип нового принтера. Этот же тип принтера можно выбрать для **DMT** – технология перенесение материала или **EB** – технология печати электронным лучом.

Определите новый 3D принтер

Название 3D принтера

Тип рабочего объема



Параметры рабочего объема

Размер по X: 100,00мм

Размер по Y: 100,00мм

Размер по Z: 100,00мм

Нулевая точка в центре XY

Разрешение: 0,01мм

Высота безопасности экструдера: 0,00мм

Скорость пролета: 0мм/с

Крепежные отверстия рабочего стола

+ Добавить крепежное отверстие - Удалить крепежное отверстие

Команды до печати:

Команды после печати:

Команды до слоя:

Команды после слоя:

Поддерживаемые форматы

- .GCODE (Все слои в одном файле)
- .GCODE (Каждый слой в своём файле)
- .SVG (Все слои в одном файле)
- .SVG (Каждый слой в своём файле)
- .CSV (,) (Все слои в одном файле)
- .CSV (;) (Все слои в одном файле)

0/0/77 Нумерация файлов:

Префикс: Суффикс:

Сохранить параметры 3D принтера

В Triangulatica развивается в сторону многоосевой нарезки и постоянно совершенствует методы аддитивного построения, которые могут быть использованы в сложных системах, оперирующих большим числом приводов осей.

Конфигурирование принтера типа **FDM** во многом похоже на описанные ранее (в разделе [Стандартный принтер](#)) процедуры, но имеет серьезное отличие, которое связано с возможностью конфигурирования любого кол-ва инструментов (например, экструдеров или сопел). При выделении принтера в Менеджере принтеров, под основным окном появляется дополнительно окно, где отображаются доступные инструменты принтера.

Настройки 3D принтеров

Название 3D принтера	Поддерживаемая технология	Разрешить округление при расчетах
<input type="radio"/> BinderJet Песочник	MJM	<input type="checkbox"/>
<input type="radio"/> FDM/FFF Помощник	FDM/FFF	<input type="checkbox"/>
<input type="radio"/> SLA Фотополимерник	SLA DLP/LCD	<input type="checkbox"/>
<input type="radio"/> SLM Великан	SLM	<input type="checkbox"/>
<input type="radio"/> SLM Малыш	SLM	<input type="checkbox"/>
<input type="radio"/> SLM Фактори	SLM	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="radio"/> New printer	FDM/FFF	<input type="checkbox"/>

+ Добавить 3D принтер

- Удалить 3D принтер

Скачать профиль 3D принтера

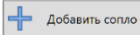
Показать настройки 3D принтера

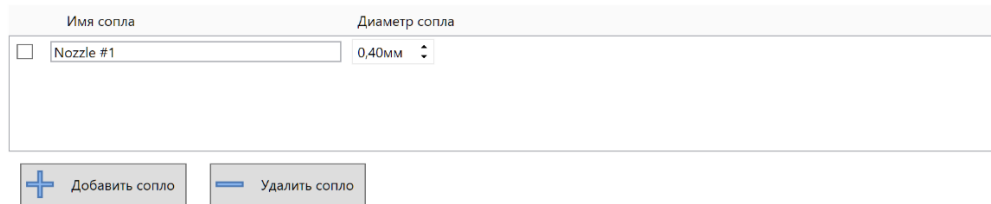
Имя сопла

Диаметр сопла

+ Добавить сопло

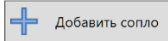
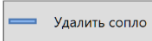
- Удалить сопло

Добавление нового сопла (экструдера) осуществляется нажатием кнопки  и указанием **Имени сопла** и **Диаметра сопла** в соответствующих полях.

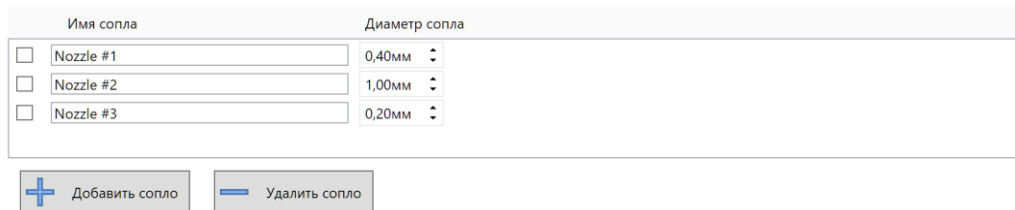


Имя сопла: Nozzle #1

Диаметр сопла: 0,40мм

В конфигурацию принтера может быть добавлено любое количество сопел с различными параметрами размера рабочего отверстия.



Имя сопла: Nozzle #1

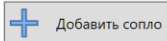
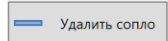
Диаметр сопла: 0,40мм

Nozzle #2

Диаметр сопла: 1,00мм

Nozzle #3

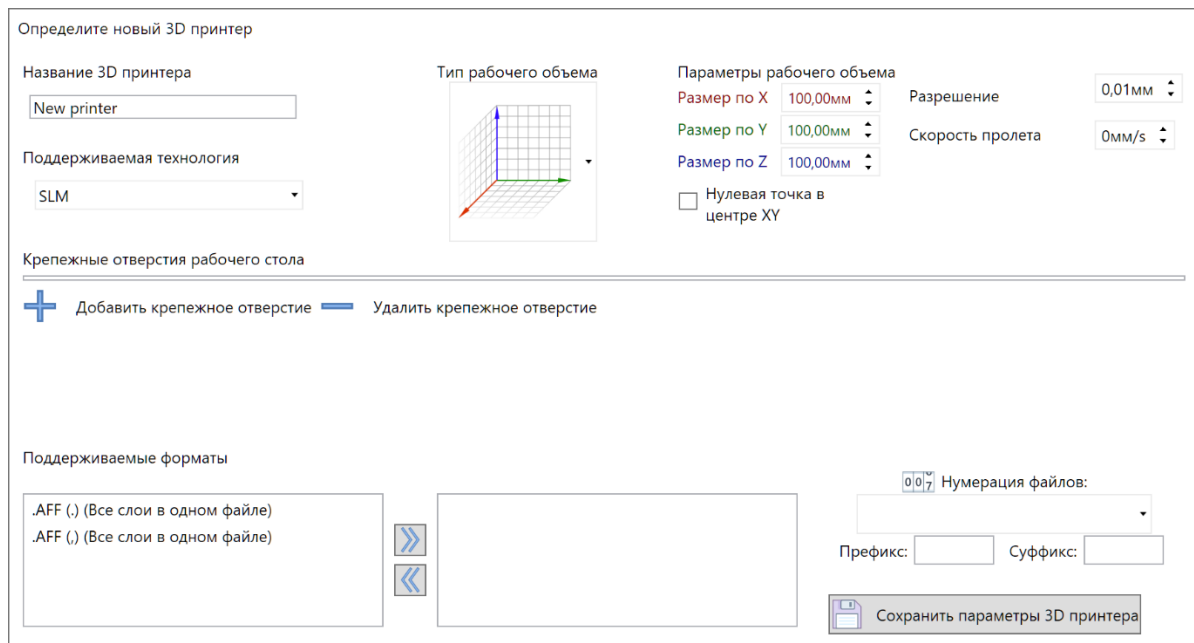
Диаметр сопла: 0,20мм

Удаление существующего сопла осуществляется при помощи кнопки .

AFF

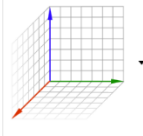
Если система аддитивного производства использует входной формат нарезки **AFF**, то рекомендовано для этой системы создавать профиль типа **AFF**. В настройках принтера можно определить какой знак (точка или запятая) будет применяться при экспорте файлов. Эта возможность может быть использована для максимизации совместимости между Triangulatica и принтерами.



Определите новый 3D принтер

Название 3D принтера:

Поддерживаемая технология:

Тип рабочего объема: 

Параметры рабочего объема:



- Размер по X: 100,00мм
- Размер по Y: 100,00мм
- Размер по Z: 100,00мм

Разрешение: 0,01мм

Скорость пролета: 0мм/s

Нулевая точка в центре XY

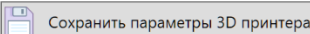
Крепежные отверстия рабочего стола

Поддерживаемые форматы:

Нумерация файлов:

Префикс: Суффикс:



Назначение параметров окна создания профиля принтера аналогичны описанным ранее в разделе [Стандартный принтер](#).

WZA

Если система аддитивного производства использует входной формат нарезки **WZA**, то рекомендовано для этой системы создавать профиль типа **WZA**.

Определите новый 3D принтер

Название 3D принтера
New printer

Поддерживаемая технология
SLM

Тип рабочего объема

Параметры рабочего объема
 Размер по X 100,00мм
 Размер по Y 100,00мм
 Размер по Z 100,00мм
 Нулевая точка в центре XY

Разрешение 0,01мм
Скорость прол 0,01мм

Крепежные отверстия рабочего стола

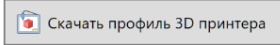
+ Добавить крепежное отверстие — Удалить крепежное отверстие

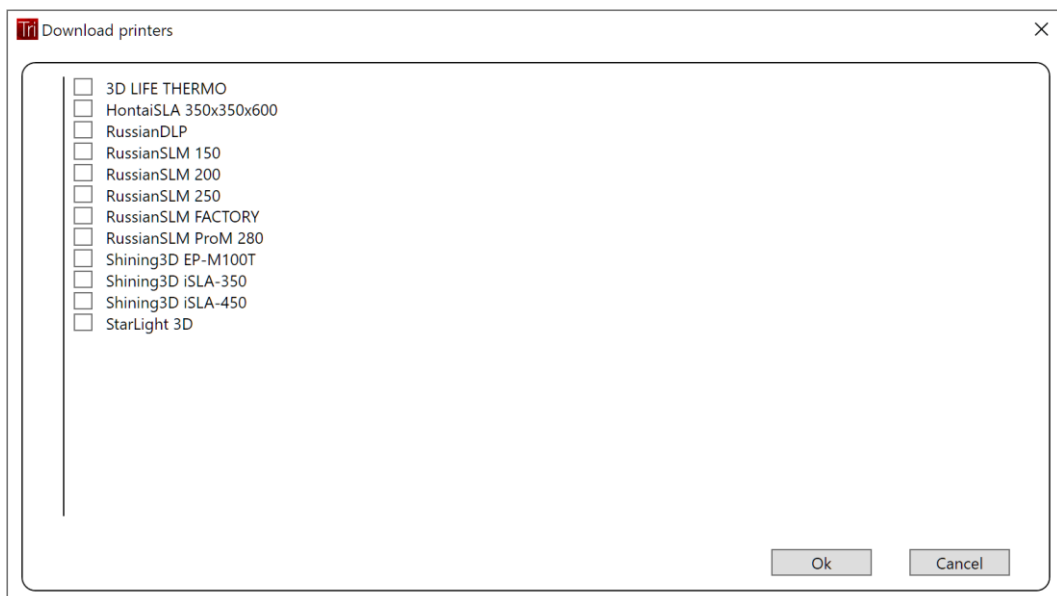
Сохранить параметры 3D принтера

Назначение параметров окна создания профиля принтера аналогичны описанным ранее в разделе [Стандартный принтер](#).

Добавление нового принтера из онлайн-библиотеки Triangulatica

В онлайн-библиотеке Triangulatica содержатся готовые конфигурации принтеров различных типов, если производитель принтеров одобрил добавление готовой конфигурации. Любой производитель систем аддитивного производства может добавить свой принтер в онлайн-библиотеку Triangulatica, направив запрос на email адрес указанный в [Контактах](#).

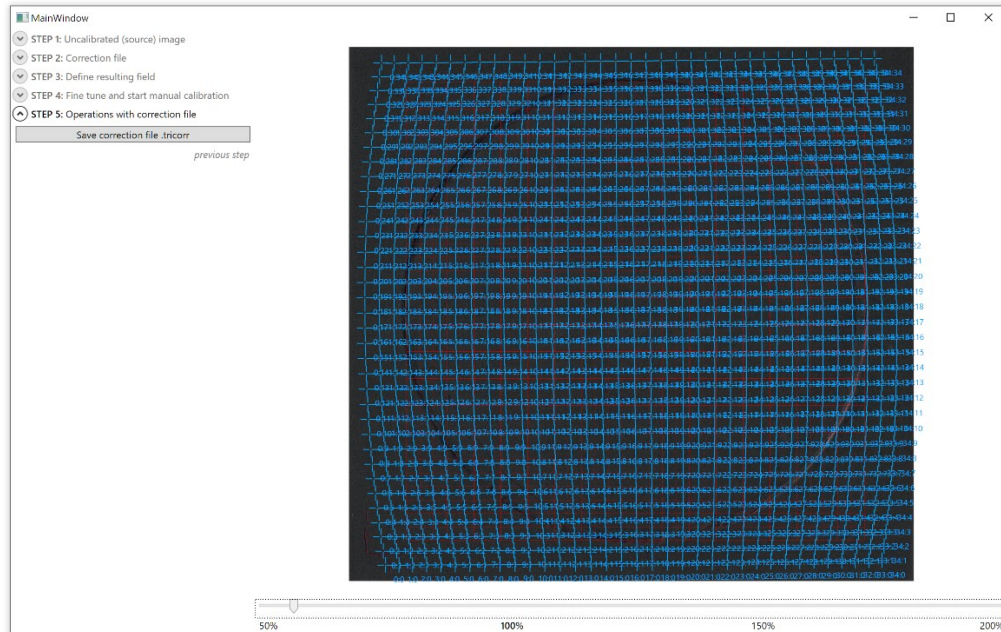
Онлайн-библиотека вызывается нажатием кнопки  Скачать профиль 3D принтера в **Менеджере принтеров** Triangulatica. В открывшемся окне выбираются требуемые модели принтеров и выбор подтверждается нажатием кнопки **OK**. Выбранные готовые конфигурации загружаются и устанавливаются в автоматическом режиме в список доступных систем аддитивного производства в **Менеджере принтеров**.



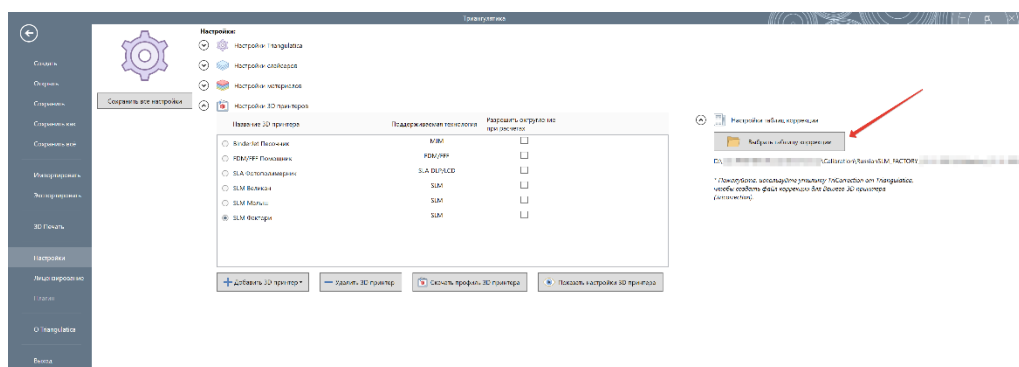
Подключение векторной таблицы коррекции


Triangulatica позволяет производить коррекцию «налету» дисторсий оптических систем (гальво-сканаторов, F-theta-линз и иных оптических элементов, имеющих в своем составе асферическую оптику) и систем на базе электронно-лучевых излучателей, отклоняемых полями.

Для генерации векторных таблиц коррекции в составе семейства продуктов Triangulatica есть утилита [TriCorrection](#). При помощи этой утилиты можно генерировать таблицы коррекции рабочего поля или сводить цифровым методом несколько рабочих полей в одно.



Векторная таблица коррекции представляет из себя набор данных, описывающих дисторсию рабочего поля конкретной сканирующей системы (например: форма рабочего поля гальво-сканатора представляет из себя «подушку»), по которым производится перерасчет координат, отправляемых на исполнение для получения внутри криволинейных координат «подушки» ортогонального рабочего поля. Формат файла таблиц коррекции: **.tricorr**.



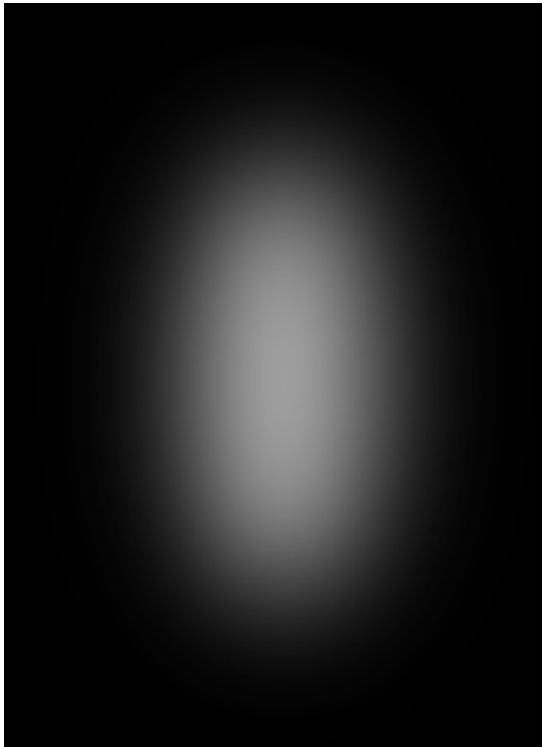
Подключение таблицы коррекции осуществляется для активного (выделенного) принтера нажатием кнопки  **Выбрать таблицу коррекции** расположенной справа от основного списка принтеров в **Менеджера принтеров**. Путь до выбранной таблицы коррекции отображается под кнопкой.

При подключенной таблице коррекции, Triangulatica будет генерировать 2 вида слоев: неоткорректированные и откорректированные. Неоткорректированные файлы нарезки сохраняются в папку с названием материала (например: **Туман_BT6**), а откорректированные слои в папку с названием материала и суффиксом **_corrected** (например: **Туман_BT6_corrected**).

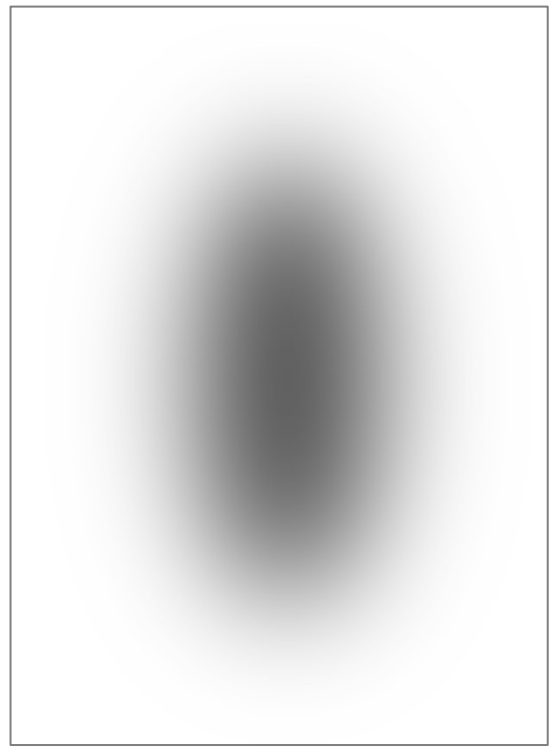
Triangulatica не обладает средствами отключения подключенной таблицы коррекции, чтобы минимизировать риск от ее случайного удаления неопытными пользователями. Для удаления таблицы коррекции из конфигурации принтера в Triangulatica, необходимо физически удалить с диска или переместить в другое место на диске файл таблицы коррекции.

Подключение растровой таблицы коррекции

Triangulatica позволяет производить коррекцию «налету» яркости засветки (для SLA DLP, LCD и прочих световых растровых систем экспонирования) или кол-ва подаваемого связующего (для BinderJet и MJM технологий) по поверхности рабочего поля.

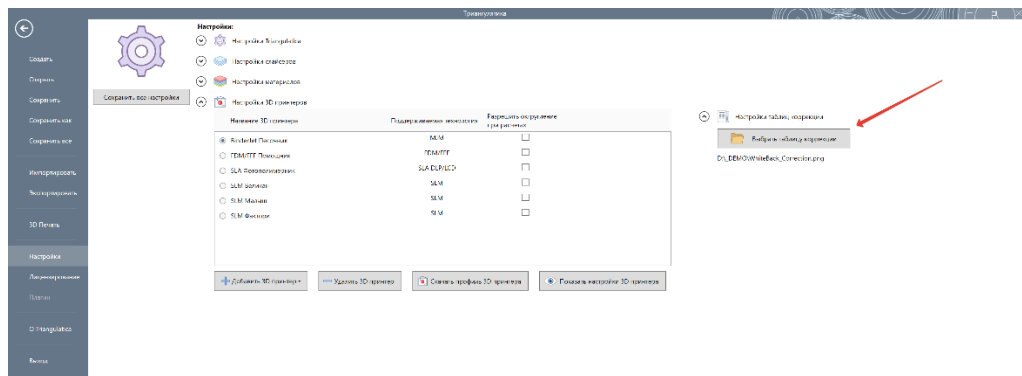


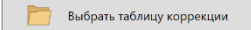
Растровая маска коррекции «Светлое на черном», применяемая для осветления участков рабочего поля в BinderJet и MJM технологиях.



Растровая маска коррекции «Темное на белом» применяемая для затемнения участков рабочего поля в DLP, LCD и прочих растровых SLA-технологиях.

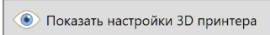
Растровая таблица коррекции представляет из себя маску «темное на белом» или «светлое на черном», применяемую в зависимости от технологии аддитивного построения для локального усиления или ослабления яркости цветов точек слайса. Обязательным условием правильной работы растровой корректирующей маски является соответствие ее размера в пикселях, размеру рабочей зоны растрового 3D принтера.



Подключение таблицы коррекции осуществляется для активного (выделенного) принтера нажатием кнопки  расположенной справа от основного списка принтеров в **Менеджера принтеров**. Путь до выбранной таблицы коррекции отображается под кнопкой.

При подключенной таблице коррекции, Triangulatica будет генерировать 2 вида слоев: неоткорректированные и откорректированные. Неоткорректированные файлы нарезки сохраняются в папку с названием материала (например: **Полимер_Красный**), а откорректированные слои в папку с названием материала и суффиксом **_corrected** (например: **Полимер_Красный_corrected**).

Изменение настроек принтера

Параметры любого принтера, добавленного оператором в Менеджер принтеров можно откорректировать при помощи кнопки . При этом открывается окно с параметрами принтера, который был создан оператором.

Triangulatica не позволяет произвести редактирование параметров принтера, который был получен из онлайн-библиотеки Triangulatica, так как это определенные производителем профили принтеров, которые не должны быть откорректированы оператором.

Менеджер материалов

Менеджер материалов содержит описание всех материалов, которые могут быть использованы для слайсинга в Triangulatica.




Вторым основным «хранилищем» пользовательских данных в Triangulatica является **Менеджер материалов**. В этом менеджере содержится список всех материалов, которые могут использоваться в Triangulatica, и основные настройки для каждого материала.

Настройки материалов

Тип	Название материала	Описание	Название каталога (папки)
	AISI10Mg для радиаторов	AISI10Mg для радиаторов	AISI10Mg
	Белый ABS	Белый натуральный ABS-филамент	White_ABS
	Зеленый PLA	Зеленый PLA-филамент	Green_PLA
	Импортный 316L	Рабочий 316L	316L
	Красная матовая смола от 3DSL.A.RU	Для печати моделей	Black_resin
	Красный ABS	Красный ABS-филамент	Red_ABS
	Никелевый сплав Inconel 718	Жаростойкий никелевый сплав Inconel 7	Inconel_718

·
 ·
 ·
 ·

-
 Цвет выделенного объекта
-
 Цвет блика выделенного объекта
-
 Цвет невыделенного объекта
-
 Цвет блика невыделенного объекта
-
 Внутренний цвет объекта
-
 Цвет блика внутри объекта
-
 Цвет нижних поверхностей
-
 Цвет блика нижних поверхностей
-
 Цвет ручных поддержек
-
 Цвет блика ручных поддержек
-
 Цвет поддержек-столбиков
-
 Цвет блика поддержек-столбиков
-
 Цвет рафта
-
 Цвет блика рафта
-
 Цвет теней выделенного объекта
-
 Цвет теней невыделенного объекта

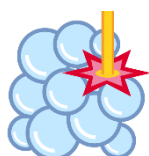
Менеджер материалов (Файл -> Настройки ->  Настройки материалов) содержит информацию о векторных и растровых принтерах в одном общем списке и позволяет:

- Выбрать из списка материал один в качестве активного, при этом Triangulatica учитывает какой принтер выбран в качестве активного принтера в **Менеджере принтеров** и предоставляет возможность выделять только материалы, которые доступны для активного 3D принтера;

- Увидеть тип материала в виде иконки;
- Увидеть название материалов, описания материалов и наименование папки в которую будут сохраняться файлы нарезки этого материала;
- Посмотреть и отредактировать цвета, которыми будет обозначаться объект из этого материала на рабочей сцене. В этот же основной цвет будет окрашиваться иконка материала по всем спискам, отображаемых в интерфейсе Triangulatica;
- Добавлять новый материал;
- Удалить существующий выбранный (активный) материал;
- Посмотреть и изменить настройки выбранного (активного) материала.

Виды материалов

Triangulatica производит расчеты для нескольких групп материалов:



Металлический порошок для лазера

К этой группе относятся порошковые металлические, керамические и композитные материалы, которые могут быть сплавлены или спечены при помощи лазерной энергии.



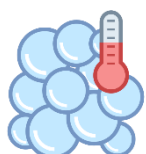
УФ-отверждаемый полимер

Жидкие светочувствительные материалы, которые могут быть сшиты при помощи ультрафиолетового излучения.



Термопластичный филамент

Материалы, объединённые признаками непрерывности и термопластичности. В ряде случаев, для расчетов генерируемых с Triangulatica управляющих программ, к этой группе могут быть отнесены металлические проволоки.



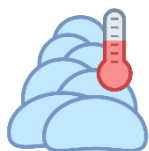
Термопластичный полимерный порошок

Плавкие полимерные порошковые материалы не имеющие фазы стеклования.



Термопластичные полимерные гранулы

Гранулы полимерных материалов, в том числе высоконаполненные твердыми частицами.



Термопластичный воск или гель

Материалы на основе восков, полиэтиленгликолей и других подобных плавких материалов или материалы, изменяющие свою текучесть при нагреве.



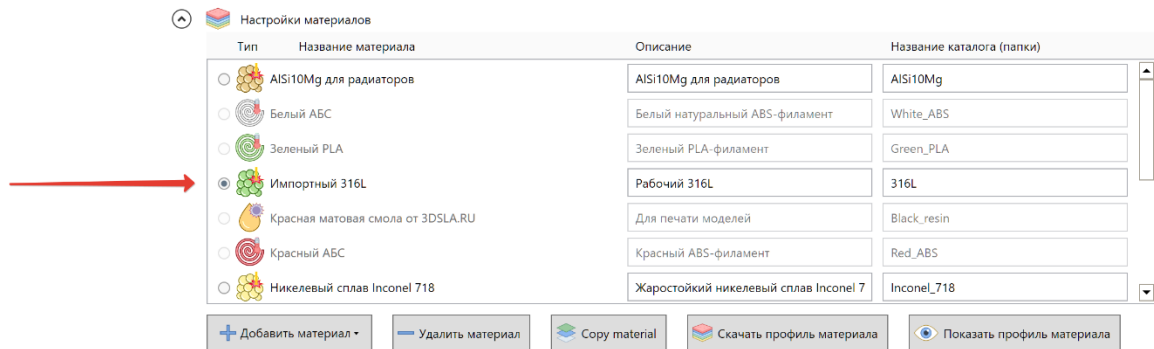
УФ-отверждаемый воск или УФ-отверждаемый гель

Сшиваемые пасты, гели, воски. В том числе и высоконаполненные.

Выбор активного материала

Выбор активного материала в Менеджере материалов осуществляется установкой маркера, рядом с названием материала. Triangulatica позволяет выделять только те материалы, которые могут быть

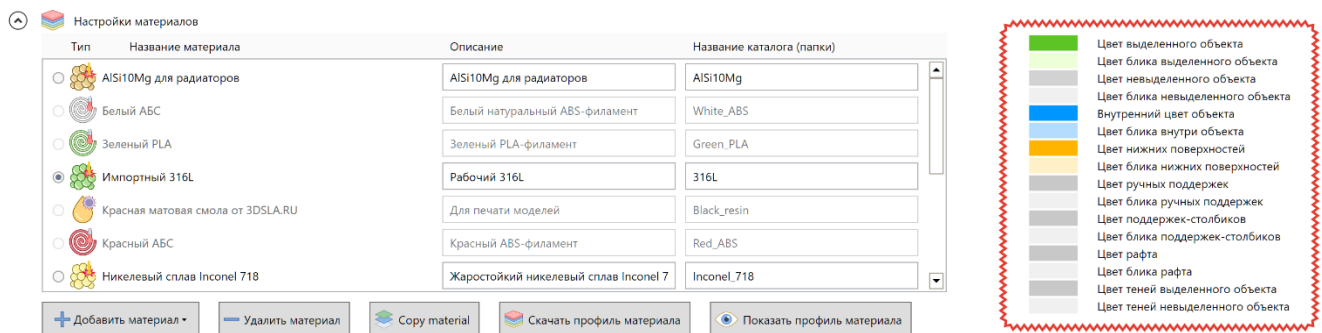
использованы с активным 3D принтером. Как выбрать активный 3D принтер смотрите в разделе [Выбор активного принтера](#).



При выборе активного материала (материала, с которым могут быть произведены действия), рядом с этим материалом отображается маркер (точка).

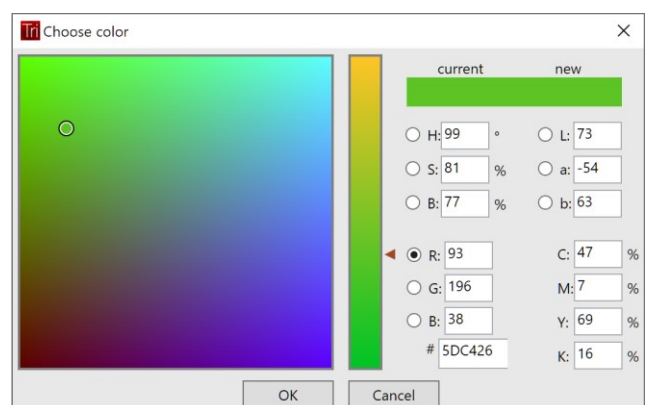
Настройка цвета материала

Справа от основного окна **Менеджера материалов** находятся опции настройки цвета отображения материала, при помощи которых можно назначить цвета отображения внешних и внутренних стен объекта (в выделенном, не выделенном состоянии, цвета бликов) и связанных с ним вспомогательных объектов рабочей сцены (поддержки, рафты и т.д.).



Основной цвет – **Цвет выделенного объекта**, применяется не только для отображения цвета объекта на рабочей сцене, но и для окраски иконки материала, которая позже будет фигурировать в списках материалов в интерфейсе Triangulatica.

Клик мышью на любой из цветных прямоугольников открывает окно выбора цвета, где можно при помощи различных цветовых шкал определить нужный цвет и настроить оттенок для данного цвета.

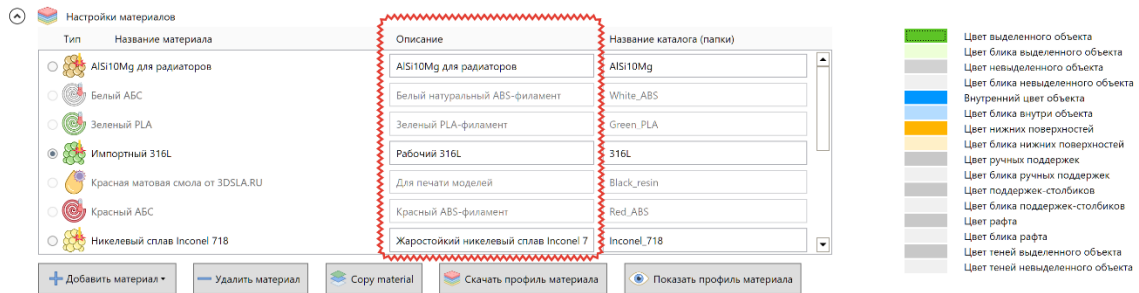


Описание материала

Поле описания материала применяется для удобства оператора. В этом поле может быть указано расширенное название материала, примечание или справочная информация, такая как: размер гранул, назначение материала, место на складе тары с материалом и т.д.

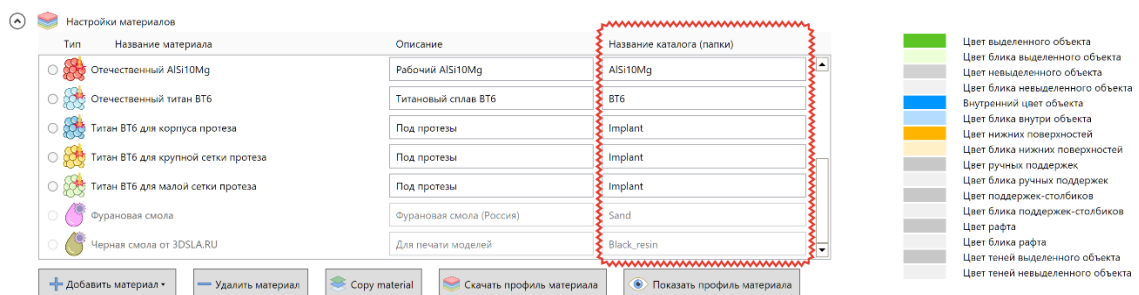
Часто, компании и организации, разрабатывающие сложные продукты, производимые аддитивными методами, применяют различные настройки для одинаковых материалов и наличие возможности иметь

подобную «напоминалку» бывает часто необходимо для оперативной подготовки новых заданий для производства.



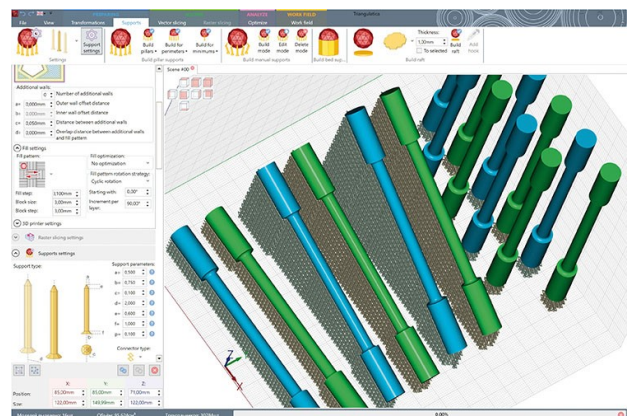
Наименование каталога (папки)

У этих полей есть крайне важное свойство – они позволяют указать Triangulatica в какой каталог сохранять нарезанные файлы из этого материала.



При создании нового материала, этому полю автоматически присваивается значение, соответствующее названию материала.

На приведенном выше скриншоте можно увидеть, что часть материалов объединена общим каталогом с названием **Implant**. Это обозначает, что на одной рабочей сцене может находиться несколько объектов с различными настройками (с разными материалами) и при генерации управляющей программы из Triangulatica все результаты слайсинга будут сохранены в одном каталоге с именем **Implant**. Таким образом, у оператора появится возможность печатать с разными настройками несколько объектов на одном рабочем поле. Стоит отметить, что это крайне полезная функция для отработки режимов обработки: достаточно создать несколько материалов, поставить одинаковые «кубики» или «балки» на рабочий стол с назначенными на каждый объект своим материалом и получить возможность одновременной печати в разных режимах на одном рабочем столе для последующего исследования результатов.

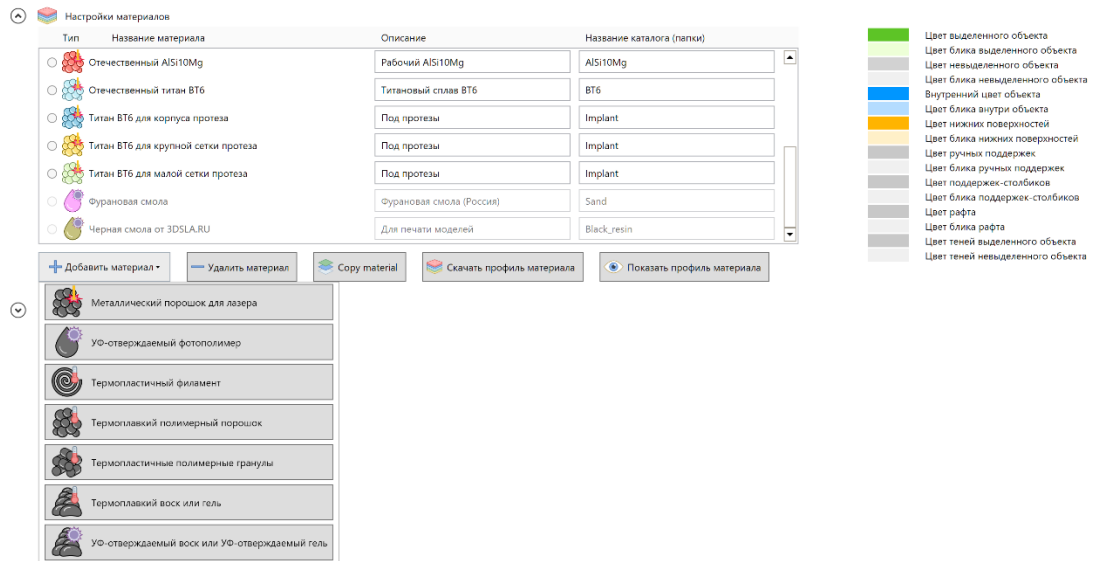


Также использование этого поля может применяться для печати изделий, где разные типы сплавления соседствуют друг с другом в одном объекте. Например, можно на две части модели протеза установить разные параметры построения: на основание протеза установить сплошное сплавление, а на его пористую часть – сетчатое.

Если же на рабочей сцене окажется два и более материала у которых записи в поле **Наименование каталога (папки)** отличаются, то экспорт управляющей программы произойдет в разные каталоги. Так на данном скриншоте, управляющая программа (нарезка) для материала **Отечественный AISi10Mg** будет сохранена в каталог **AISi10Mg**, а результаты обседа нарезки материалов **Титан BT6 для корпуса протеза**, **Титан BT6 для крупной сетки протеза** и **Титан BT6 для малой сетки протеза** будут сохранены в единый каталог с именем **Implant**.

Добавление материала

Добавление материала осуществляется выбором типа добавляемого материала из списка, который открывается при нажатии на кнопку **+ Добавить материал**.

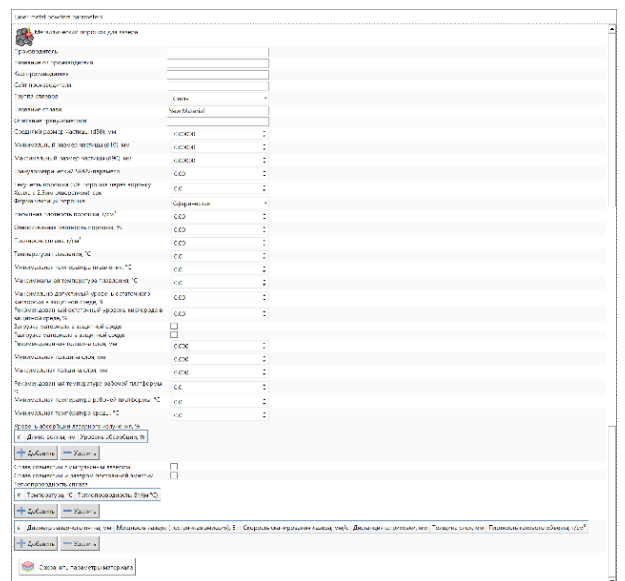


Каждый материал имеет уникальный набор параметров, которые Triangulatica использует для расчетов. Далеко не все параметры используются для вычислений в настоящее время и заполнение этих параметров не обязательно. Разработчики рекомендуют не указывать те параметры материала, которые неизвестны.

- **Металлический порошок для лазера**

Параметры материала:

- Производитель;
- Название от производителя;
- Код производителя;
- Сайт производителя;
- Группа сплавов (Сталь, Нержавеющая сталь, Алюминиевый сплав, Латунный сплав, Бронзовый сплав, Медный сплав, Никелевый сплав, Кобальт-хромовый сплав, Титановый сплав, Драгоценный металл);
- Название сплава;
- Описание гранулометрии;
- Средний размер частицы (d50), мм;
- Минимальный размер частицы (d10), мм;
- Максимальный размер частицы (d90), мм;

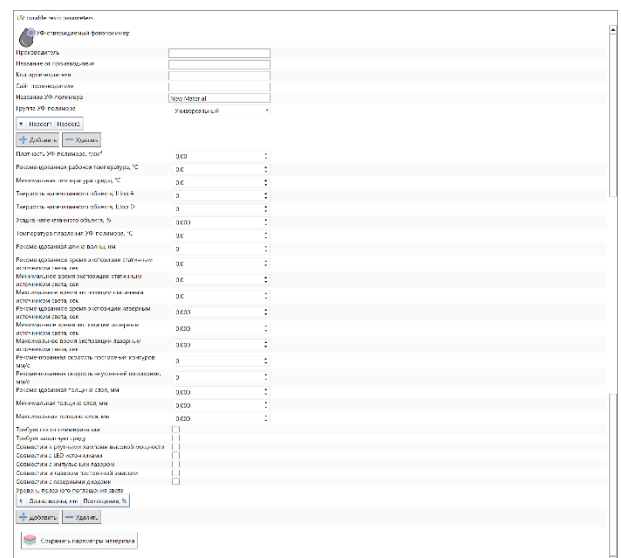


- Гранулометрический SPAN-параметр;
- Текучесть порошка (50г порошка через воронку Холла с 2.5мм отверстием), сек;
- Форма частицы порошка (Сферическая, Округлая, Диск, Дендритная, Осколочная, Игольчатая);
- Насыпная плотность порошка, г/см³;
- Относительная плотность порошка, %;
- Плотность сплава, г/см³;
- Температура плавления, °C;
- Минимальная температура плавления, °C;
- Максимальная температура плавления, °C;
- Максимально допустимый уровень остаточного кислорода в защитной среде, %;
- Рекомендованный остаточный уровень кислорода в защитной среде, %;
- Загрузка материала в защитной среде;
- Разгрузка материала в защитной среде;
- Рекомендованная толщина слоя, мм;
- Минимальная толщина слоя, мм;
- Максимальная толщина слоя, мм;
- Рекомендованная температура рабочей платформы, °C;
- Минимальная температура рабочей платформы, °C;
- Минимальная температура среды, °C;
- Уровень абсорбции лазерного излучения (355nm), %;
- Уровень абсорбции лазерного излучения (562nm), %;
- Уровень абсорбции лазерного излучения (1064nm), %;
- Уровень абсорбции лазерного излучения (10600nm), %;
- Сплав совместим с импульсным лазером;
- Сплав совместим и лазером постоянной эмиссии;
- Теплопроводность сплава (Температура (°C), Теплопроводность (Вт/(м·°C)));
- Параметры технологической совместимости (Диаметр лазерного пятна (мм), Мощность лазера (постоянная эмиссия) (Вт), Скорость сканирования лазера (мм/с), Дистанция штриховки (мм), Толщина слоя (мм), Плотность готового объекта (г/см³)).

● **УФ-отверждаемый полимер**

Параметры материала:

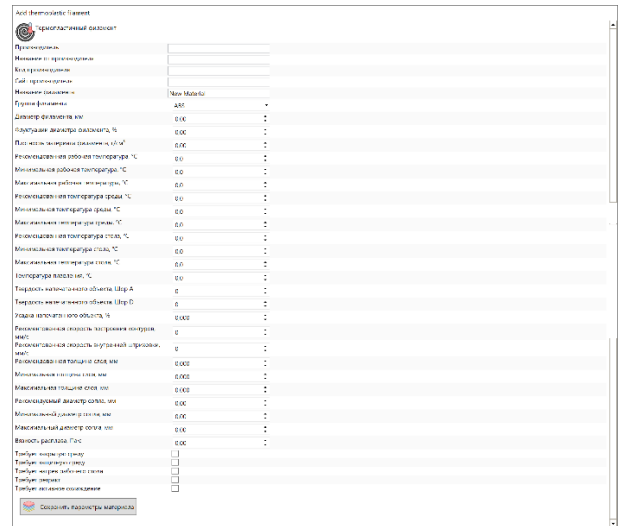
- Производитель;
- Название от производителя;
- Код производителя;
- Сайт производителя;
- Название УФ-полимера;
- Группа УФ-полимера (Универсальный, Выжигаемый, Конструкционный, Стоматологический, Высоконаполненный воском, Высоконаполненный оксидами, Высоконаполненный металлом, Биосовместимый, Био-замещаемый);
- Вязкость (на 20°C), Па·с;
- Вязкость (на 23°C), Па·с;
- Вязкость (на 30°C), Па·с;



- Плотность УФ-полимера, г/см³;
 - Рекомендованная рабочая температура, °С;
 - Минимальная температура среды, °С;
 - Твердость напечатанного объекта, Шор A;
 - Твердость напечатанного объекта, Шор D;
 - Усадка напечатанного объекта, %;
 - Температура плавления УФ-полимера, °С;
 - Рекомендованная длина волны, нм;
 - Рекомендованное время экспозиции статичным источником света, сек;
 - Минимальное время экспозиции статичным источником света, сек;
 - Максимальное время экспозиции статичным источником света, сек;
 - Рекомендованное время экспозиции лазерным источником света, сек;
 - Минимальное время экспозиции лазерным источником света, сек;
 - Максимальное время экспозиции лазерным источником света, сек;
 - Рекомендованная толщина слоя, мм;
 - Минимальная толщина слоя, мм;
 - Максимальная толщина слоя, мм;
 - Требуется пост-полимеризации;
 - Требуется защитную среду;
 - Совместим в ртутными лампами высокой мощности;
 - Совместим с LED источниками;
 - Совместим с импульсным лазером;
 - Совместим и лазером постоянной эмиссии;
 - Совместим с лазерными диодами;
 - Уровень полезного поглощения света (Длина волны (нм), Поглощение (%)).
- **Термопластичный филамент**

Параметры материала:

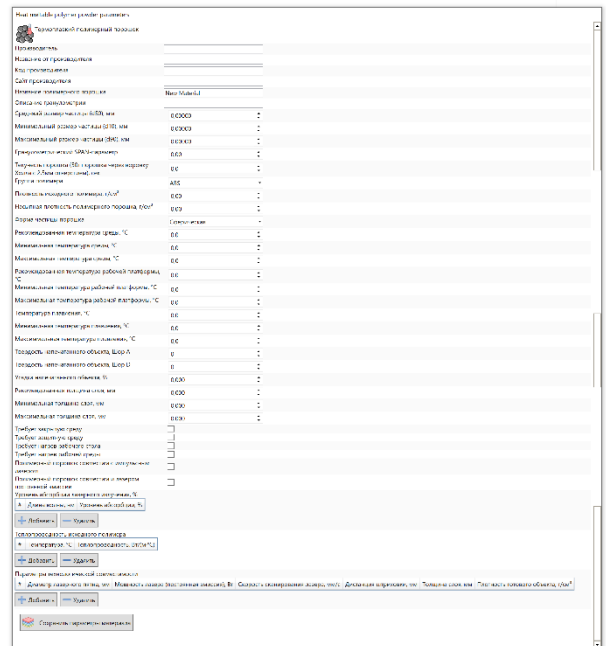
- Производитель;
- Название от производителя;
- Код производителя;
- Сайт производителя;
- Название филамента;
- Группа филамента (ABS, PLA, HIPS, PVA, PETG, Nylon, Wood, Выжигаемый, Высоконаполненный металлом, Высоконаполненный графеном, Армированный, Высокотемпературный, FEP, PEEK, PC, PCL, HDPE, PP, PPSU, Acrilys, PET);
- Диаметр филамента, мм;
- Флуктуации диаметра филамента, %;
- Плотность материала филамента, г/см³;
- Рекомендованная рабочая температура, °С;
- Минимальная рабочая температура, °С;
- Максимальная рабочая температура, °С;
- Рекомендованная температура среды, °С;
- Минимальная температура среды, °С;
- Максимальная температура среды, °С;



- Рекомендованная температура стола, °C;
 - Минимальная температура стола, °C;
 - Максимальная температура стола, °C;
 - Температура плавления, °C;
 - Твердость напечатанного объекта, Шор А;
 - Твердость напечатанного объекта, Шор D;
 - Усадка напечатанного объекта, %;
 - Рекомендованная скорость построения контуров, мм/с;
 - Рекомендованная скорость внутренней штриховки, мм/с;
 - Рекомендованная толщина слоя, мм;
 - Минимальная толщина слоя, мм;
 - Максимальная толщина слоя, мм;
 - Рекомендуемый диаметр сопла, мм;
 - Минимальный диаметр сопла, мм;
 - Максимальный диаметр сопла, мм;
 - Вязкость расплава, Па·с;
 - Требуется закрытая среда;
 - Требуется защитная среда;
 - Требуется нагрев рабочего стола;
 - Требуется ретракт;
 - Требуется активное охлаждение.
- **Термопластичный полимерный порошок**

Параметры материала:

- Производитель;
- Название от производителя;
- Код производителя;
- Сайт производителя;
- Название полимерного порошка;
- Описание гранулометрии;
- Средний размер частицы (d50), мм;
- Минимальный размер частицы (d10), мм;
- Максимальный размер частицы (d90), мм;
- Гранулометрический SPAN-параметр;
- Текучесть порошка (50г порошка через воронку Холла с 2.5мм отверстием), сек;
- Группа полимера (ABS, PLA, HIPS, PVA, PETG, Nylon, PEEK, PTFE, Wood, Выжигаемый, Высоконаполненный металлом, Высоконаполненный графеном);
- Плотность исходного полимера, г/см³;
- Насыпная плотность полимерного порошка, г/см³;
- Форма частицы порошка (Сферическая, Округлая, Диск, Дендритная, Осколочная, Игольчатая);
- Рекомендованная температура среды, °C;
- Минимальная температура среды, °C;



- Максимальная температура среды, °C;
- Рекомендованная температура рабочей платформы, °C;
- Минимальная температура рабочей платформы, °C;
- Максимальная температура рабочей платформы, °C;
- Температура плавления, °C;
- Твердость напечатанного объекта, Шор А;
- Твердость напечатанного объекта, Шор D;
- Усадка напечатанного объекта, %;
- Рекомендованная толщина слоя, мм;
- Минимальная толщина слоя, мм;
- Максимальная толщина слоя, мм;
- Требуется закрытую среду;
- Требуется защитную среду;
- Требуется нагрев рабочего стола;
- Требуется нагрев рабочей среды;
- Уровень абсорбции лазерного излучения (Длина волны (нм), Уровень абсорбции (%))
- Теплопроводность сплава (Температура (°C), Теплопроводность (Вт/(м·°C)));
- Параметры технологической совместимости (Диаметр лазерного пятна (мм), Мощность лазера (постоянная эмиссия) (Вт), Скорость сканирования лазера (мм/с), Дистанция штриховки (мм), Толщина слоя (мм), Плотность готового объекта (г/см³)).

- **Термопластичные полимерные гранулы**

Параметры материала:

- Производитель;
- Название от производителя;
- Код производителя;
- Сайт производителя;
- Название полимерных гранул;
- Описание гранулометрии;
- Средний размер частицы (d50), мм;
- Минимальный размер частицы (d10), мм;
- Максимальный размер частицы (d90), мм;
- Гранулометрический SPAN-параметр;
- Группа полимерных гранул (ABS, PLA, NIPS, PVA, PETG, Nylon, PEEK, PTFE, Wood, Выжигаемый, Высоконаполненный металлом, Высоконаполненный графеном);
- Рекомендованная рабочая температура, °C;
- Минимальная рабочая температура, °C;
- Максимальная рабочая температура, °C;
- Рекомендованная температура среды, °C;
- Минимальная температура среды, °C;
- Максимальная температура среды, °C;
- Рекомендованная температура стола, °C;
- Минимальная температура стола, °C;
- Максимальная температура стола, °C;
- Температура плавления, °C;
- Твердость напечатанного объекта, Шор А;

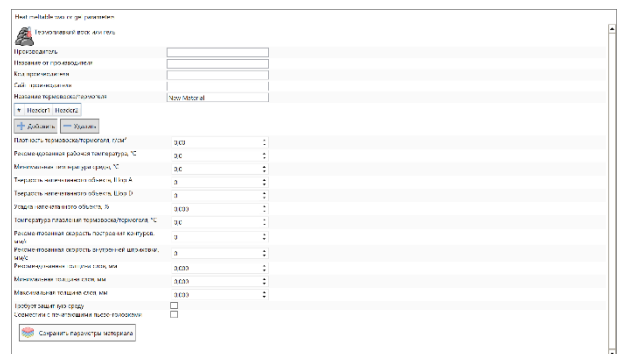
Наименование параметра	Единица измерения	Значение
Имя материала		ABS
Имя производителя		
Код производителя		
Сайт производителя		
Название полимерных гранул		ABS
Описание гранулометрии		
Средний размер частицы (d50), мм	мм	0.1500
Минимальный размер частицы (d10), мм	мм	0.0750
Максимальный размер частицы (d90), мм	мм	0.2250
Гранулометрический SPAN-параметр		3.00
Группа полимерных гранул		ABS
Рекомендованная рабочая температура, °C	°C	230
Минимальная рабочая температура, °C	°C	200
Максимальная рабочая температура, °C	°C	260
Рекомендованная температура среды, °C	°C	230
Минимальная температура среды, °C	°C	200
Максимальная температура среды, °C	°C	260
Рекомендованная температура стола, °C	°C	230
Минимальная температура стола, °C	°C	200
Максимальная температура стола, °C	°C	260
Температура плавления, °C	°C	230
Твердость напечатанного объекта, Шор А		9
Твердость напечатанного объекта, Шор D		9
Усадка напечатанного объекта, %	%	0.0000
Рекомендованная мощность лазера (постоянная эмиссия), Вт	Вт	0
Скорость сканирования лазера (мм/с)	мм/с	0
Дистанция штриховки (мм)	мм	0
Толщина слоя (мм)	мм	0.1500
Плотность готового объекта (г/см ³)	г/см ³	1.1800

- Твердость напечатанного объекта, Шор D;
- Усадка напечатанного объекта, %;
- Рекомендованная скорость построения контуров, мм/с;
- Рекомендованная скорость внутренней штриховки, мм/с;
- Рекомендованная толщина слоя, мм;
- Минимальная толщина слоя, мм;
- Максимальная толщина слоя, мм;
- Рекомендуемый диаметр сопла, мм;
- Минимальный диаметр сопла, мм;
- Максимальный диаметр сопла, мм;
- Вязкость расплава, Па·с;
- Требуется закрытую среду;
- Требуется защитную среду;
- Требуется нагрев рабочего стола;
- Требуется нагрев рабочей атмосферы;
- Требуется ретракт.

- **Термоплавкий воск или гель**

Параметры материала:

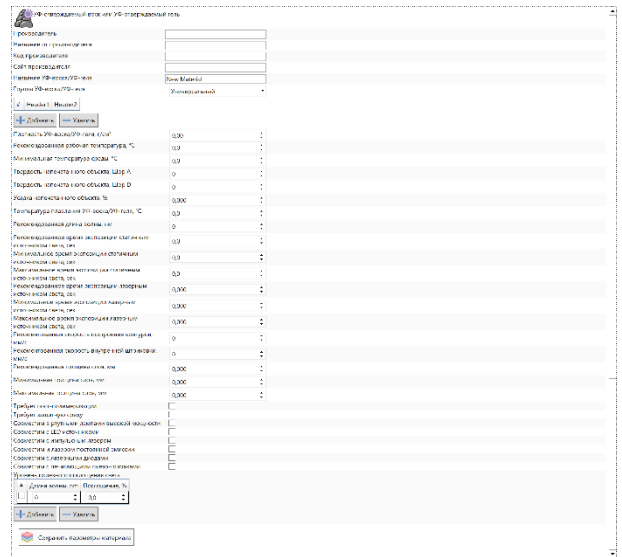
- Производитель;
- Название от производителя;
- Код производителя;
- Сайт производителя;
- Название термовоска/термогеля;
- Вязкость (на 20°C), Па·с;
- Вязкость (на 23°C), Па·с;
- Вязкость (на 30°C), Па·с;
- Вязкость (на 40°C), Па·с;
- Вязкость (на 50°C), Па·с;
- Вязкость (на 60°C), Па·с;
- Вязкость (на 70°C), Па·с;
- Плотность термовоска/термогеля, г/см³;
- Рекомендованная рабочая температура, °C;
- Минимальная температура среды, °C;
- Твердость напечатанного объекта, Шор A;
- Твердость напечатанного объекта, Шор D;
- Усадка напечатанного объекта, %;
- Температура плавления термовоска/термогеля, °C;
- Рекомендованная толщина слоя, мм;
- Минимальная толщина слоя, мм;
- Максимальная толщина слоя, мм;
- Требуется защитную среду;
- Совместим с печатающими пьезо-головками.




- **УФ-отверждаемый воск или УФ-отверждаемый гель**

Параметры материала:

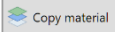
- Производитель;
- Название от производителя;
- Код производителя;
- Сайт производителя;
- Название УФ-воска/УФ-геля;
- Группа УФ-воска/УФ-геля (Универсальный, Выжигаемый, Конструкционный, Стоматологический, Растворимый, Высоконаполненный воском, Высоконаполненный оксидами, Высоконаполненный металлом, Био-совместимый, Био-замещаемый);
- Вязкость (на 20°C), Па·с;
- Вязкость (на 23°C), Па·с;
- Вязкость (на 30°C), Па·с;
- Вязкость (на 40°C), Па·с;
- Вязкость (на 50°C), Па·с;
- Вязкость (на 60°C), Па·с;
- Вязкость (на 70°C), Па·с;
- Плотность УФ-воска/УФ-геля, г/см³;
- Рекомендованная рабочая температура, °C;
- Минимальная температура среды, °C;
- Твердость напечатанного объекта, Шор А;
- Твердость напечатанного объекта, Шор D;
- Усадка напечатанного объекта, %;
- Температура плавления УФ-воска/УФ-геля, °C;
- Рекомендованная длина волны, нм;
- Рекомендованное время экспозиции статичным источником света, сек;
- Минимальное время экспозиции статичным источником света, сек;
- Максимальное время экспозиции статичным источником света, сек;
- Рекомендованное время экспозиции лазерным источником света, сек;
- Минимальное время экспозиции лазерным источником света, сек;
- Максимальное время экспозиции лазерным источником света, сек;
- Рекомендованная толщина слоя, мм;
- Минимальная толщина слоя, мм;
- Максимальная толщина слоя, мм;
- Требуется пост-полимеризация;
- Требуется защитную среду;
- Совместим в ртутными лампами высокой мощности;
- Совместим с LED источниками;
- Совместим с импульсным лазером;
- Совместим и лазером постоянной эмиссии;
- Совместим с лазерными диодами;
- Совместим с печатающими пьезо-головками;
- Уровень полезного поглощения света (Длина волны (нм), Поглощение (%)).



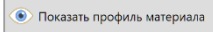
Удаление материала

Удаление материала из **Менеджера материалов** осуществляется нажатием на кнопку  .

Копирование материала

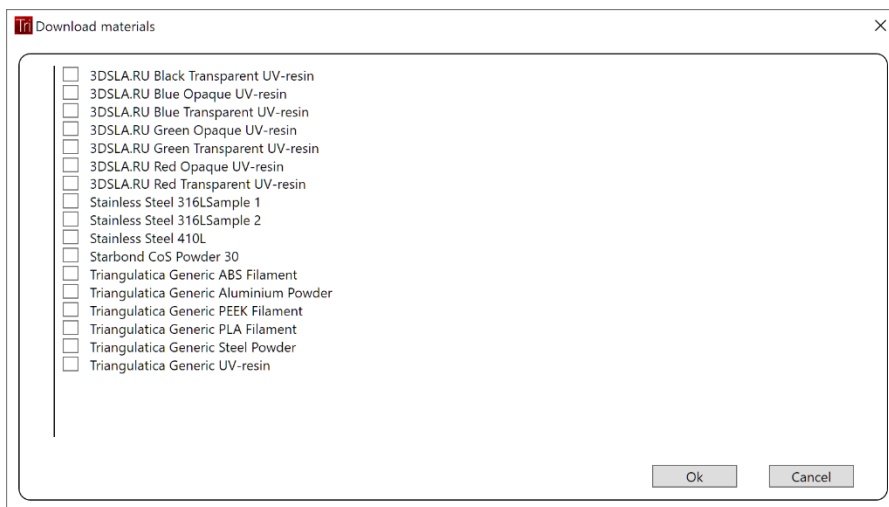
Создание копии материала осуществляется нажатием на кнопку  .

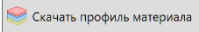
Изменение настроек материала

Изменение параметров материала осуществляется нажатием на кнопку  .

Добавление нового материала из онлайн-библиотеки Triangulatica

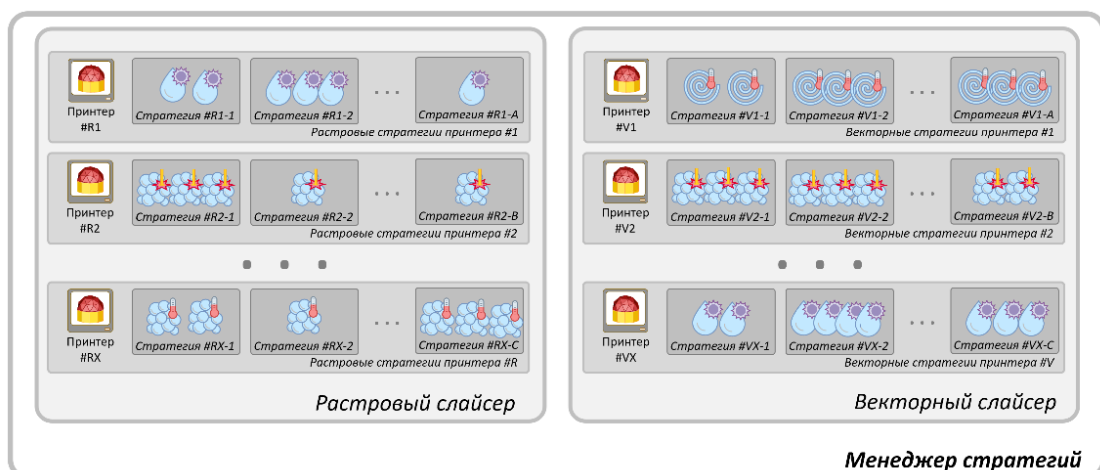
В онлайн-библиотеке Triangulatica содержатся готовые материалы различных типов, если производитель материала одобрил добавление готовой конфигурации. Любой производитель расходных материалов для систем аддитивного производства может добавить свой принтер в онлайн-библиотеку Triangulatica, направив запрос на email адрес указанный в [Контактах](#).










Онлайн-библиотека вызывается нажатием кнопки  в **Менеджере материалов** Triangulatica. В открывшемся окне выбираются требуемые профили материалов и выбор подтверждается нажатием кнопки **ОК**. Выбранные готовые конфигурации загружаются и устанавливаются в автоматическом режиме в список новых доступных профилей расходных материалов для систем аддитивного производства в **Менеджере материалов** Triangulatica.

Менеджер стратегий

Менеджер стратегий содержит сгруппированные в стратегии списки материалов для каждого из 3D принтеров, подключенных к Triangulatica.

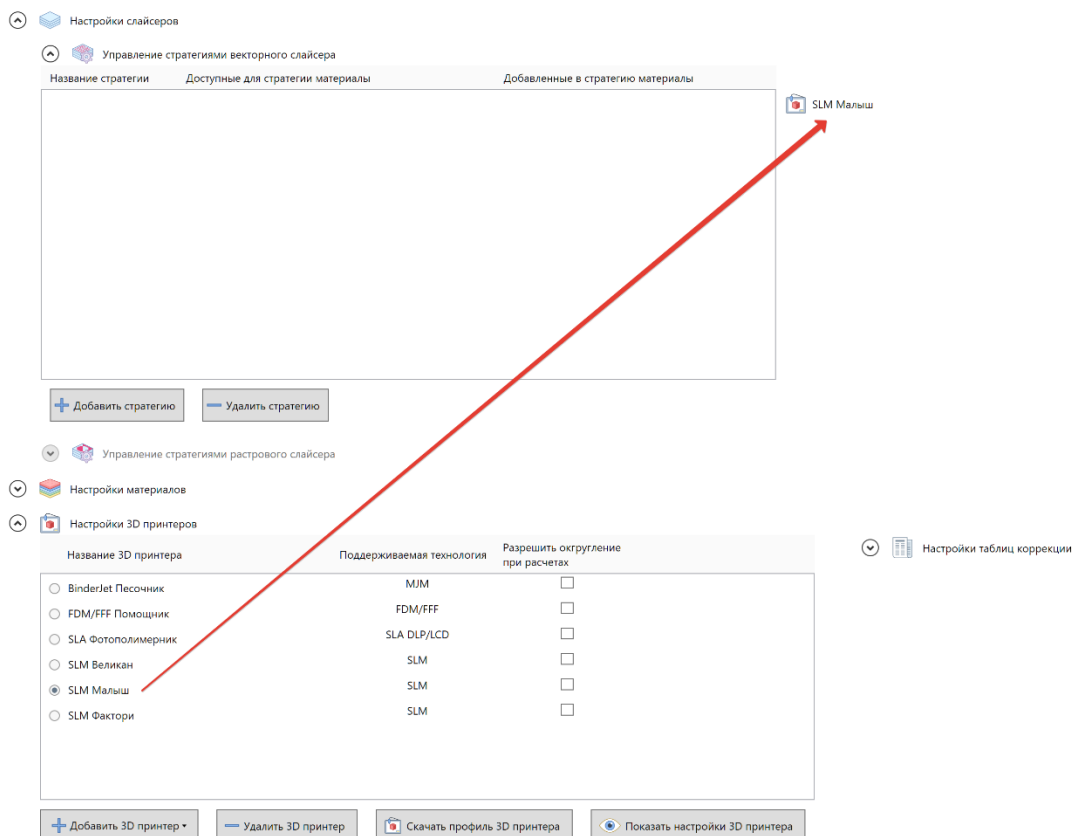


Менеджер стратегий (Файл -> Настройки ->  **Настройки слайсеров**) это третье главное «хранилище» в слайсере Triangulatica, в задачи которого входит группировка материалов в удобной для оператора форме для дальнейшей работы с этими материалами в основном интерфейсе.

-   Настройки слайсеров
-   Управление стратегиями векторного слайсера
-   Управление стратегиями растрового слайсера

Менеджер стратегий функционирует, как зависимое от **Менеджера принтеров** и **Менеджера материалов** хранилище данных и предоставляет возможность формировать списки стратегий только для активного принтера и тех материалов, которые могут быть доступны для той технологии аддитивного производства, которую реализует активный принтер.

На скриншоте, приведенном ниже, оператор выбрал в **Менеджере принтеров** в качестве активного принтера систему аддитивного производства с именем **SLM Малыш** и готовится сформировать стратегии для этого принтера.



Данный раздел настроек содержит два пункта для управления двумя стратегиями построения для систем аддитивного производства, реализующих принципы растровой и векторной 3D печати:

- **Векторный слайсер (векторная нарезка)** генерирует управляющие программы для систем на базе лазерных сканаторов (SLM, SLS, SLA технологии аддитивного производства), для роботизированных систем (DMD/DMT, SLS и т.д. технологий аддитивного производства), для 3D

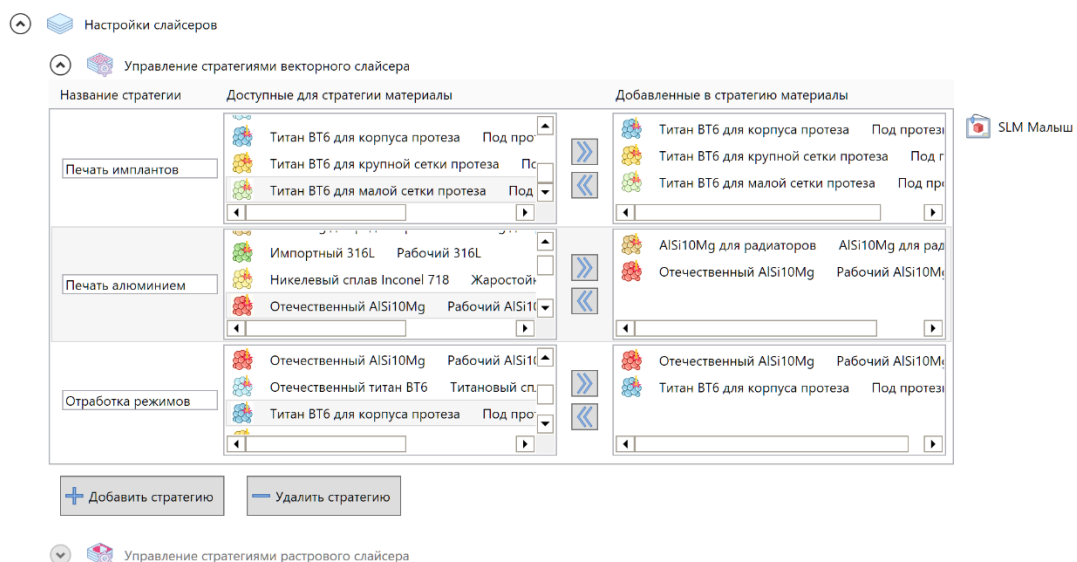
принтеров реализующих технологии печати методом экструзии термопластичных материалов FDM/FFF), кулинарных принтеров, био-принтеров, принтеров по печати бетонами и глинами, принтеров для печати проволокой, MEMS-принтеров, некоторых каплеструйных принтеров и т.д. Общее у векторных систем аддитивного производства в том, что они имеют исполнительное(ые) устройство (экструдер, сканатор и т.д.), осуществляющее точечное воздействие по переносу, спеканию, сшивке, сплавлению материала по заданной траектории (вектору).

- **Растровый слайсер (растровая нарезка)** генерирует управляющие программы и файлы для систем аддитивного производства на базе светопропускающих матриц (LCD матрицы и LCD принтеры), отражающих DMD матриц зеркал (DLP технология аддитивного производства), технологий печати связующим при помощи пьезо-головок (MJM, VJ Биндер-джеттинг технологии аддитивного производства), технологий оптической печати при помощи вращающихся призм (SLA печать развертками), технологий послойной сшивки фотоотверждаемых материалов, технологий печати пьезо-головками восковых изделий, принтеров для печати песком, технологий сплавления металлов при помощи DMD-матриц и т.д. Объединяет растровые технологии печати признаком того, что физическое воздействие по добавлению материала (сшивка, сплавление, спекание, нанесение, пропитка и т.д.) осуществляются построчно или поблочно.

Связь Менеджера стратегий и интерфейса Triangulatica

Сформированные стратегии в **Менеджере стратегий** отображаются оператору при настройках логики и правил формирования управляющих программ для конкретного материала.

Например, оператор для принтера **SLM Малыш** добавил три стратегии с названиями: **Печать имплантов**, **Печать алюминием** и **Отработка режимов**. В стратегию **Печать имплантов** оператор добавил три титановые материала, в стратегию **Печать алюминием** оператор добавил два алюминиевые материала, а в стратегию **Отработка режимов** оператор добавил по одному материалу (из тех, которые были добавлены в других стратегиях) для того, чтобы в свободное время поработать над улучшением качества печати и свойств готовых изделий. Окно **Менеджера стратегий** для 3D принтера **SLM Малыш** выглядит вот так:



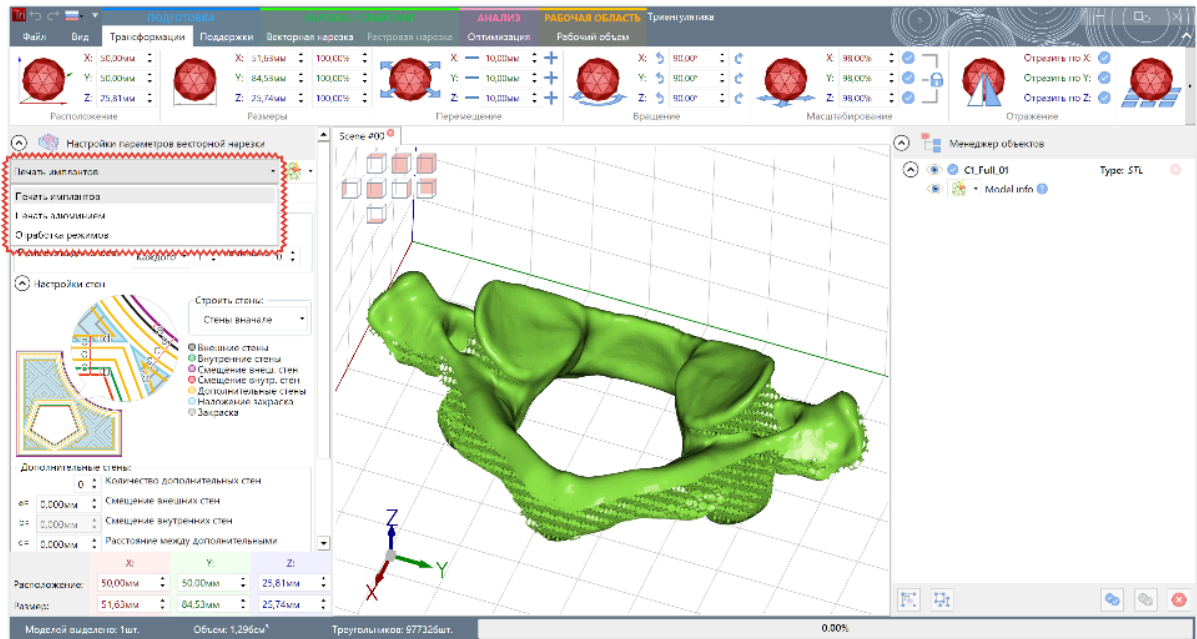
Для сохранения настроек, которые произвел оператор, он нажимает кнопку Сохранить все настройки, расположенную слева от **Менеджера стратегий, материалов и принтеров**. Triangulatica построена таким образом, что сохранение



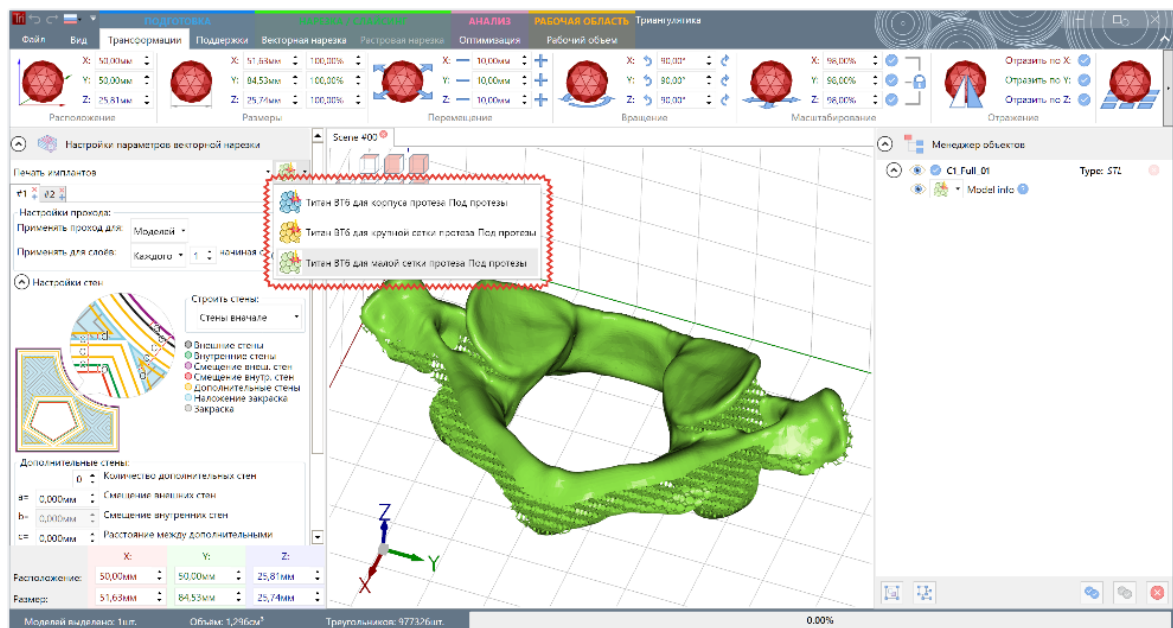
Сохранить все настройки

настроек и бекапы настроек происходят в момент закрытие слайсера Triangulatica и для сохранения сделанных настроек во время работы, рекомендовано использовать эту кнопку.

Вернувшись в интерфейс Triangulatica, оператор теперь имеет возможность в настройках векторного слайсера (**SLM Малыш** реализует технологию селективного лазерного сплавления, и эта технология относится именно к векторному принципу аддитивного построения) выбрать стратегию, с которой он будет работать. На скриншоте ниже, оператор выбирает стратегию **Печать имплантов** из списка трех стратегий принтера **SLM Малыш**:

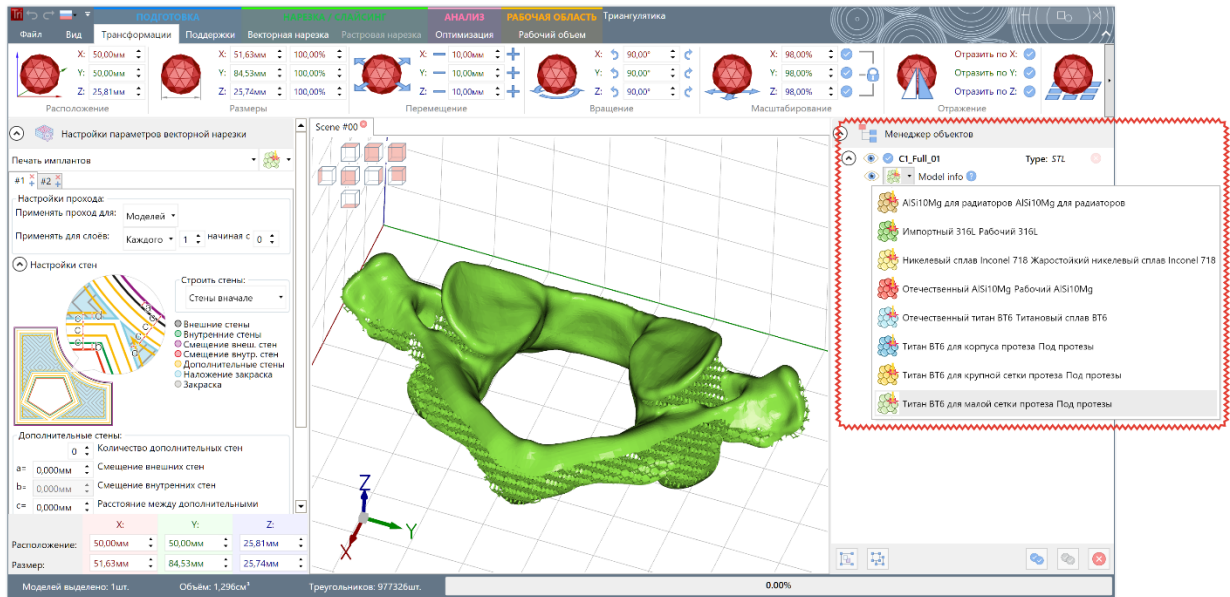


Затем оператор выбирает нужный материал, который он планирует настраивать. Выбор материала осуществляется только из тех трех материалов, которые были добавлены стратегии **Печать имплантов**:



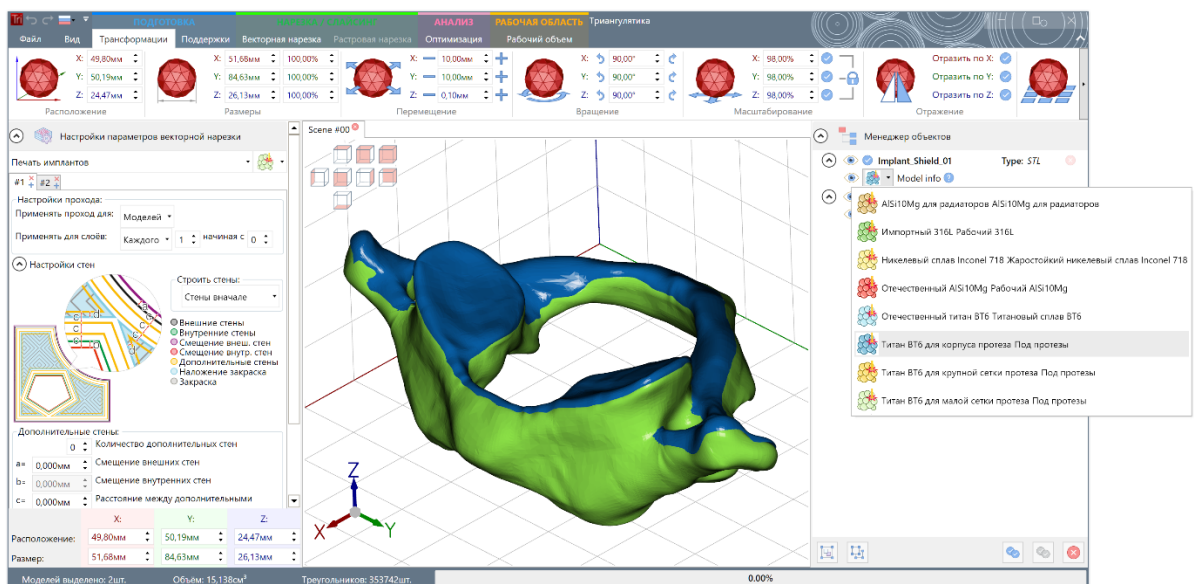
Для того, чтобы объект на рабочей сцене рассчитывался при нарезке именно с настройками, которые определены в стратегии, оператор в **Менеджере объектов** проверяет или назначает нужный материал

на загруженный на сцену объект. При назначении материала на объект, оператору отображается полный список всех материалов, которые могут быть использованы с активных 3D принтером:




Важно: если в стратегию не добавлен материал, который не присутствует на рабочей сцене, то нарезка (слайсинг) не будет осуществлена и Triangulatica сообщит об этом.

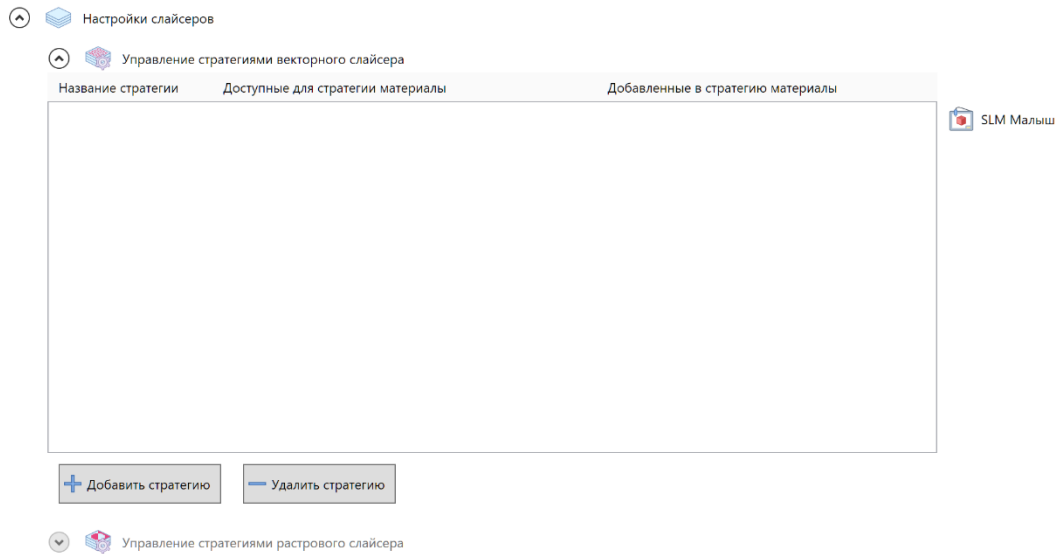
Используя комбинации моделей и назначенных на эти модели различных материалов, оператор может быстро формировать задания для печати с различными стратегиями печати и заполнениями внутри одного изделия. Например, на следующем скриншоте показано, что оператор загрузил не целую модель протеза с уже готовой сеткой, а две модели: одну для сплошной части протеза, а вторую для сетчатой. На каждую часть протеза оператор назначил свой материал и на следующем этапе (настройки стратегии) создаст правила автоматического заполнения части изделия, окрашенной в зеленый цвет сеткой.



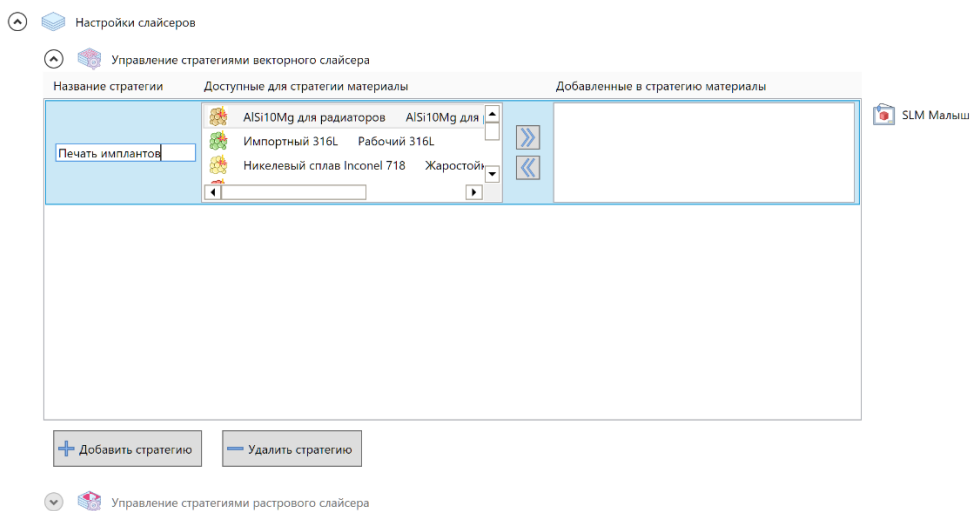
Подробности о настройках параметров стратегий описаны в разделах [Настройка векторного слайсера](#) и [Настройка растрового слайсера](#) данного руководства.

Добавление новой стратегии

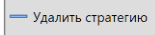
Добавление новой стратегии осуществляется нажатием на кнопку , расположенную под списком стратегий:



Далее, указывается название стратегии и производится [добавление или удаление материалов в стратегию](#):




Удаление стратегии


Удаление выделенной стратегии осуществляется нажатием на кнопку , расположенную под списком стратегий. Выделение стратегии в списке осуществляется кликом на строчке со стратегией, которую нужно отметить, при этом фон всей строки окрашивается в голубой цвет.

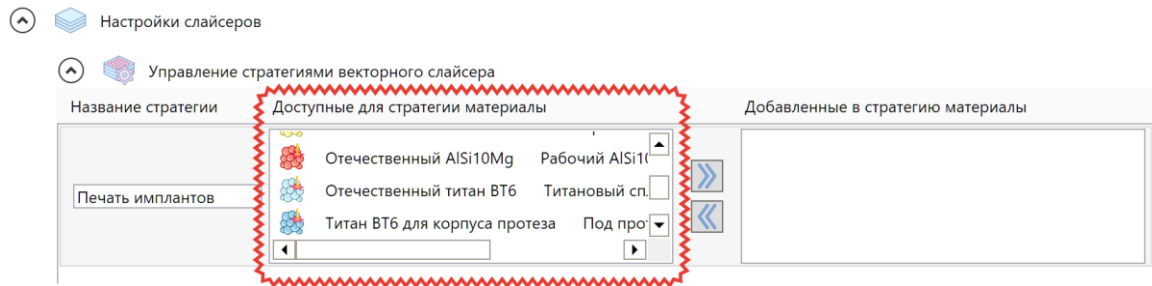
Важно: при удалении стратегии, все настройки материалов, сделанные в интерфейсе Triangulatica удаляются безвозвратно.

Добавление и удаление материала с стратегию

Добавить в стратегию материал можно только из списка материалов, которые совместимы с технологией с которой работает активный 3D принтер.

- Для добавления в стратегию материала используется кнопка , расположенная между списком доступных для активного принтера материалов и материалов, включенных в стратегию;

- Для удаления из стратегии материала используется кнопка  , расположенная между списком доступных для активного принтера материалов и материалов, включенных в стратегию;



На скриншоте выше отмечен список доступных для активного 3D принтера материалов, из которого можно добавлять материалы в стратегию.

Важно: удаление материала из стратегии приводит к потере настроек логики и режимов нарезки материала, которые настраиваются в интерфейсе Triangulatica.

Генерация поддержек

Функционал установки поддерживающих структур постоянно развивается в Triangulatica, разработчики работают над новыми алгоритмами и улучшают существующие. В области расчета поддерживающих структур Triangulatica идет по пути максимизации объема расчетов на GPU (графических процессорах дискретных видео-карт), что позволяет налету в автоматическом режиме генерировать массивы поддерживающих структур и экономить серьезное время на этапе подготовки заданий печати для установок аддитивного производства. Подобный подход отличается от общепринятого в мировой практике метода математических расчетов поддерживающих структур на центральном процессоре и дает немного непривычный результат для тех, кто работал с другими программными продуктами для подготовки столов печати.

Философия разработчиков Triangulatica заключается в том, что любой воспроизводимый на 3D принтере объект (в том числе и каждая отдельная поддержка) должен иметь объем. Поэтому пока Triangulatica генерирует именно объемные поддерживающие структуры и всегда срез этой структуры будет представлять из себя замкнутый контур. В сочетании с богатыми возможностями по параметрическим штриховкам слоя, такой подход дает потенциально более широкие возможности по развитию алгоритмов построения поддержек. Именно такой подход позволяет строить трубчатые поддержки (ноу-хау разработчиков Triangulatica), которые при удалении с отпечатанного изделия оставляют минимум повреждений поверхности изделия, что сокращает издержки на процессы пост-обработки после печати.

Разработчиками Triangulatica ведется работа над совершенно новым для мировой индустрии алгоритмом построения «Теневых поддержек», который призван многократно сократить время расчета и унифицировать технику генерации поддержек операторами систем аддитивного производства.

Вместе с автоматическими режимами установки поддержек (см. разделы: [Поля поддержек-столбиков](#), [Поддержки периметров](#), [Поддержки экстремумов](#)) Triangulatica предоставляет средства для установки поддерживающих структур в ручном режиме (см. раздел: [Ручное установка/редактирование и удаление поддержек](#)) и генерацию рафтов (см. раздел: [Генерация рафтов](#)).

Ранее, в разделе [Поддержки \(Supports\)](#) был описан некоторый функционал интерфейса Triangulatica в части установки поддерживающих структур и рафтов.

В настоящее время, разработчиками Triangulatica обеспечен набор функций с использованием которого, можно проводить надежное построение легкоудаляемых структур поддержки для всех технологий аддитивного производства.

Настройка типа и параметров поддержек

Triangulatica оперирует с тремя видами параметрических поддерживающих структур. В интерфейсе Triangulatica реализованы удобные подсказки по каждому параметру, который используется при описании характеристик поддерживающих структур.

Для получения подсказки, оператор наводит курсор мыши на вопросительный знак на синем фоне и рядом с параметром всплывает описание назначения данного параметра.

Параметры:

- a= 0,200
- b= 0,250
- c= 0,200
- d= 1,210
- e= 1,430
- f= 0,600
- p= 0,250
- s= 0,300

Тип соединителя:

Расположение поддержек:

Параметр: **a**
Радиус тела поддежки

Создать пресет

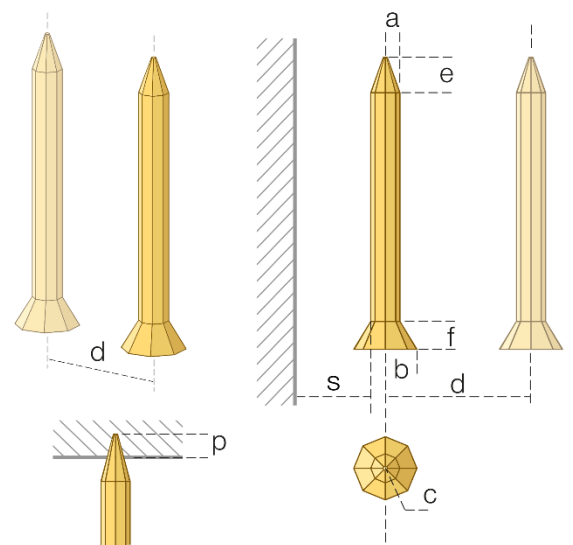
Типы поддерживающих структур в Triangulatica:

- **Стандартная простая поддержка**

Этот базовый тип поддержек (восьмигранной формы в срезе), обеспечивающий наивысшие физико-механические показатели.

Габаритные размеры поддерживающей структуры определяются параметрами:

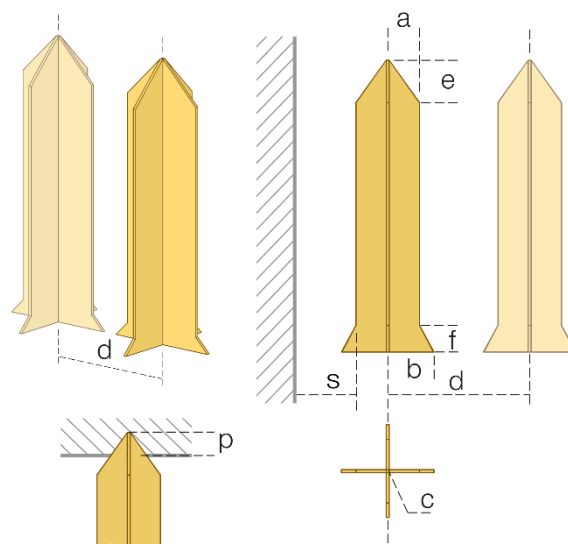
- Параметр **«a»**: радиус описанной вокруг тела поддержки окружности;
- Параметр **«b»**: радиус описанной вокруг основания поддержки окружности;
- Параметр **«c»**: радиус окружности описанной вокруг носика поддержки;
- Параметр **«d»**: расстояние между осями двух соседних поддержек;
- Параметр **«e»**: высота носика поддержки;
- Параметр **«f»**: высота основания поддержки;



- Параметр **«p»** (от. англ. Penetration – проникновение): параметр, описывающий на какую глубину носик поддержки может проникнуть в изделие;
- Параметр **«s»** (от. англ. Safety – безопасность): параметр, определяющий минимальное расстояние от любого объекта на рабочей сцене на котором может быть построена поддержка.

- **Линейные поддержки**

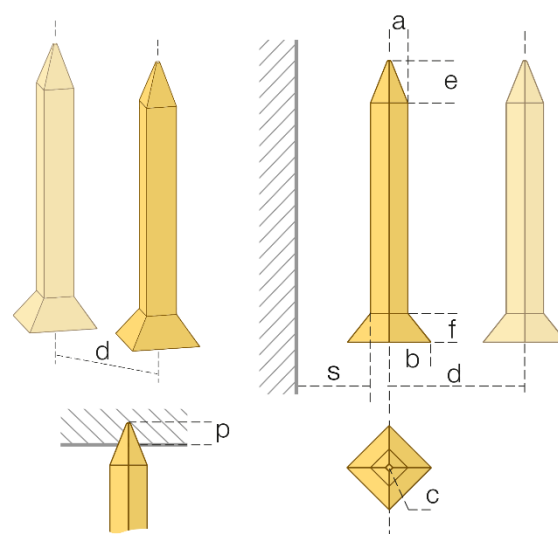
Второй тип поддерживающих структур представляет из себя крест в срезе по профилю и применяется для удержания периметров изделий и обеспечения качества нижних поверхностей в материалах со сложным поведением. При построении структур поддержки периметров изделий, данный тип поддержки может быть настроен так, что обеспечит максимальный контакт периметра с рядом линейных поддержек, что в технологии печати металлами, например, обеспечивает отсутствие сколов и пор на углах изделия. Габаритные размеры поддерживающей структуры определяются параметрами:



- Параметр **«a»**: радиус описанной вокруг тела поддержки окружности;
- Параметр **«b»**: радиус описанной вокруг основания поддержки окружности;
- Параметр **«c»**: радиус окружности описанной вокруг носика поддержки. Этот же параметр отвечает и за толщину стенок креста поддержки;
- Параметр **«d»**: расстояние между осями двух соседних поддержек;
- Параметр **«e»**: высота носика поддержки;
- Параметр **«f»**: высота основания поддержки;
- Параметр **«p»** (от. англ. Penetration – проникновение): параметр, описывающий на какую глубину носик поддержки может проникнуть в изделие;
- Параметр **«s»** (от. англ. Safety – безопасность): параметр, определяющий минимальное расстояние от любого объекта на рабочей сцене на котором может быть построена поддержка.

- **Прямоугольная поддержка**

Это упрощенный аналог стандартной поддержки, который может применяться в тех случаях, когда срез из 4х отрезков сможет показать прирост скорости печати по отношению к стандартному 8ми гранному пути. Габаритные размеры поддерживающей структуры определяются параметрами:



- Параметр **«a»**: радиус описанной вокруг тела поддержки окружности;
- Параметр **«b»**: радиус описанной вокруг основания поддержки окружности;
- Параметр **«c»**: радиус окружности описанной вокруг носика поддержки;

- Параметр **«d»**: расстояние между осями двух соседних поддержек;
- Параметр **«e»**: высота носика поддержки;
- Параметр **«f»**: высота основания поддержки;
- Параметр **«p»** (от. англ. Penetration – проникновение): параметр, описывающий на какую глубину носик поддержки может проникнуть в изделие;
- Параметр **«s»** (от. англ. Safety – безопасность): параметр, определяющий минимальное расстояние от любого объекта на рабочей сцене на котором может быть построена поддержка.

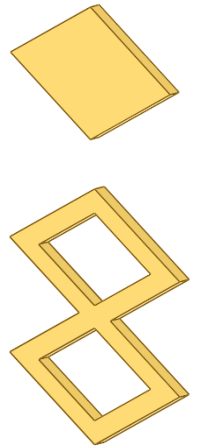
Поддержки, генерируемые в автоматическом режиме, могут быть связаны между собой соединителями двух типов:

- **Простой квадратный соединитель**

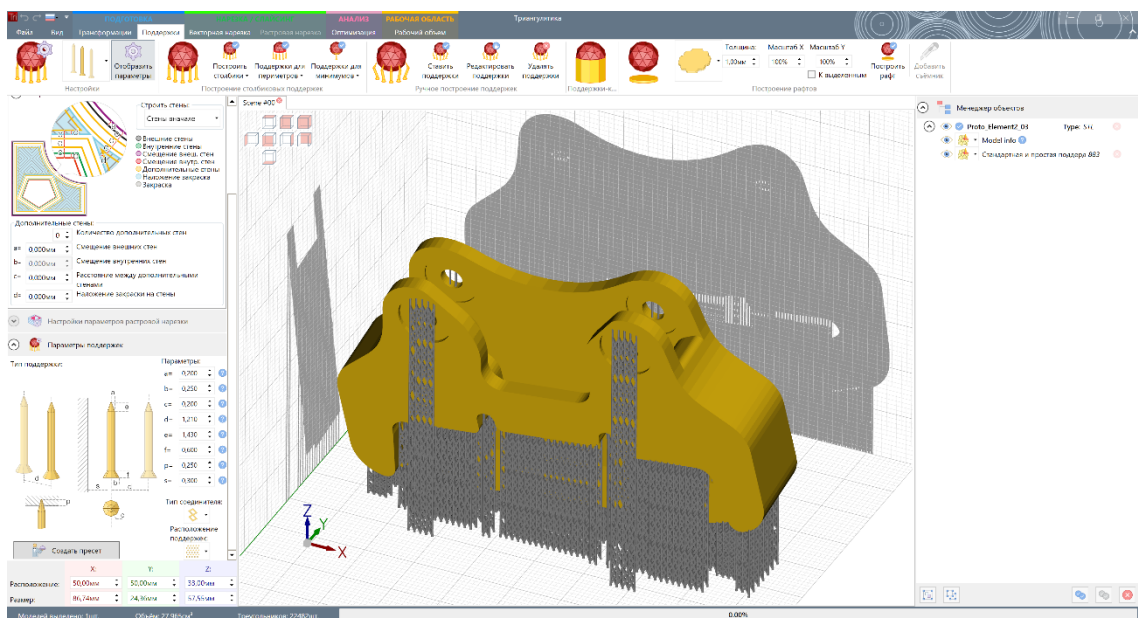
Применяется, когда необходимо обеспечить сильную связь между поддержками без учета расхода материала. Этот тип соединителей применяется для формирования связей между при использовании сложных материалов;

- **Соединитель-решетка**

Облегченная структура с большим кол-вом отверстий, обеспечивающая более легкое удаление материала построения. Использование этого типа соединителя позволяет сократить расход материала и сформировать ажурную легкую связь между столбиками поддержек.



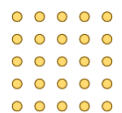
Triangulatica соединяет поддержки только вдоль оси X для обеспечения легкости отламывания. На скриншоте ниже включен режим отображения теней и на нем можно увидеть, что на расположенной вдоль оси Y рабочей камеры стене тени от поддерживающей структур не имеют связи между собой и могут быть удалены поочередно.



Взаиморасположение поддержек может быть построено по следующим зависимостям:

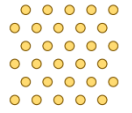
- **Прямоугольное расположение**

Применяется в сочетании со всеми типа поддержек и рекомендовано для построения плоских изделий;



- **Треугольное расположение**

Рекомендуется использовать при работе с линейными поддержками и сложными материалами, т.к. позволяет сформировать поле крестообразных поддерживающих структур, обеспечивающих максимальное удержание плоской поверхности;



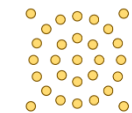
- **Случайное расположение (временно недоступно)**

Идеально для удержания криволинейных поверхностей с активированной опцией уменьшения плотности поддержек с изменением угла элементов поверхности к основанию рабочего объема;



- **Круговое расположение (временно недоступно)**

Применяется для удержания круглых и сферических объектов, обеспечивая равную нагрузку на удержание;



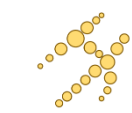
- **Простая логика минимизации поддерживающих структур (временно недоступно)**

Режим расположения поддержек по ребрам модели. Обеспечивает минимизацию кол-ва поддерживающих структур;



- **Умный режим, усиливающий важные поддержки (временно недоступно)**

Режим расположения поддержек по ребрам модели с автоматической коррекцией диаметра поддержек. Обеспечивает минимизацию кол-ва поддерживающих структур и повешение силы удержания на начальных частях изделия.

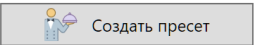


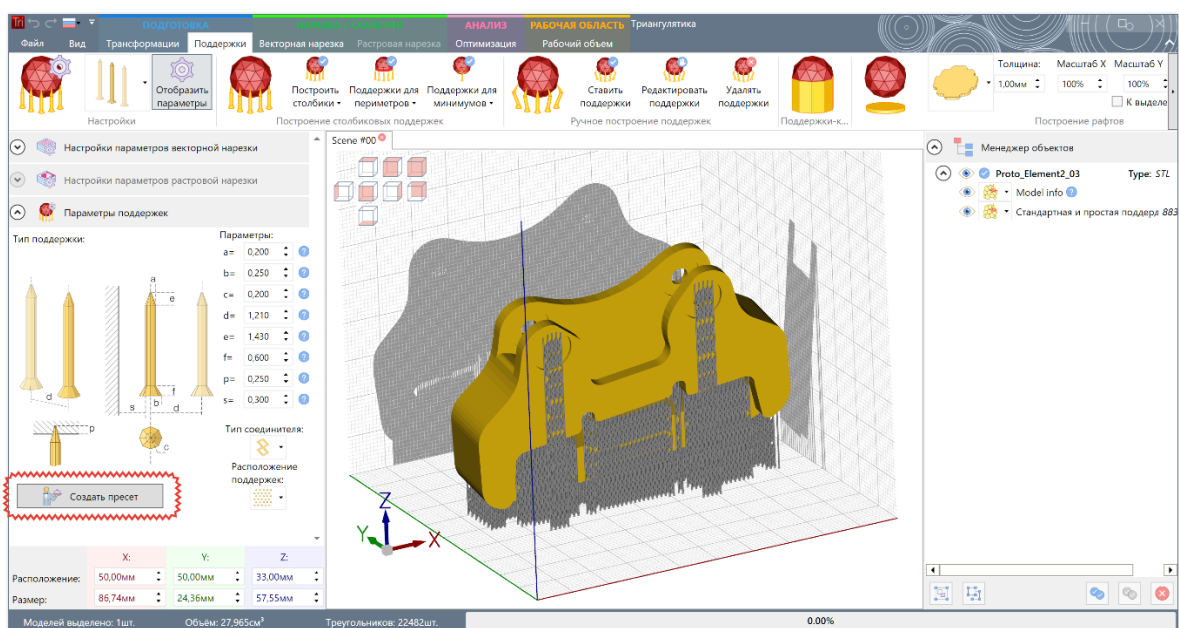
Контроль угла построения поддержек описан в разделе [Группа Настройки нижних поверхностей](#) и примеры его применения приведены в разделе [Группа Построение столбиковых поддержек](#).

Работа с пресетами поддержек

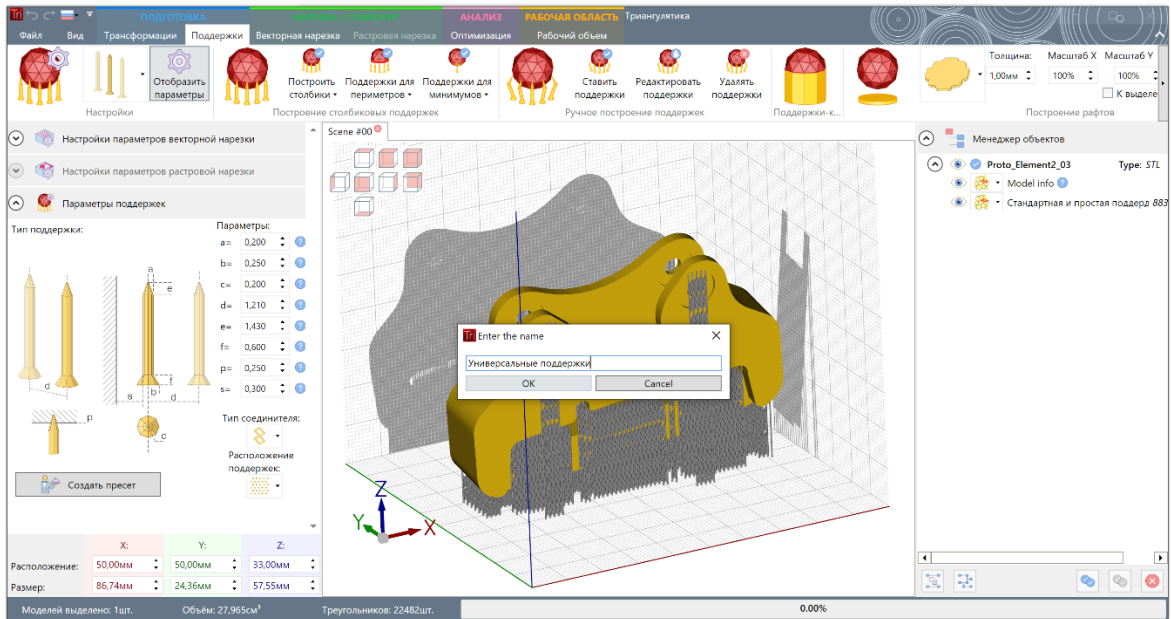
Пресеты настроек поддержек предназначены для быстрого выбора набора настроек поддерживающих структур. Оператор может самостоятельно создавать пресеты и быстро переключаться между ними.

Базовая информация о пресетах поддержек дана в разделе [Группа Настройки](#), описывающем интерфейс слайсера Triangulatica.

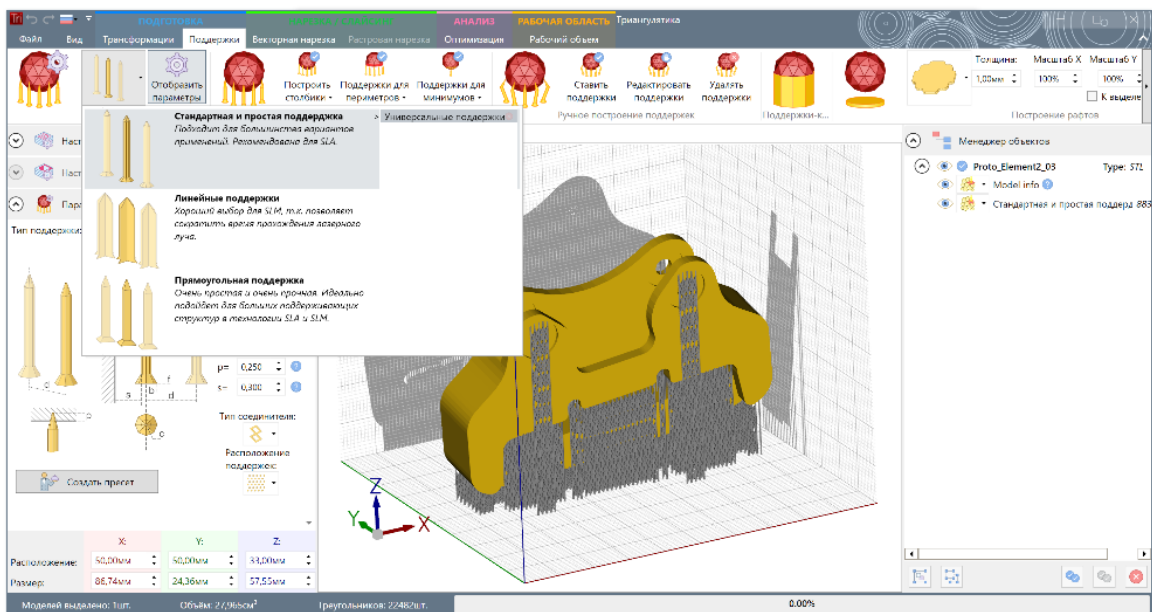
Для создания пресета настроек, оператор нажимает на кнопку  **Создать пресет**, которая расположена в [Окне настроек параметров основных функций](#) основного окна слайсера Triangulatica.



Затем, оператор вводит в открывшееся окно название своего пресета и нажимает кнопку «ОК»:



Для того, чтобы использовать заранее подготовленный пресет, оператор кликает на иконку типа поддержки и выбирает заранее сохраненный пресет:



После выбора пресета, все параметры поддерживающих структур в интерфейсе Triangulatica перезаписываются новыми значениями, сохраненными в этом пресете.

Автоматическая генерация поддержек

Автоматическая генерация поддерживающих структур в Triangulatica позволяет быстро формировать поля поддерживающих структур, осуществлять поддержку висящих элементов объекта (экстремумов объекта) и встраивать поддерживающие структуры по ребрам объекта, обеспечивая качественное воспроизведение углов и ребер. Также, Triangulatica предоставляет средства для построения рафтов.

Все поддерживающие структуры и рафты отображаются в **Менеджере объектов**, как привязанные к объекту элементы для которому они были построены или сгенерированы. Подробнее о отображении

поддерживающих структур в **Менеджере объектов** читайте в разделе [Поддержки](#). Привязанные поддержки могут перемещаться в плоскости поверхности рабочей сцены вместе с объектом. В ряде случаев (вращение, изменение размера или масштабирование, отражение объекта) Triangulatica будет перестраивать поддержки, что потребует некоторого времени, но в большинстве основных случаев, применяются либо очень быстрые корректирующие расчеты, либо скоростные расчеты на GPU, что практически не будет заметно для оператора.

Скоростные расчеты поддерживающих структур на GPU позволяют практически налету строить поля поддержек объектов.

В **Менеджере объектов**, к сгенерированным поддержкам присваивается материал, который был назначен на материнский объект. Материал поддержки может быть изменен в менеджере объекта оператором, что дает возможность серьезно расширить возможности по управлению стратегиями 3D печати.

Поля поддержек-столбиков

Описание функционала по формированию массивов поддержек-столбиков приведено в разделе [Группа Построение столбиковых поддержек](#) настоящего Руководства пользователя, а конфигурирование поддерживающих структур в разделе [Настройка типа и параметров поддержек](#).

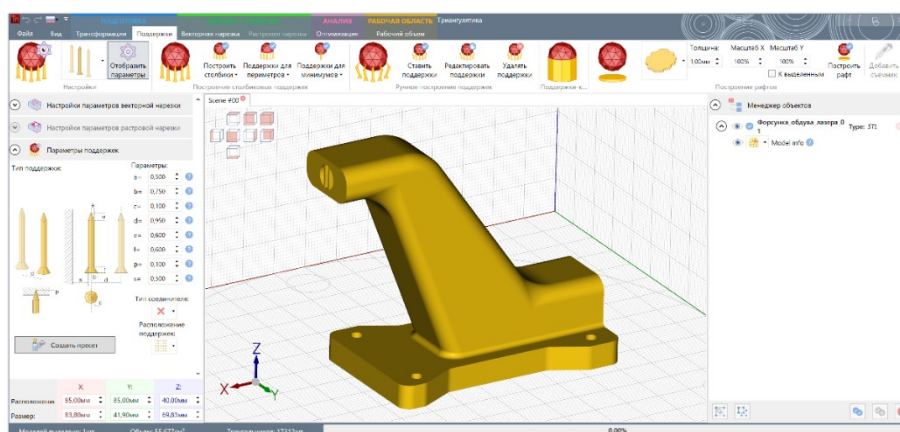
Генерируемые массивы поддержек-столбиков не могут быть отредактированы (частично удалены, перемешены и т.д.) в текущих версиях Triangulatica. В следующих релизах, разработчики предполагают разработку новых функций, которые позволят удалять выбранные поддержки из массива или редактировать другими методами некоторые поддержки.

При решении задачи генерации поддерживающих структур оператор оценивает форму объекта и располагает его на рабочей сцене так, чтобы оптимизировать соотношение времени и качества построения изделия и после этого переходит к этапу генерации поддержек. На этапе генерации поддержек оператор может изменять положение и наклоны объекта, чтобы оптимизировать кол-во поддержек и их топологию, что должно привести к повышению стабильности печати и легкости пост-обработки изделий, отпечатанных аддитивным методом.

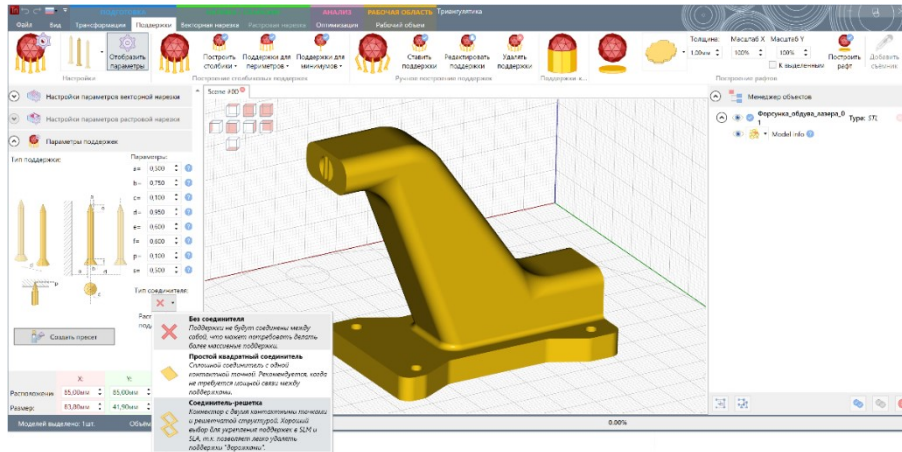
Triangulatica позволяет строить поддерживающие структуры ко всем объектам на рабочем поле, либо только к выделенным. Для этого используется параметр **К выделенным** кнопки интерфейса **Построить столбики** (см. раздел [Группа Построение столбиковых поддержек](#)).

Пример действий по построению поддержек-столбиков

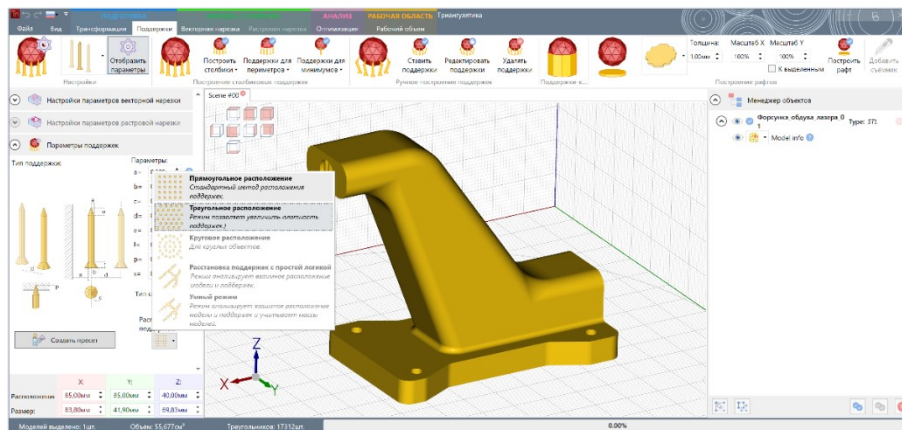
Оператор предполагает напечатать изделие «Форсунка для обдува». Импортированный в Triangulatica объект, располагается в удобном месте рабочего поля.



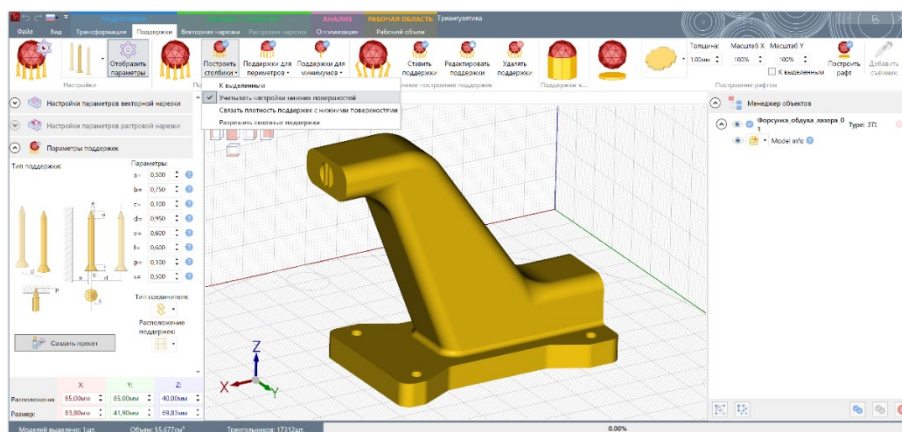
Нижняя поверхность изделия, представляет из себя плоскую поверхность, которая при лазерном сплавлении металла создаст большие напряжения и будет давать нагрузки на поддержки. Поэтому оператор решает соединить поддержки между собой при помощи соединителей (см. раздел [Настройка типа и параметров поддержек](#)). Для этого оператор выбирает соединитель типа **Соединитель-решетка** в разделе **Настройка поддержек**.



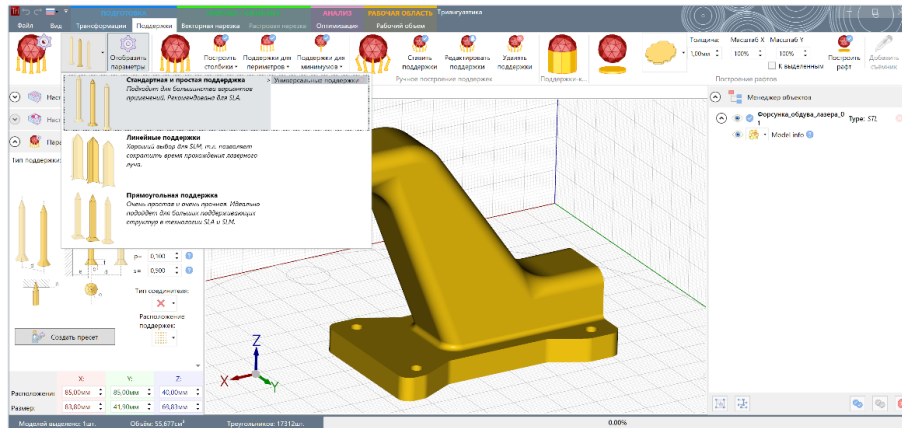
Располагать поддержки оператор решает по треугольнику и для этого он выбирает **Треугольное расположение** поддержек в окне **Настройка поддержек**.



Для того, чтобы у оператора появилась возможность настраивать угол отклонения поверхностей объекта, к которому строятся поддержки, он устанавливает параметр **Учитывать настройки нижних поверхностей**.

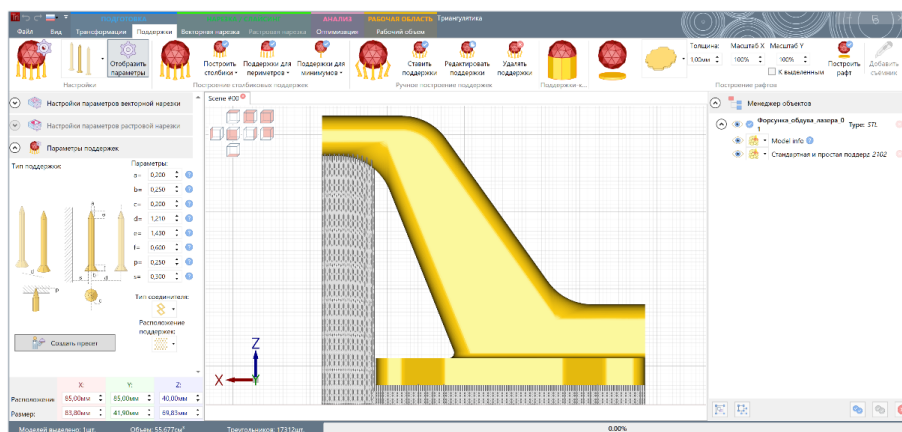


У оператора был создан пресет настроек параметров построения поддержек, который он и выбрал. Подробнее о работе с пресетами поддержек см. в разделе [Работа с пресетами поддержек](#).



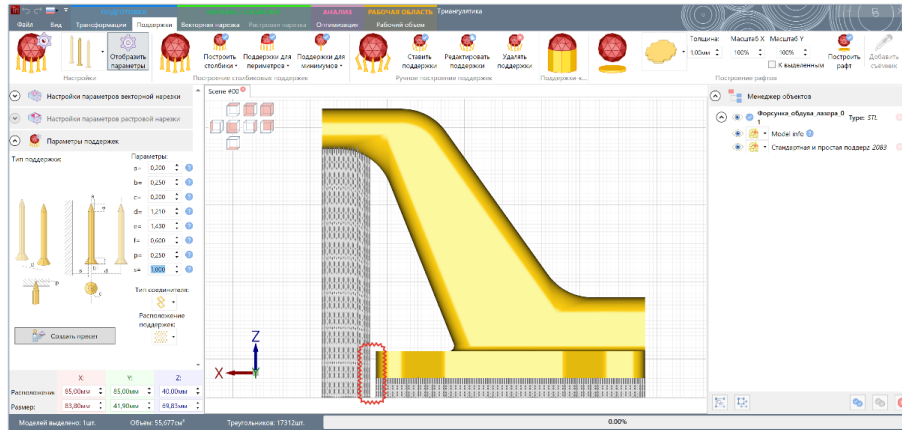
На всю подготовительную работу у оператора ушло несколько секунд и нажатием кнопки **Построить столбики**, оператор генерирует поддержки в автоматическом режиме.

Поддержки построились и оператор переходит к этапу тонких настроек поддерживающих структур. Первое, на что обратил внимание оператор это то, что поддержки носика форсунки очень близко прилегают к фланцу изделия и могу свариться с фланцем, что ухудшит качество вертикальной поверхности фланца.

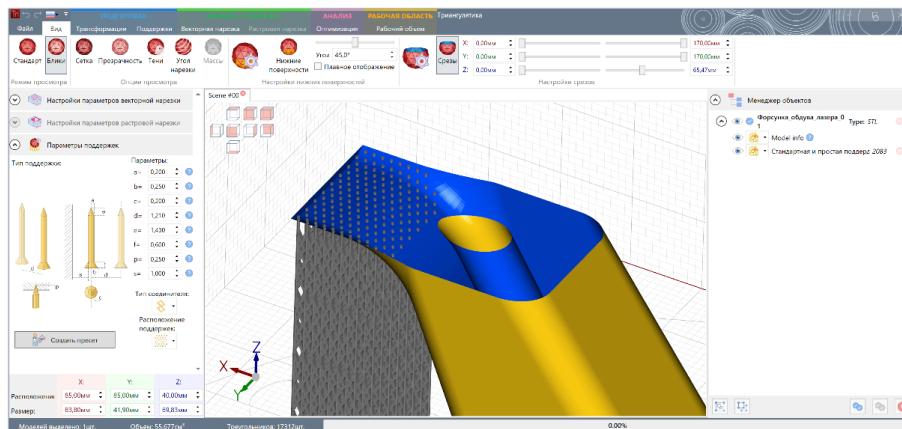


Оператор изменяет параметр s в окне **Настройки поддержек** со значения 0.300 мм на значение 1.000 мм и перестраивает поддержки нажатием кнопки **Построить столбики**.

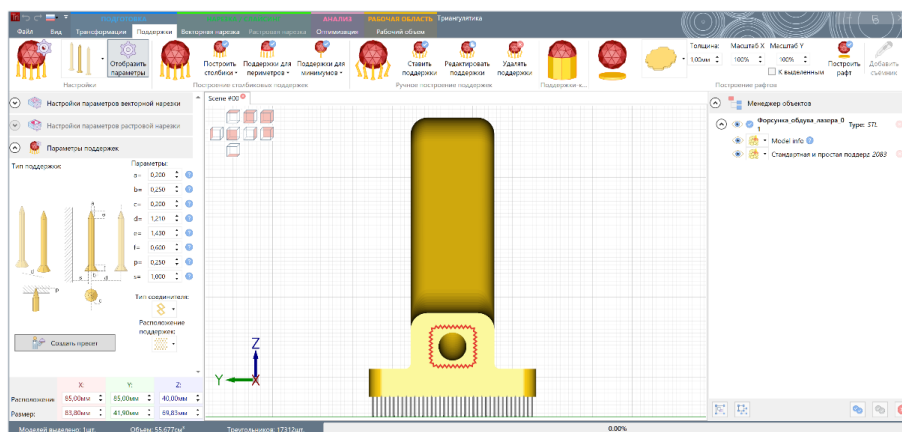
Как было сказано в разделе [Настройка типа и параметров поддержек](#), параметр s обозначает Safety (безопасность) и предназначен для того, чтобы избегать близкого расположения поддержки с телами объектов на рабочей сцене. Увеличивая значение этого параметра, оператор добивается нужного зазора между массивом поддерживающих структур и телом форсункой.



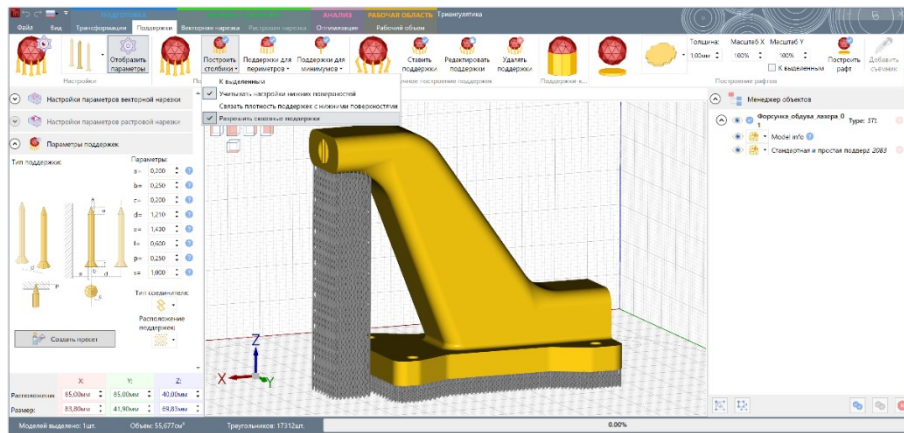
Для того, чтобы проинспектировать глубину проникновения носика поддержек в модель, оператор активирует режим срезов (см. раздел [Группа Настройки срезов](#)) и визуально оценивает проникновение. Triangulatica может быть настроена так, что поддерживающие структуры проникают внутрь модели на определенную глубину и печатаются «врастая» в модель. За эту возможность отвечает параметр p в окне *Настройка поддержек* (см. раздел [Настройка типа и параметров поддержек](#)).



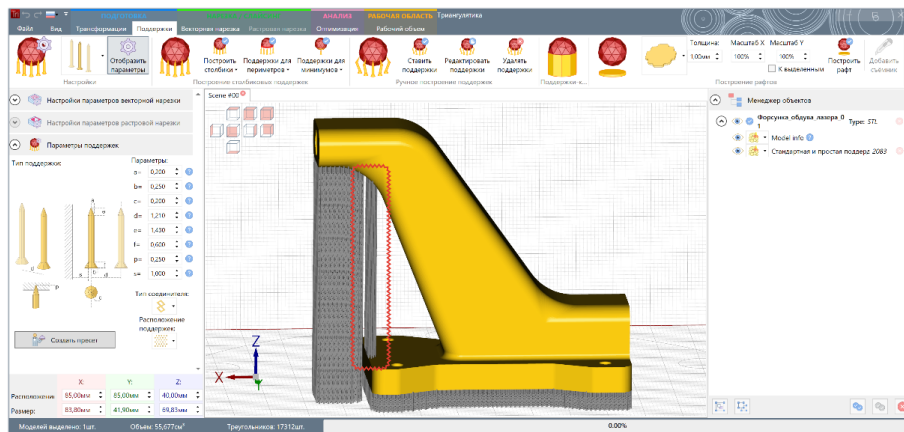
Поворачивая модель, оператор отмечает, что во внутреннем канале объекта, имеющем круглую форму нет никаких поддерживающих структур. Так как канал имеет круглый профиль, то есть риск получить некачественную поверхность и брак на верхнем своде канала.



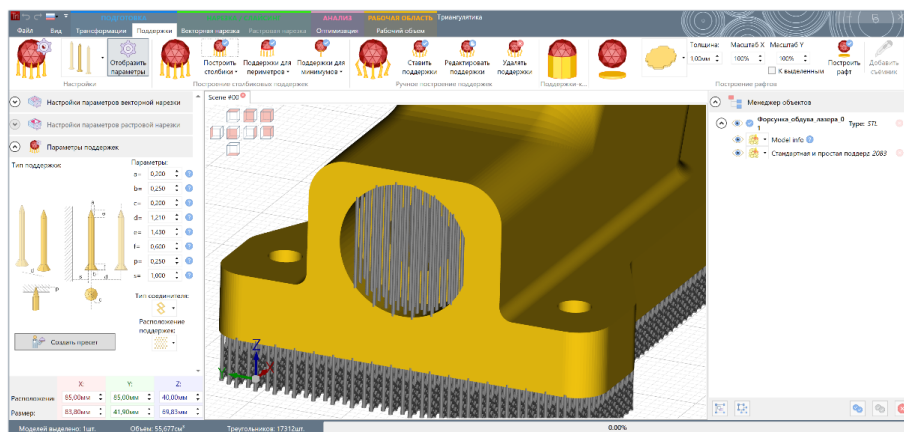
Оператор решает применить опцию *Разрешить сквозные поддержки* кнопки *Построить столбики*.



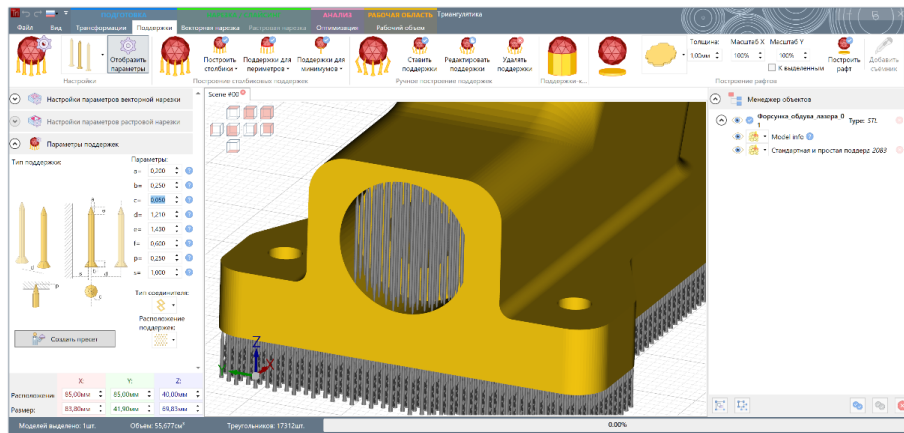
Перестроение поддерживающих структур (по кнопке **Построить столбики**) сгенерировало поддержки, которые соединили части изделия: в круглом канале построились поддержки, а вместе с ними выстроились поддержки к частям модели, которые ранее не были поддержаны. Автоматически генерируемые поддержки между частями объекта строятся в Triangulatica только при включенной опции **Разрешить сквозные поддержки**.



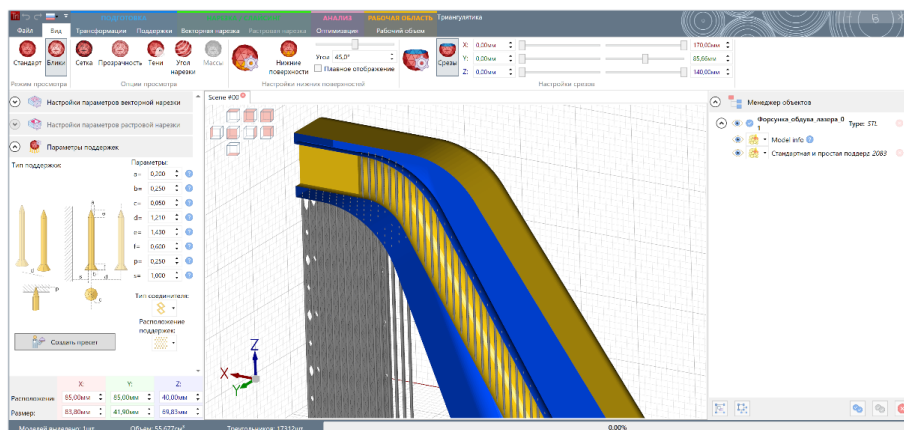
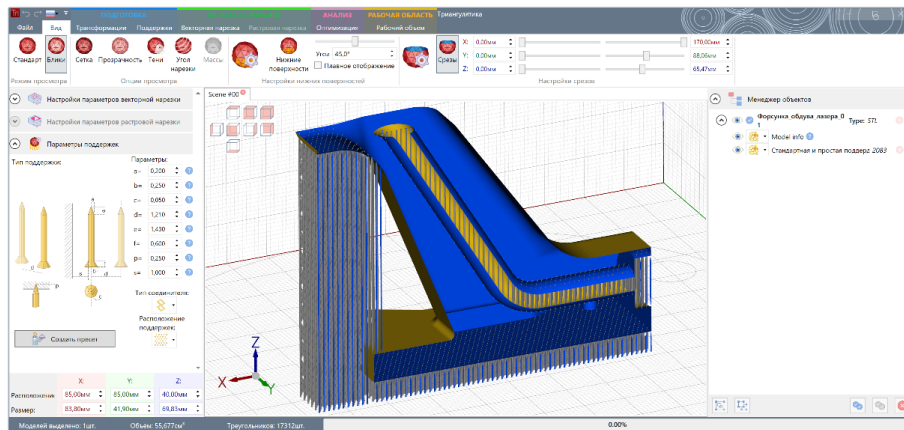
Изучая, как построились поддержки к внутреннему каналу, оператор увидел, что носик поддержек не сужается при входе в модель, что усложнит удаление этих поддержек на этапе постобработки.



Оператор изменяет параметр c и переставляет поддержки. Теперь поддерживающие структуры имеют утоньшение в частях контакт с моделью и могут быть легче удалены.



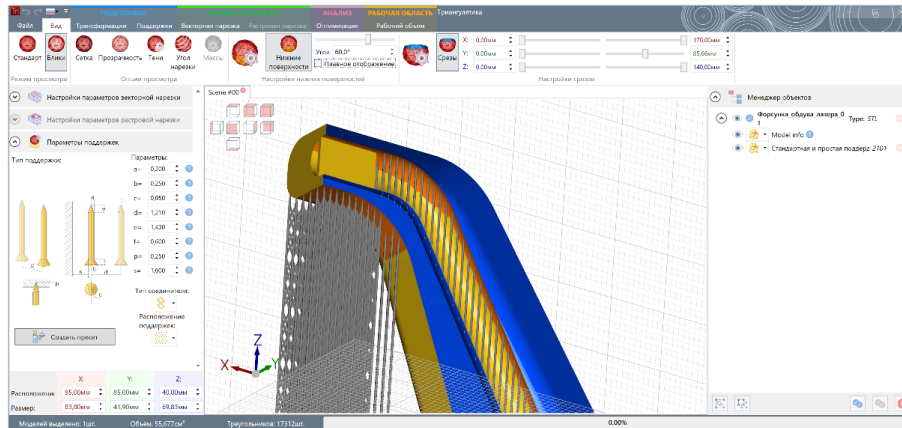
Продолжая инспектирование модели в режиме **Срез**, оператор обнаружил, что и в наклонном канале форсунки Triangulatica построила поддержки. Так как внутренний канал форсунки имеет искривлённую форму, то это вызовет проблемы при удалении внутри этого канала поддержек после поворота канала. Изделие предназначено для обдува воздухом ответственного элемента и поэтому оператор не может допустить, чтобы остатки поддержек сохранились в канале и потом вылетали при эксплуатации прибора.



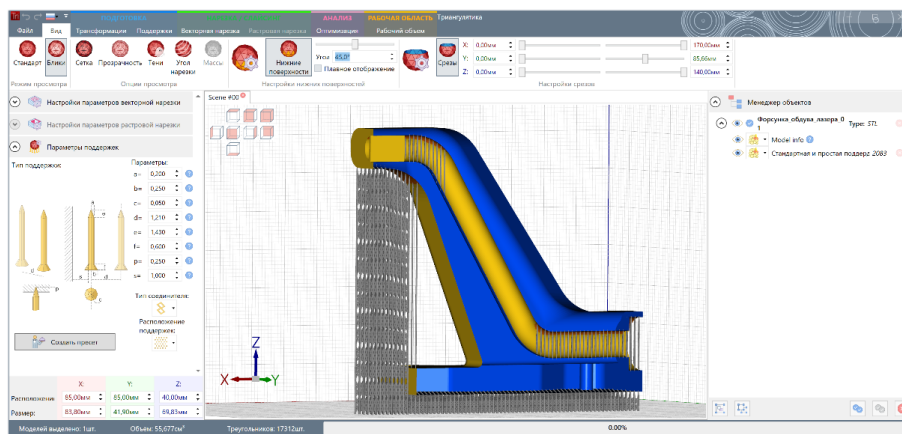
Оператор расположил изделие так, что наклонная часть канала будет печататься «по восходящей» и можно не беспокоиться за его верхние своды – они отпечатаются, т.к. имеют допустимый угол относительно рабочего стола.

Активировав режим отображения **Нижние поверхности**, оператор видит, что поверхности, которые имеют угол отклонения менее указанного окрасились в оранжевый цвет. Это именно те поверхности

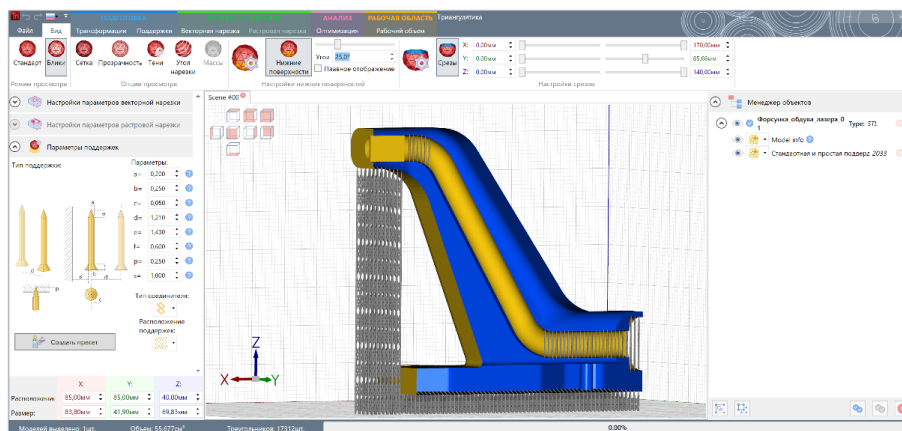
объекта, к которым будут достраиваться поддерживающие структуры. Подробнее в пункте **Параметры угла поверхностей** в разделе **Группа Режим просмотра**.



Уменьшив параметр **Угол** группы меню **Настройки нижних поверхностей** до значения отклонения от поверхности стола в 45 градусов, оператор добился того, что канал освободился от поддержек. Разумеется, некоторые поддержки остались, но остались именно те, которые категорически необходимы при построении верхнего свода внутреннего канала.

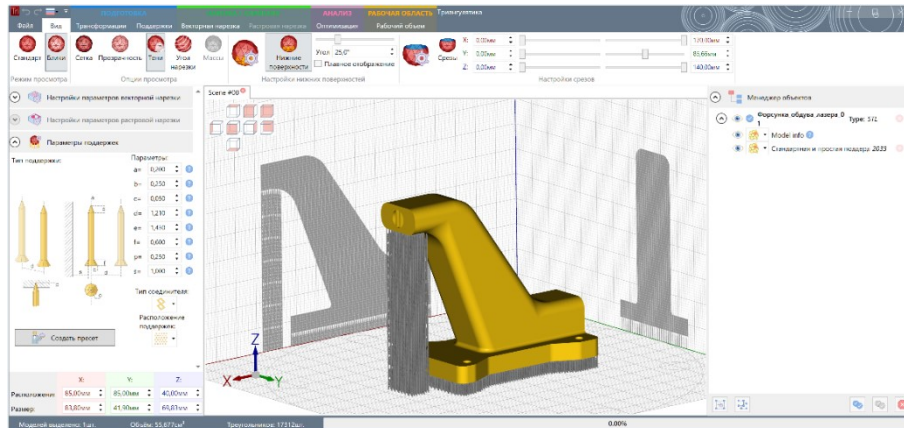


Зная, что металл из которого идет построение, обеспечивает стабильное качество печати поверхностей с отклонением 25 градусов, оператор в следующем своем шаге выставляет параметр Угол в значение 25 градусов, что еще больше сокращает кол-во столбиков поддерживающих структур.

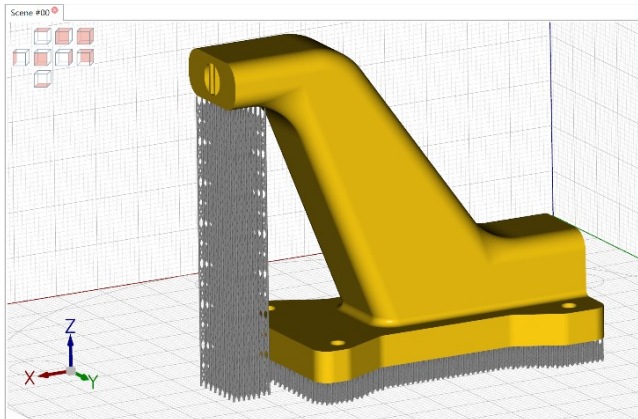


В режиме отображения **Тени** (раздел **Группа Режим просмотра**), оператор смотрит на модель и убеждается в том, что соединители между поддержек построены в линию, что позволит легко снять

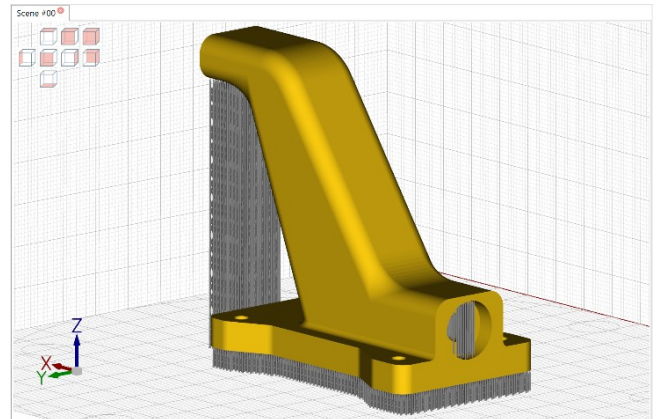
изделие с рабочей платформы 3D принтера, поочередно удаляя (отламывая или спиливая) связанные линейки поддерживающих структур.



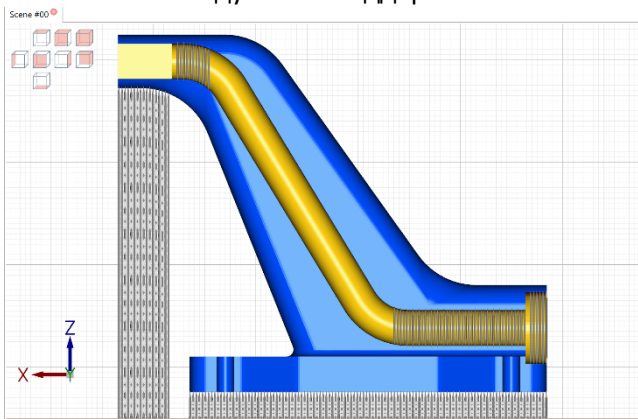
Завершив построение поддерж оператор визуально оценивает результат:



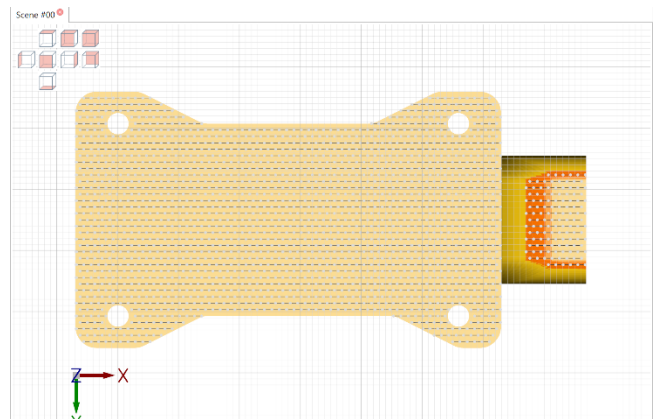
Построился необходимый минимум связанных между собой поддерж.



В канале построены поддержки к критическим плоскостям.



Отсутствуют избыточные поддержки в канале.



Нижняя плоскость объекта поддерживается связанными поддержками.

Поддержки периметров

Улучшить качество построения ребер плоско расположенных изделий можно при помощи поддержек, направленных в ребра. Для решения этой задачи в Triangulatica присутствует функция построения **Поддержки для периметров**.

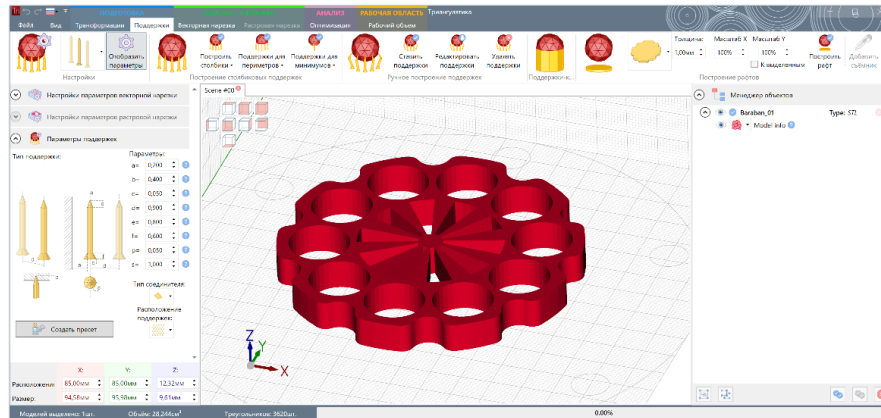
Функция генерирует поддерживающие редактируемые поддержки-столбики к ребрам объекта.

Описание функционала по генерации поддержек для периметров приведено в разделе [Группа Построение столбиковых поддержек](#) (подраздел *Поддержки для периметров*) настоящего Руководства пользователя, а конфигурирование поддерживающих структур в разделе [Настройка типа и параметров поддержек](#).

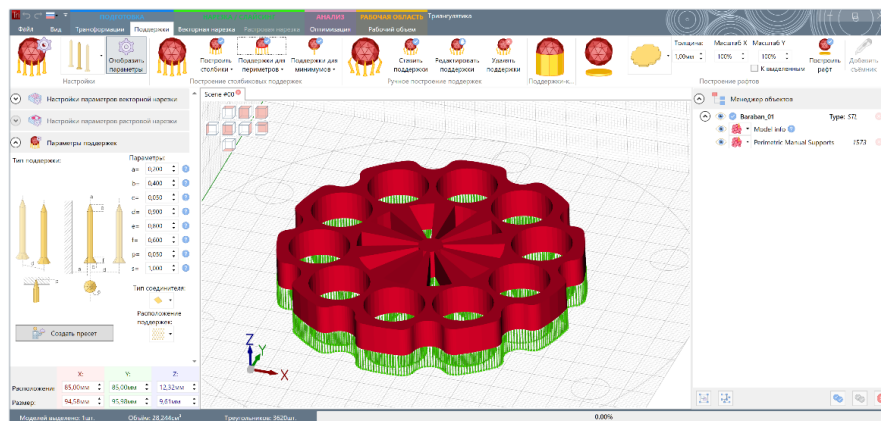
Triangulatica позволяет строить поддерживающие структуры ко всем объектам на рабочем поле, либо только к выделенным. Для этого используется параметр **К выделенным** кнопки интерфейса *Поддержки для периметров* (см. раздел [Группа Построение столбиковых поддержек](#)).

Пример действий по построению поддержек периметров

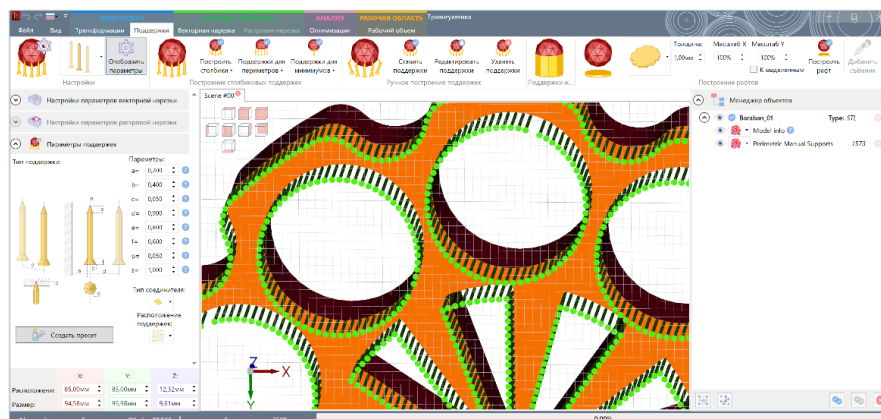
Загруженный на рабочую сцену объект, оператор располагает в удобном месте.



При помощи кнопки *Поддержки для периметров* оператор генерирует поддержки для ребер изделий, предварительно определив параметры в окне *Настройки поддержек* или выбрав готовый пресет.

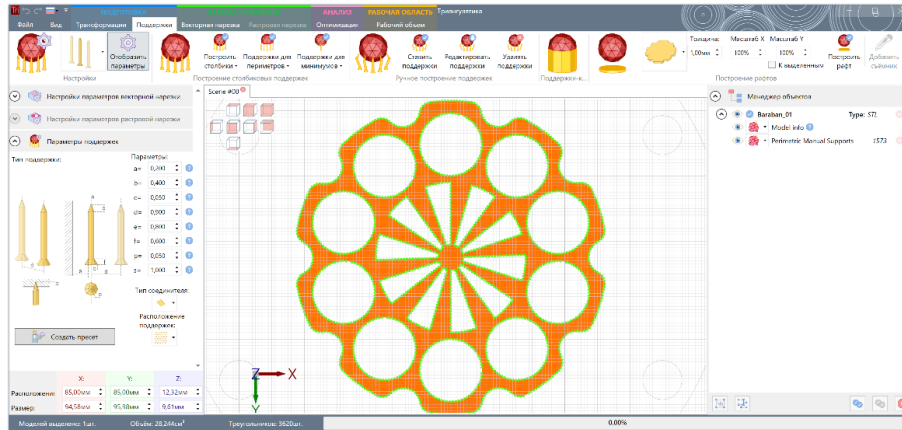


При увеличении объекта, оценивается качество и форма сгенерированных поддержек.

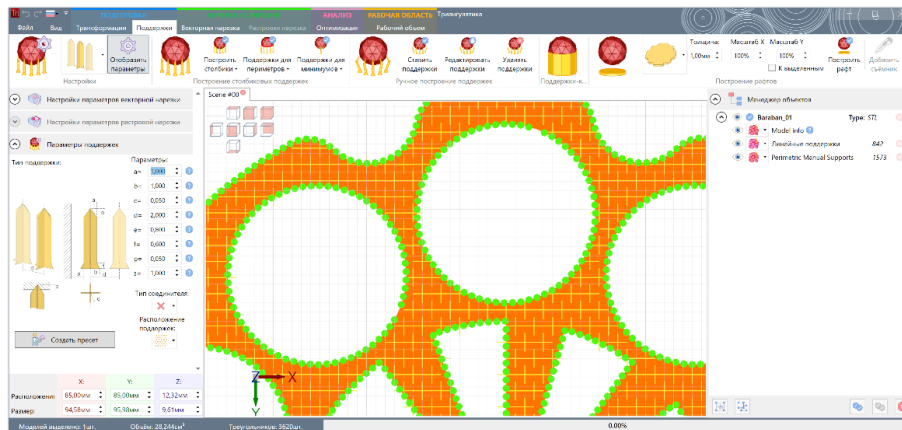


На этом этапе, оператор видит, что все поддерживающие структуры сформировались правильно и можно продолжить работу с построением поддержек.

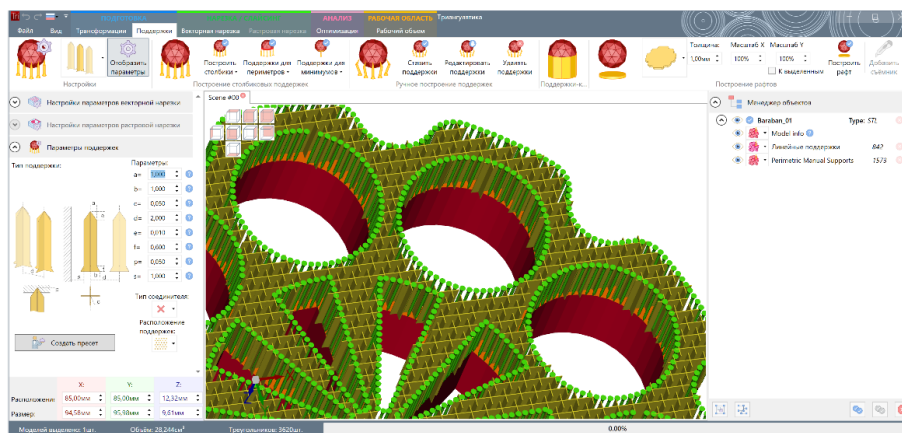
При подготовке этого задания для печати, оператор решает использовать линейные поддержки, чтобы обеспечить усиленную связь изделия с рабочим столом и минимизировать кол-во «мостов» между поддержками.



Построение линейных поддержек к нижней плоскости объекта осуществляется при помощи описанного выше функционала генерации **Поддержки-столбики**. При этом, оператор обратил внимание на то, что параметр e (высота носика поддержек) установлен в значение 0.800 мм, что приведет к тому, что модель не будет опираться на весь крестовой профиль поддержки.



Изменив параметр e (высота носика поддержки) на значение 0.010 мм оператор получил возможность «положить» объект на весь профиль поддержки. Поддержки перестраиваются оператором.



Перед началом нарезки (слайсинга) изделия, оператор проводит финальную инспекцию подготовленных к печати объектов отключая в менеджере объектов отображение линейных поддержек. При этом оператор видит только поддержки периметров изделия.



Затем оператор отключает отображение поддержек периметров, чтобы посмотреть на то, как выглядит массив поддержек-столбиков и качественно ли профиль поддержек прилегает к модели.



Убедившись, что все поддерживающие структуры построены в соответствии с замыслом, что поддержки качественно удерживают изделие, обеспечивая малы зазоры под «мосты», оператор включает отображение всех поддерживающих структур, сохраняет сцену и переходит к слайсингу ([нарезке](#)) рабочей сцены.



Поддержки экстремумов

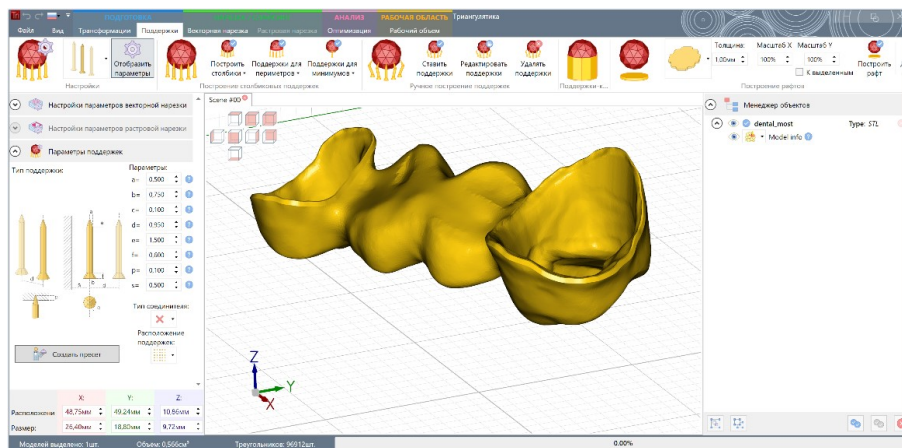
При аддитивном производстве изделий, важно обеспечивать поддержки к «висящим» элементам (или экстремумам объекта, или минимумы объекта) – частям объекта, которые при послойном построении появляются в слоях нарезки, но не связаны с другими частями объекта. Для детекции этих частей объекта на рабочей сцене и построения к ним поддержек в Triangulatica существует функция **Поддержки для минимумов**.

Кнопка (функция) **Поддержки для минимумов** генерирует поддерживающие редактируемые поддержки-столбики к ребрам объекта.

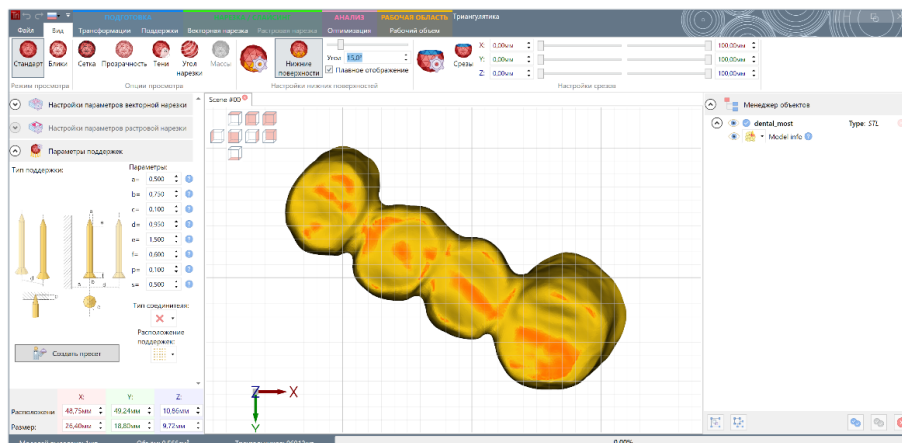
Описание функционала по генерации поддержек экстремумов объекта приведено в разделе [Группа Построение столбиковых поддержек](#) (подраздел **Поддержки для минимумов**) настоящего Руководства пользователя, а конфигурирование поддерживающих структур в разделе [Настройка типа и параметров поддержек](#).

Triangulatica позволяет строить поддерживающие структуры ко всем объектам на рабочем поле, либо только к выделенным. Для этого используется параметр **К выделенным** кнопки интерфейса **Поддержки для минимумов** (см. раздел [Группа Построение столбиковых поддержек](#)).

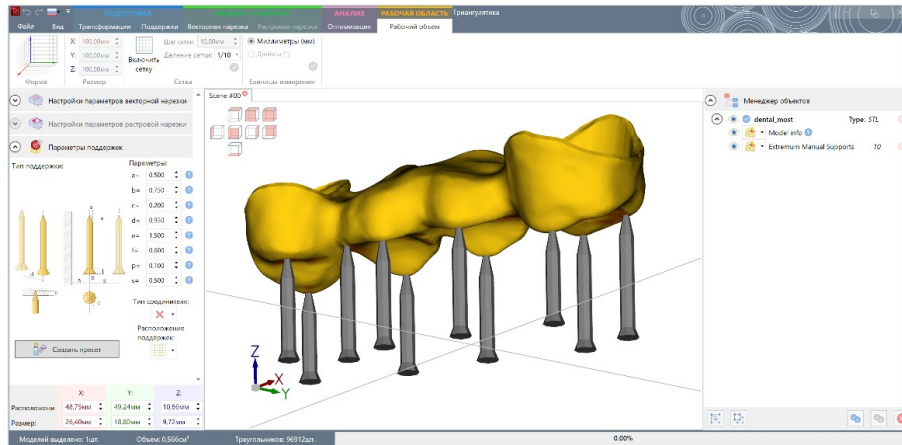
Часто применять поддержки экстремумов требуется при изготовлении оснований зубных протезов. Оператор загрузил готовую модель изделия на рабочий стол 3D принтера **SLM Малыш**.



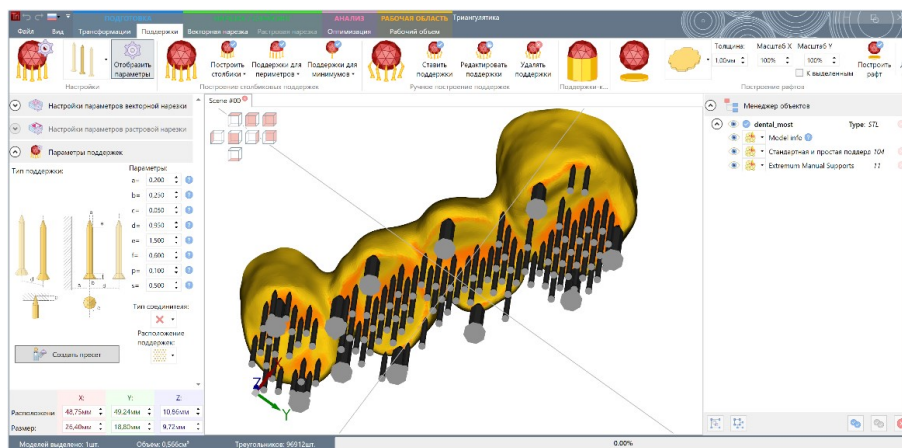
Активировав функцию отображения нижних поверхностей, оператор визуально оценил расположение смотрящих вниз поверхностей (они потребуют дополнительных поддержек) и незначительно вращая изделие вдоль осей X и Y добивается минимизации площадей направленных вниз поверхностей. Это требуется для того, что уменьшить пост-обработку изделия после печати и сохранить его форму.



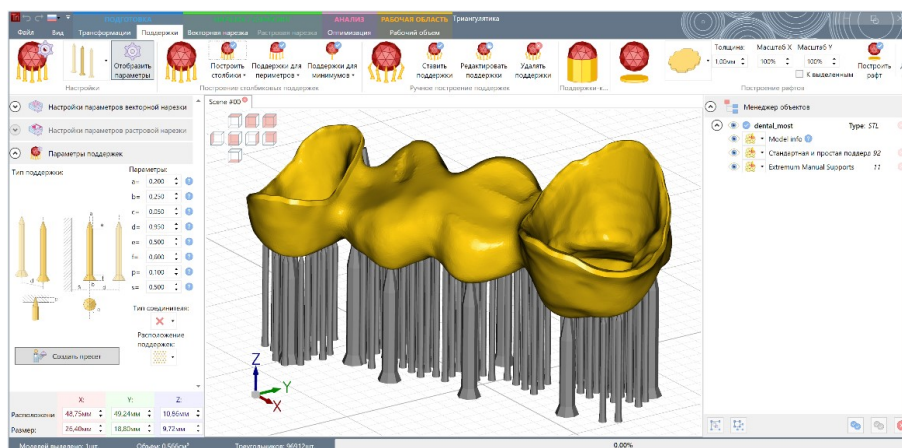
К экстремумам протеза оператор решил построить поддержки большего диаметра, чтобы они стали надежными фундаментами для ответственных частей протеза, которыми и являются «висящие» части изделия. Изменяя параметры поддержек (или используя готовый пресет) оператор устанавливает требуемые радиусы поддерживающих структур и нажимает кнопку **Поддержки для минимумов**, чтобы построить нужные поддержки.



Мощные поддержки минимумов основания протеза оператор дополняет тонкими поддержками для смотрящих вниз поверхностей. Подробно процесс генерации массивов поддержек-столбиков был описан выше в разделе [Поля поддержек-столбиков](#).



Проведя финальную визуальную инспекцию протеза, оператор [запускает расчет нарезки](#) изделия для последующей печати на 3D принтере **SLM Малыш**.



Ручное установка/редактирование и удаление поддержек

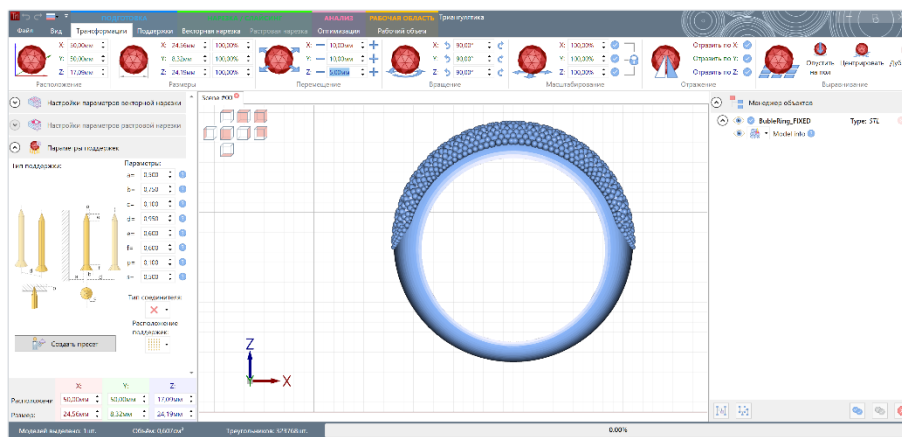
Группа меню Triangulatica **Ручное построение поддержек** позволяет строить поддерживающие редактируемые поддержки-столбики в ручном режиме.

Описание функционала по ручному построению поддержек описано в разделе [Группа Ручное построение поддержек](#) настоящего Руководства пользователя, а конфигурирование поддерживающих структур в разделе [Настройка типа и параметров поддержек](#).

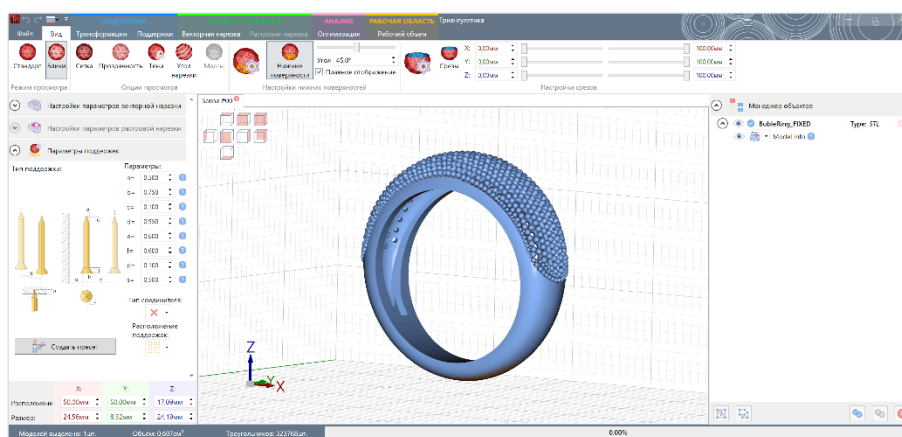
Пример действий по построению поддержек в ручном режиме

Установка поддержке в ручном режиме может применяться, когда другие методы автоматического построения не продемонстрировали нужной эффективности или не способны учитывать требования к форме и кол-ву поддерживающих структур. Типичным примером может быть ювелирное производство, где кроме технологических требований по построению изделий, есть еще и эстетическая сторона производственного процесса, которая связана с тем, что оператор должен избегать установок поддержек к мелким элементам изделия, крапанам и т.д.

Оператор загружает модель кольца, размещает ее на рабочем поле.

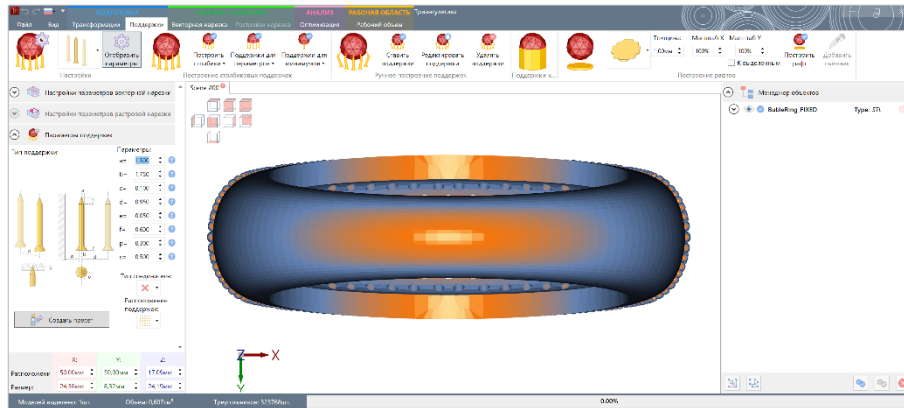


Вращая модель, оператор изучает топологию изделия, чтобы определить план действий и места на корпусе кольца к которым потребуется подводить поддерживающие структуры.



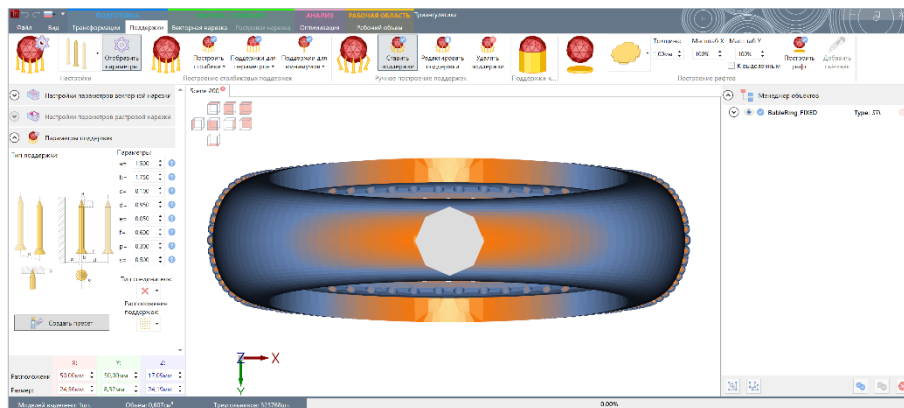
Для упрощения визуальной оценки частей изделия, которые могут быть напечатаны с дефектами (в основном это: висящие поверхности, тонкие элементы, элементы имеющие критические уклоны к плоскости рабочего стола) оператор активирует режим отображения нижних поверхностей. Подробнее об этом режиме в разделе [Группа настройки нижних поверхностей](#). Изменяя угол отображения нижних поверхностей со включенной опцией сглаживания отображения нижних поверхностей, оператор может видеть, как много в изделии рискованных зон и какого размера эти зоны.

Переключив проекцию просмотра на **Вид снизу**, оператор выбирает место, куда он установит основную поддержку изделия, которая в будущем будет выполнять функцию литника для изделия. Оператор конфигурирует параметр диаметра этой поддержки-литника.

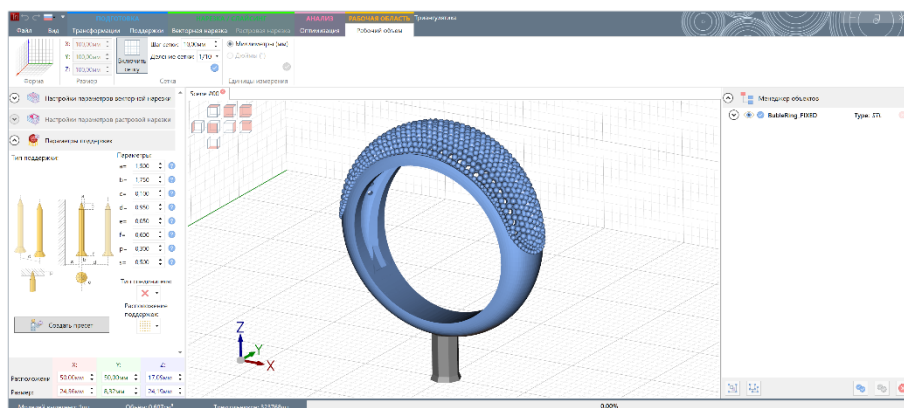


Режим установки ручных поддержек активируется нажатием кнопки-триггера **Ставить поддержки**. Подробное о режиме **Ставить поддержки** читайте в разделе [Группа Построение столбиковых поддержек](#).

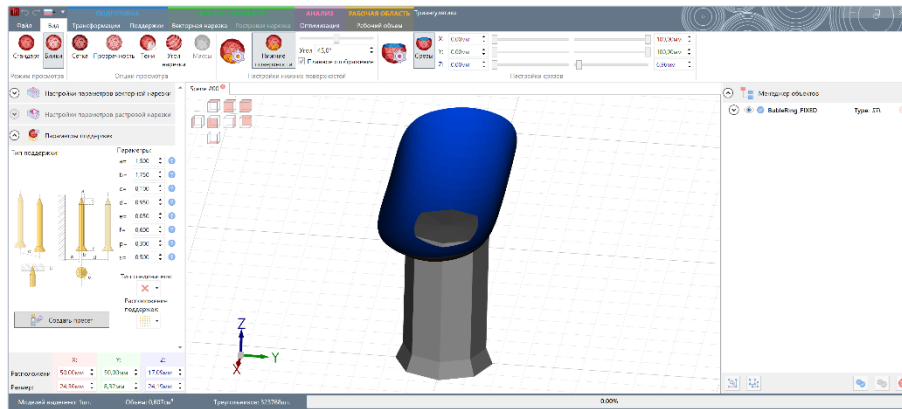
Оператор кликает мышью по точке на поверхности кольца в которую должна построиться поддержка. Triangulatica строит одну поддержку согласно параметрам конфигурации в окне **Настройка поддержек**, где оператором ранее был задан параметр a (радиус тела поддержки) равный 1,500 мм.



Вращая модель, оператор изучает внешний вид поддержки и оценивает ее функциональные качества. В режиме **Ставить поддержки** Triangulatica генерирует редактируемые поддерживающие структуры, части которых (тело, основание) можно передвигать мышью в режиме **Редактировать поддержки**.



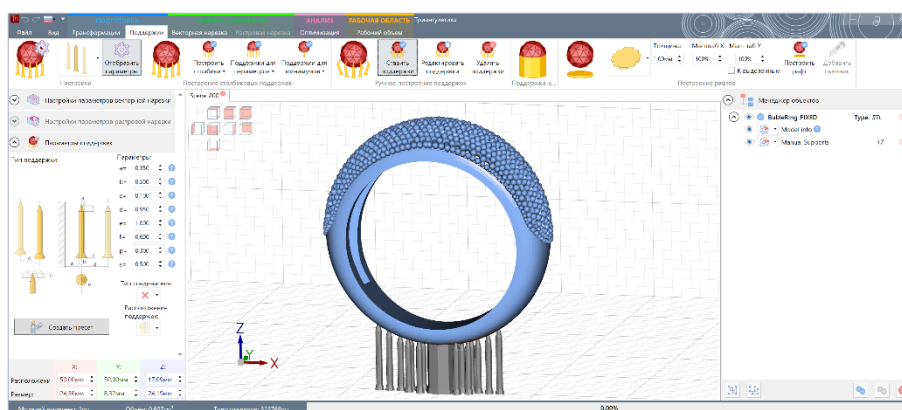
В режиме отображения Срезы [Группы Настройки срезов](#) оператор смотрит как поддержка проникла в изделие. Оператор в окне **Настройки поддержек** задавал параметр p (проникновение) равное 0.0300 мм и параметр e (высота носика поддержки) равное 0.050 мм, поэтому носик поддержки практически отсутствует и полностью погружен в модель.



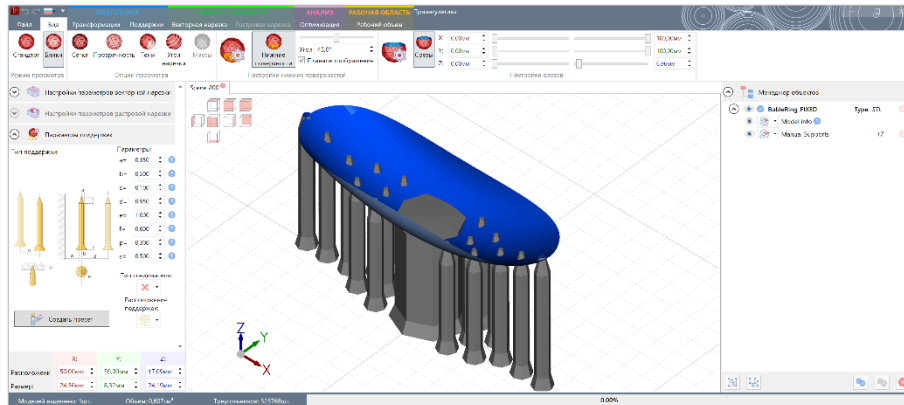
Оператор решает подстраховаться и поставить дополнительные поддержки к смотрящим вниз поверхностям кольца, которые окрашиваются оранжевым цветом, когда в меню [Вид](#) интерфейса Triangulatica активирован режим [Нижние поверхности](#). Для установки поддержек меньшего диаметра, оператор меняет параметр a (радиус поддержки) на значение равное 0.350 мм, параметр b (радиус основания поддержки) на значение 0.500 мм, параметр e (высота носика поддержки) на значение 1.000 мм и несколько раз последовательно кликает мышкой по тем частям поверхности кольца, где должны быть построены поддержки.



Результат построения дополнительных тонких поддержек оператор изучает, вращая сцену с кольцом. На сцене видно, что теперь носик у поддержек стал длиннее и при удалении поддержки, именно в этом месте она легко отломится от изделия.

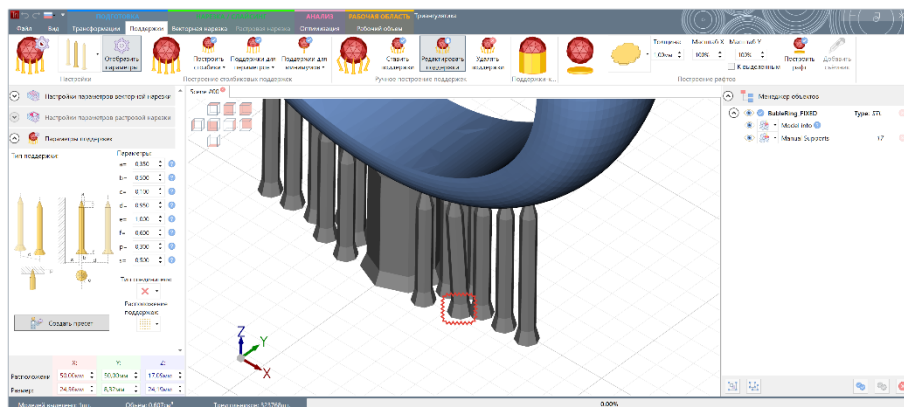


Можно дополнительно убедиться в том, что форма носика поддержки изменилась, изучая кольцо в разрезе.

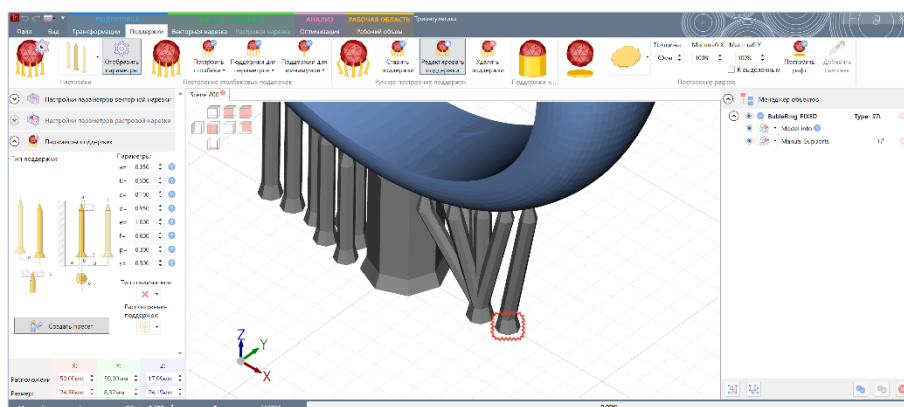


Оператор решает немного изменить поддерживающие построенные в ручном режиме поддерживающие структуры, отредактировав их форму. Для этого оператор переходит в режим редактирования поддержек, активировав кнопку-триггер **Редактировать поддержки**.

В режиме редактирования поддержек оператор мышкой может передвигать основания поддержек или тела поддержек. Удерживая мышкой основание поддержки, оператор передвигает ее.

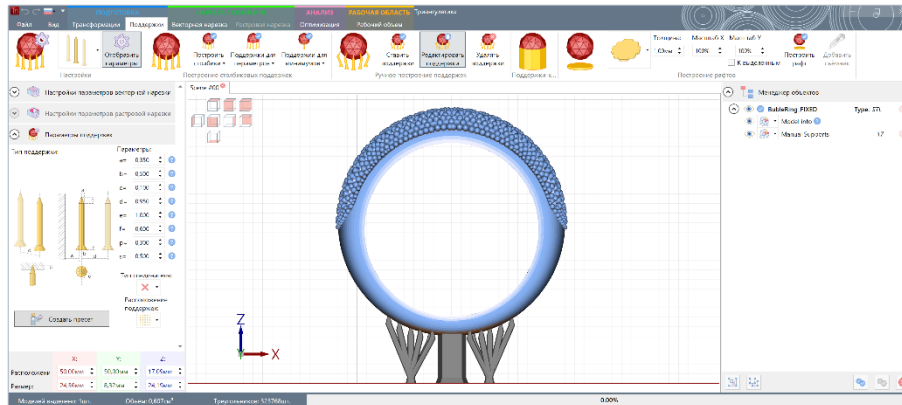


Повторяя эту операцию, оператор собирает все основания тонких поддержек в одну точку, чтобы рост всей группы поддержек начинался из одного основания.

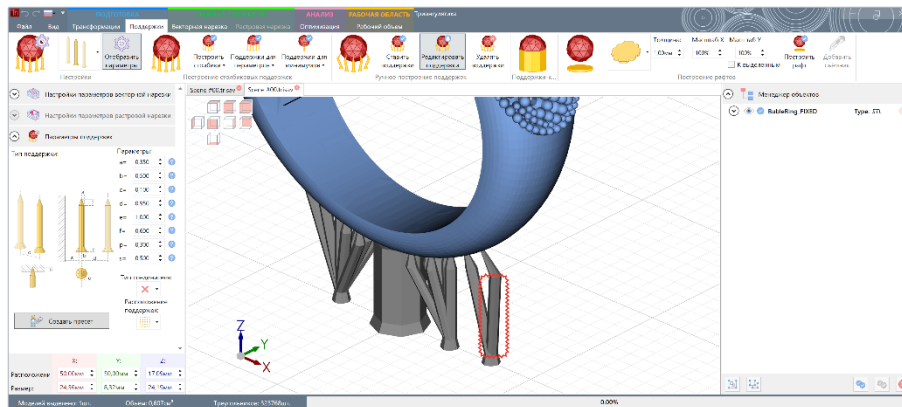


Такие же манипуляции оператор проводит и со второй группой поддержек шинки (обода) кольца. За счет этих действий, оператор достигает задачи более легкого отрыва поддерживающих структуры от дна ванным при печати первых слоев, немного экономит на материале и формирует структуры, которые

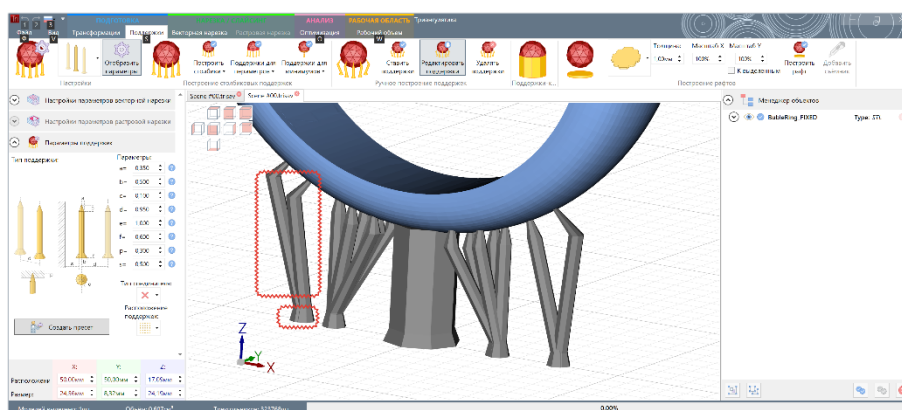
потом будет быстрее отделять от изделия, отламывая сразу весь куст поддерживающих структур от корпуса кольца.



Визуально оценив изделие, оператор решает немного уменьшить угол наклона крайних поддержек, выделив их в отдельные группы. Для этого оператор удерживает мышкой тело поддержки (в прошлый раз оператор двигал только основание поддержки) и перемещает тело поддержки в нужную точку.



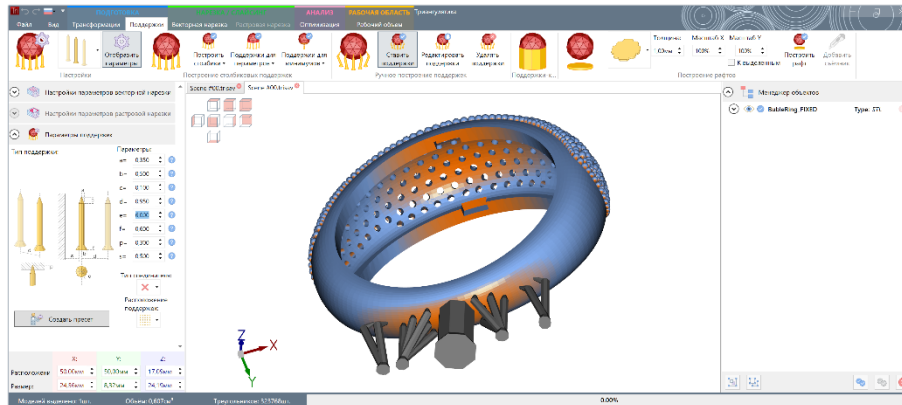
Аналогичные действия оператор проводит и со второй группой поддержек. В этот раз для перемещения поддержек оператор использует и перемещение и основания и тела поддержки.



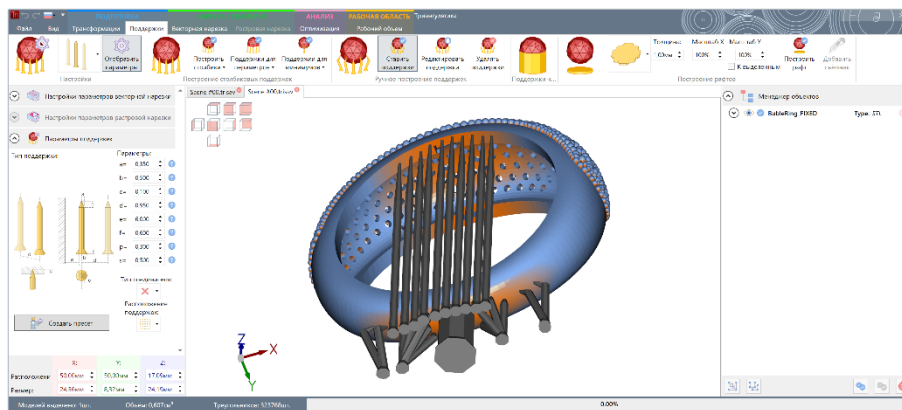
Оператор визуально оценивает результат и переходит к другим этапам подготовки изделия к аддитивному производству.

Завершив с поддержками нижней части шинки (обода) кольца, оператор приступает к установке поддержек в верхней части шинки. В этот раз оператор решает построить древовидные поддерживающие структуры двух типов.

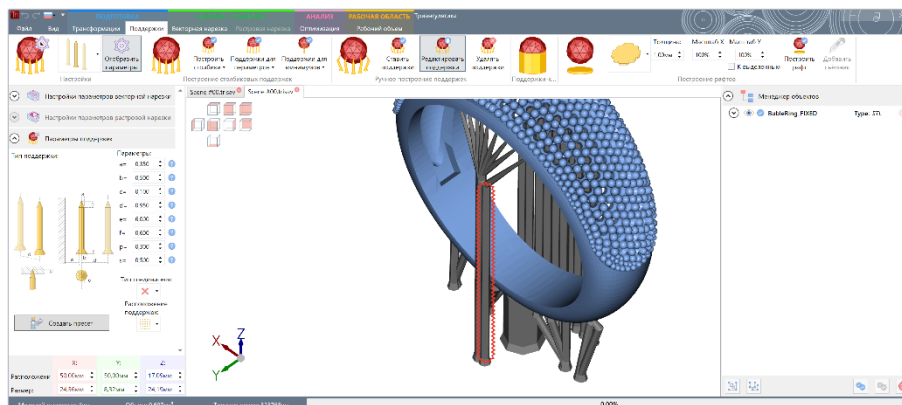
Для первого типа поддерживающих структур оператор выставляет параметр e (длина носика поддержки) в значение 6.000 мм.



В режиме **Ставить поддержки** оператор расставляет поддерживающие структуры к верхнему ободу кольца.



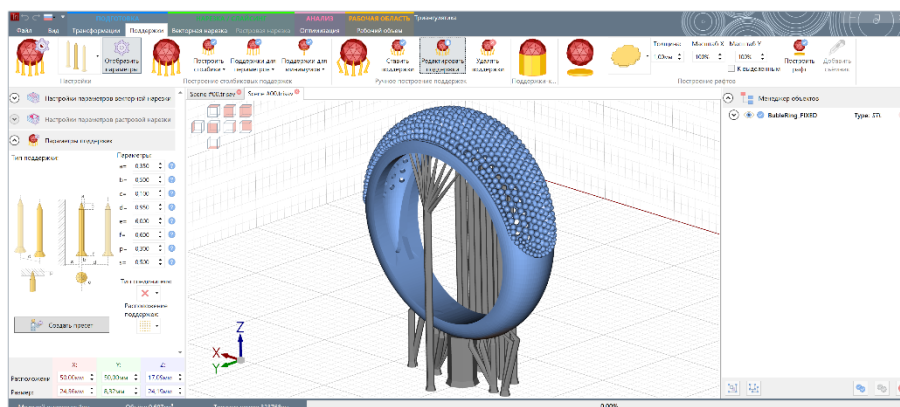
С одной стороны кольца оператор собирает поддержки в одну точку, перемещая тело поддержки, формируя древовидную структуру с единым телом и основанием.



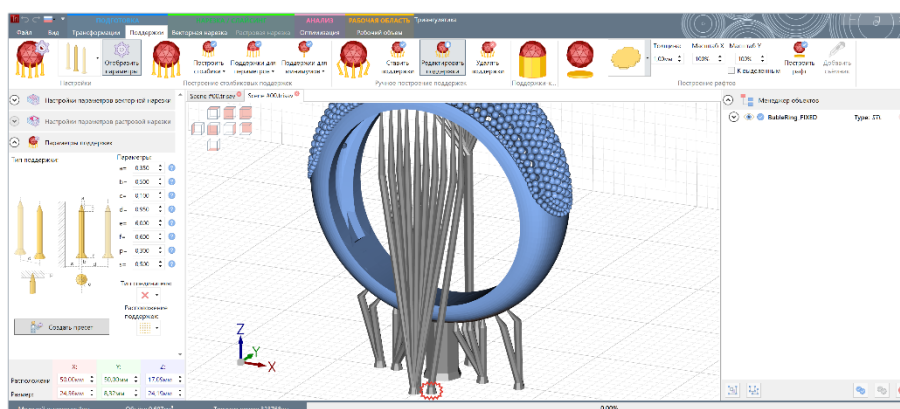
Таким образом, при аддитивном построении этой части поддержек будет построен один длинный и прочный (за счет своей толщины) «ствол» древовидной поддерживающей структуры, который за 6 мм до обода кольца разделится на несколько ветвей, каждая из которых будет поддерживать собственную зону кольца.

При передвижении тела поддержки, оно сохраняет свое направление (в данном случае поддержка вертикальная). Так как точка контакт носика поддержки объекта на рабочей сцене остается

фиксированной и не изменяется при перемещении тела поддержки, то у поддержки изменяется только угол наклона самого носика.

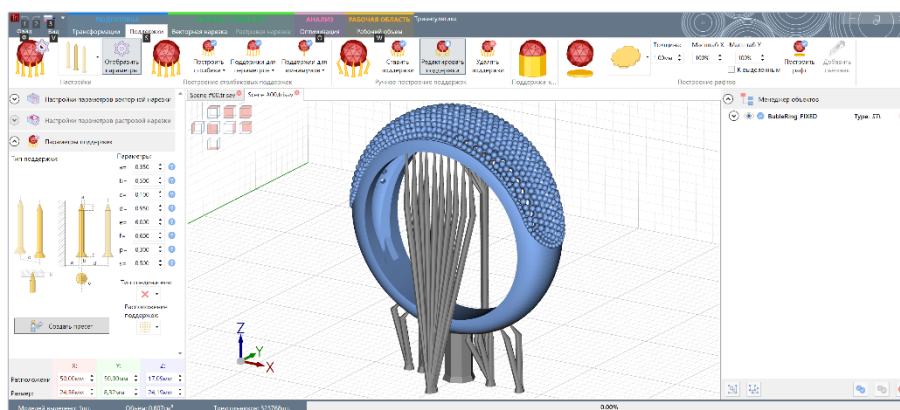


С другой стороны кольца, оператор передвигает только основание поддержки, формируя своеобразный «куст» из поддерживающих структур.



Эта поддерживающая структура имеет единое основание и множество отдельных тел, направленных к носикам. При передвижении основания поддержки уже меняется только наклон тела поддержки, а форма и направление носика поддержки остается неизменным. В данном случае, наклонные тела поддержек переходят в вертикально направленный носик.

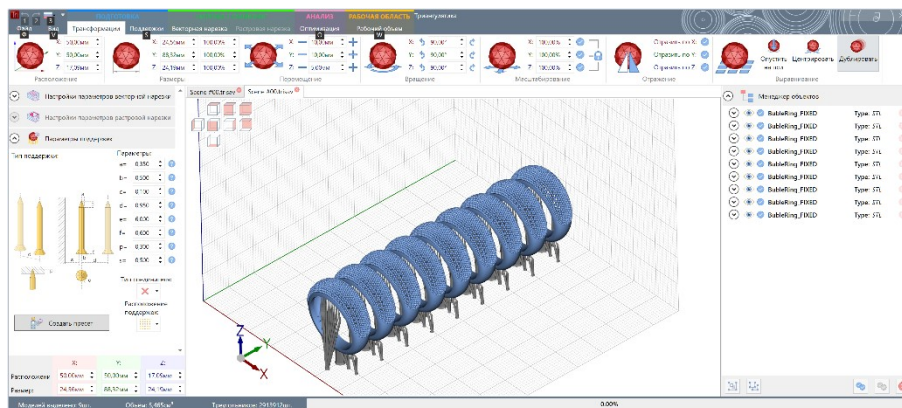
Комбинируя методы построения древовидных поддержек можно достигать отличных результатов в задаче формирования древовидных поддерживающих структур.



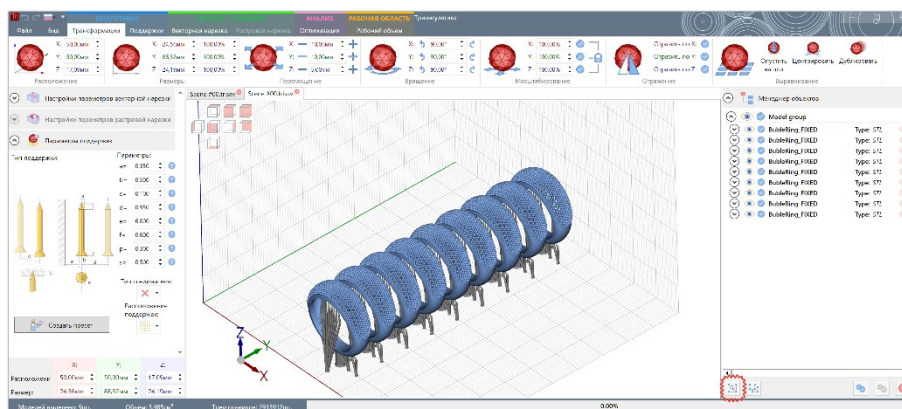
Кольцо готово к печати и оператор переходит к дублированию экземпляров колец, чтобы занять изделиями все доступное пространство рабочего стола 3D принтера. Для этого при помощи кнопки **Дублировать** в меню **Трансформации** интерфейса Triangulatica оператор создает 8 копий кольца,

которые распределяет по оси Y рабочей сены, используя функции перемещений изделий из раздела меню [Группа Перемещение](#).

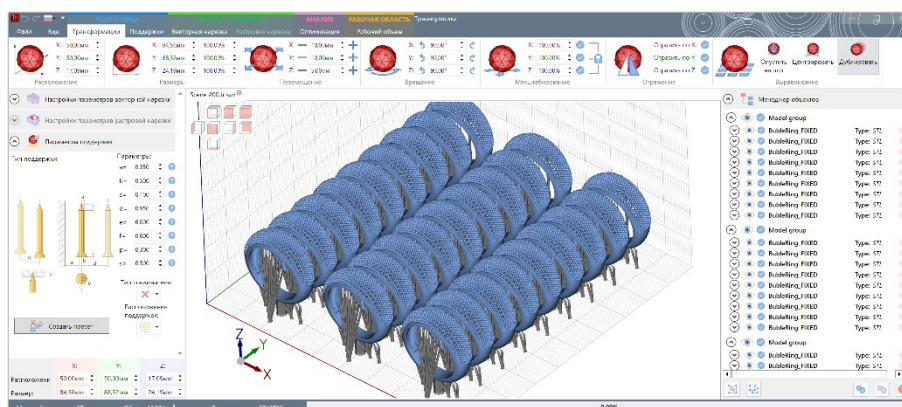
Новые объекты отражаются в **Менеджере объектов**.



При помощи кнопки **Сгруппировать**, оператор объединяет все 9 изделий в одну группу. Это делается для упрощения дальнейших действий с изделиями, т.к. теперь оператор сможет оперировать со всеми изделиями, как с одним объектом.

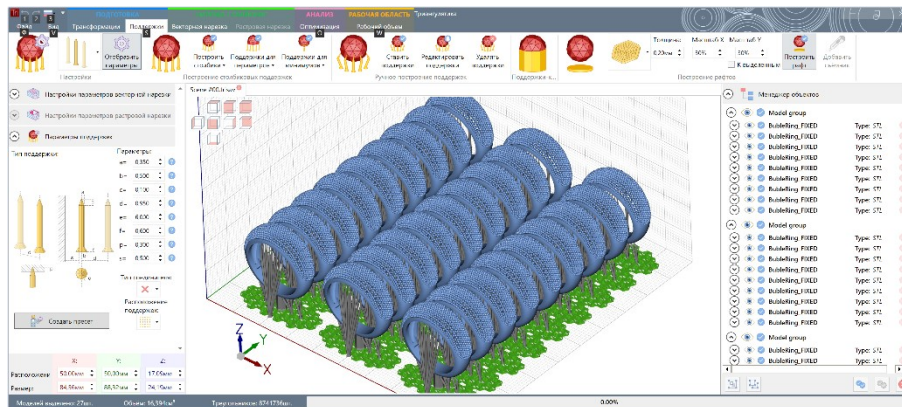


Оператор создает 2 копии группы и перемещает новые группы изделий, так чтобы они равномерно заполнили рабочую сцену. Таким образом, на столе оператор теперь имеет 27 изделий.

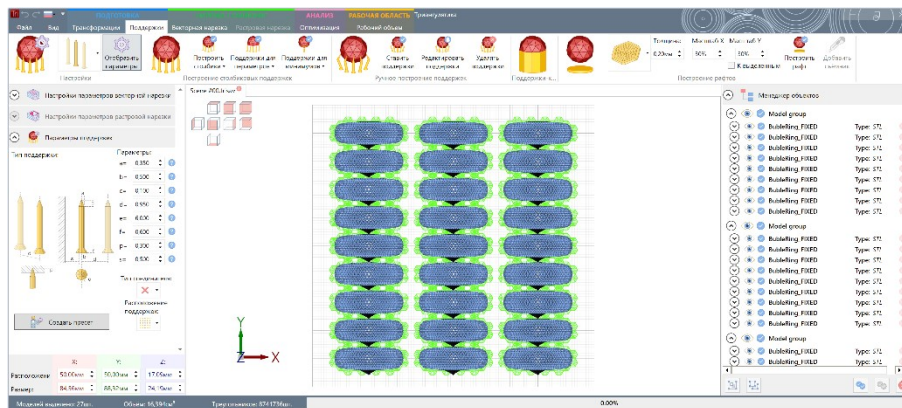


Финальным этапом в подготовке изделия для аддитивного производства оператор запланировал генерацию рафтов. Используя функции описанные в разделе [Генерация рафтов](#), оператор создает тонкие пластины под каждым изделием, которые должны обеспечить надежную фиксацию первых слоев рафтов к печатной платформе 3D принтера и при этом обеспечивать легкость отрыва первых слоев за счет особой сетчатой структуры выбранного оператором типа рафта. Оператор конфигурирует

тип рафта и его размеры в группе меню интерфейса Triangulatica [Группа Построение рафтов](#) и нажимает кнопку **Построить рафт**.



Сцена готова. Оператор переходит к [нарезке](#) (слайсингу) сцены.



Генерация рафтов

Часть технологий аддитивного производства (например, различные виды технологии SLA) требуют формирования так называемых рафтов между печатаемыми изделиями и платформой построения. Рафт представляет из себя тонкую сплошную пластину или сетку, задача которой заключается в формировании большей силы удержания изделия на печатной платформе, чем сила способная возникнуть при отрыве изделия от дна печатной ванны в любой момент процесса аддитивного построения. Печать рафтов является одним из самых сложных процессов в технологиях аддитивного производства, построенных на принципах фотополимеризации, так как на первых слоях печати могут возникать проблемы, вызываемые гидравлическими процессами в тонких слоях текучего полимерного материала. Для смягчения влияния гидравлических проявлений в Triangulatica реализован ряд специальных форм рафтов, которые облегчают процесс отделения (отрыва) первых слоев рафта от дна печатной ванны.

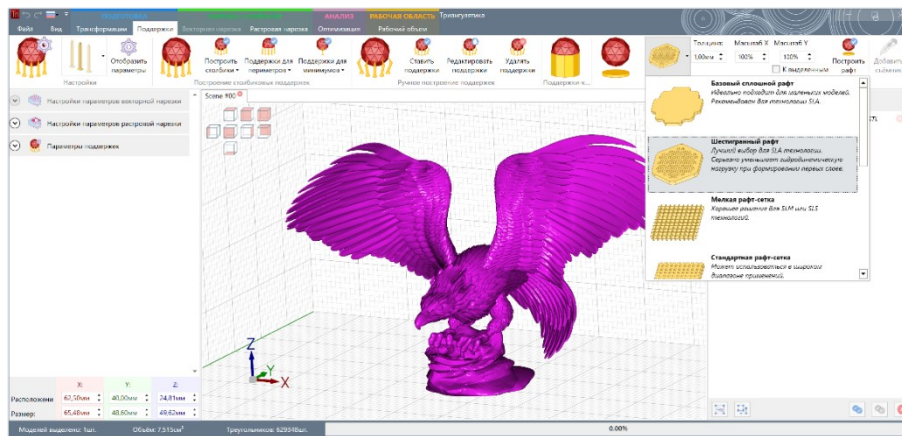
Группа меню **Построение рафтов** генерирует рафты по заданным оператором параметрам, которые отображаются в **Менеджере объектов** в качестве подчиненного элемента.

Описание функционала по генерации рафтов приведено в разделе [Группа Построение рафтов](#) настоящего Руководства пользователя.

Triangulatica позволяет строить рафты ко всем объектам на рабочей сцене, либо только к выделенным. Для этого используется параметр **К выделенным** группы меню **Построение рафтов** (см. раздел [Группа Построение рафтов](#)).

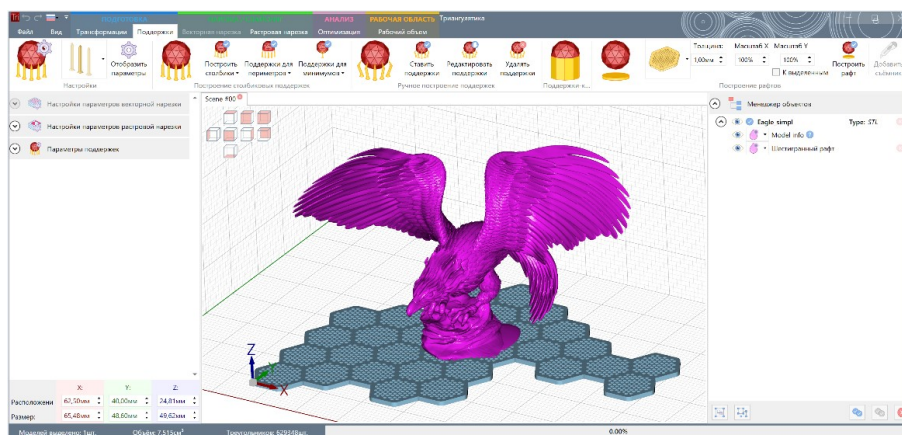
Пример действий по построению рафтов

При подготовке к печати фигурки орла на 3D принтере **SLA Фотополимерник** оператор загружает модель на рабочую сцену, располагает изделие в нужном месте сцены и приступает к выбору типа рафта из библиотеки Triangulatica.

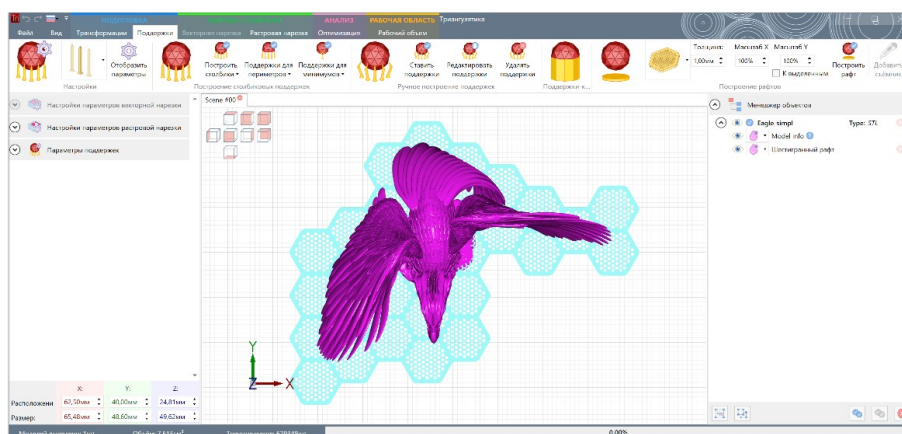


После нажатия оператором кнопки **Построить рафт** Triangulatica создает поле рафтов под объектом учитывая его геометрические формы на различных частях объекта.

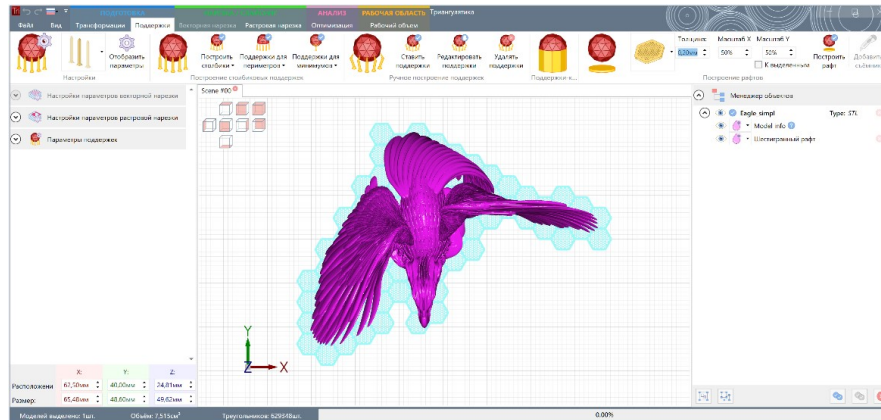
Так как элемент рафт является дочерним (привязанным) элементом для объекта фигурки, то он перемещается вместе с объектом по дну рабочей сцены. При вращении объекта вокруг любой оси, Triangulatica налету пересчитывает форму рафта, учитывая особенности объекта. Все вычисления происходят на GPU и практически незаметны для оператора.



Общая площадь рафта в большинстве случаев должна быть больше, чем печатаемый объект.

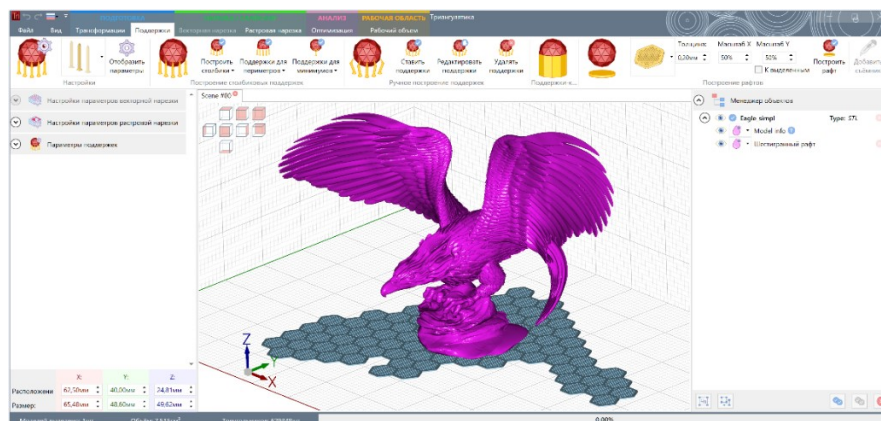


Учитывая наличие большого кол-ва мелких элементов у фигурки, оператор уменьшает размер базового элемента рафта в 2 раза по каждой оси (устанавливает масштабирование рафта по 50% по оси X и оси Y) и перестраивает рафт нажатием кнопки **Построить рафт**. После повторного построения рафта, старый рафт заменяется на новый, так как по правилам Triangulatica к одному изделию может быть прикреплен только один рафт.

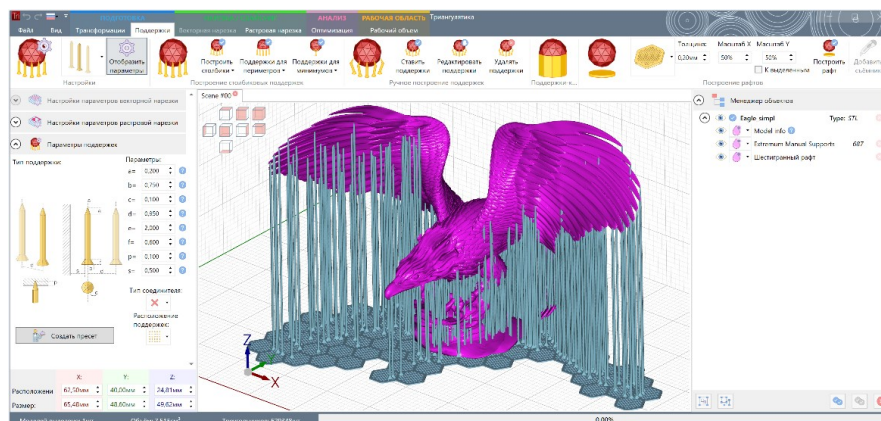


Рафт построен и оператор проводит визуальную инспекцию сгенерированной структуры, вращая рабочую сцену.

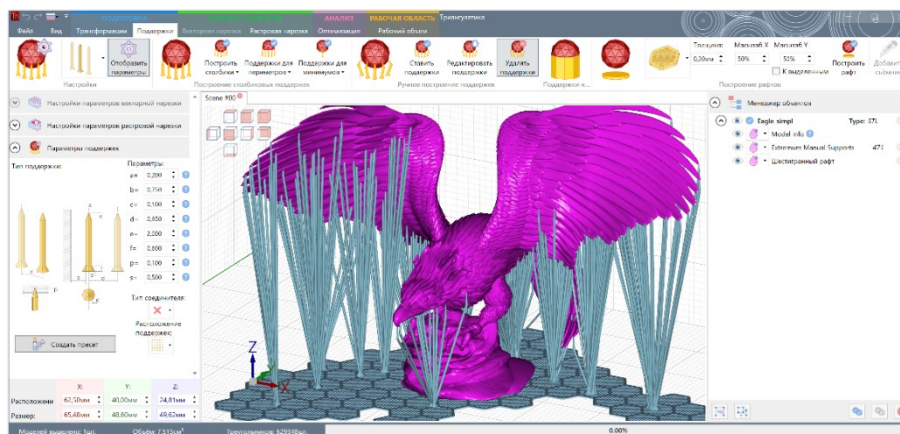
При изучении модели, оператор делает вывод, что фигурка орла имеет множество висящих элементов, которые необходимо поддержать, чтобы они успешно напечатались.



Для детекции висящих элементов (экстремумов или минимумов) объекта, оператор применяет кнопку **Поддержки для минимумов**, предварительно настроив параметры поддерживающих структур. Подробнее об этой функции описано в разделе [Поддержки экстремумов](#).



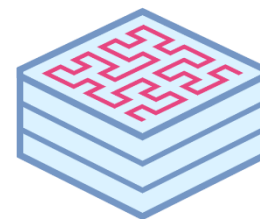
После того, как Triangulatica сгенерировала поддержки для висящих объектов, оператору остается только удалить лишние поддержки или переместить основания поддержек в группы, чтобы обеспечить более уверенный рост поддерживающих структур и сэкономить рабочий материал построения изделия. Подробнее о редактировании поддержек описано в разделе [Ручное установка/редактирование и удаление поддержек](#).



Удовлетворившись результатами, оператор переходит к [нарезке](#) (слайсингу) изделия.

Настройка векторного слайсера

Triangulatica обеспечивает расчеты управляющих программ для систем аддитивного производства, базирующихся на векторном методе построения объектов и позволяет считать управляющие программы с различной глубиной контроля параметров выходных файлов: от создания простых векторных контуров среза, до уровня контроля положения в пространстве, времени воздействия и параметров воздействия на каждую точку векторного пути исполнительного устройства системы аддитивного производства. Богатые возможности по расчету управляющих программ постоянно дополняются различными форматами файлов экспорта. Таким образом, Triangulatica может обеспечить задачи совместимости с практически любой системой аддитивного производства.



При расчетах Triangulatica старается преимущественно использовать возможности GPU (графического процессора), возлагая на его вычислительные возможности основную массу математических расчетов.

Triangulatica может производить расчеты для технологий: SLM (печать металлами), SLS (печать полимерными порошками), SLA (печать фотополимерами), FDM/FFF, печать проволокой, СВЧ печать и т.д. Практически любые известные на данный момент технологии могут быть обеспечены эффективными управляющими программами, построенными в Triangulatica.

Некоторые возможности Triangulatica еще не востребованы в достаточной мере на рынке, например возможность планарной нарезки под любым углом (функционал уже реализован в Triangulatica) может быть применен для роботизированной многоосевой печати гипер-емкостей, зданий, корпусов подводных судов и т.д.

Кроме возможностей по расчету векторных управляющих программ, Triangulatica обеспечивает возможность рассчитывать управляющие программы, состоящие из наборов растровых срезов. Подробнее о растровой нарезке рассказывается в разделе настоящего Руководства пользователя [Настройка растрового слайсера](#).

Для каждого материала, который добавлен в стратегию, совместимого с векторной нарезкой 3D принтера должны быть определены свои правила вычислений управляющих программ. Процесс определения этих правил и называется настройкой слайсера.

Triangulatica предоставляет компактный и лаконичный интерфейс для гибкой настройки правил формирования управляющих программ.

Доступ к настройкам осуществляется из [Окна настроек параметров основных функций](#) интерфейса Triangulatica, в котором может быть раскрыт соответствующий экспандер **Настройка параметров векторной нарезки**. Открыть настройки можно и при помощи кнопки **Настроить нарезку** в меню интерфейса Triangulatica [Группа Настройки параметров векторной нарезки](#).

Выбор стратегии и материала

Начинать процесс настройки векторного слайсера надо с выбора стратегии и материала, для которого будут настраиваться правила. На скриншоте справа стратегия называется **Отладка технологии** и рядом с названием стратегии выбран материал **AlSi10Mg для радиаторов** (иконка порошка желтого цвета). О том, как добавлялась эта стратегия и этот материал написано в разделах [Создание и конфигурирование новых стратегий](#) и [Создание и конфигурирование новых материалов](#).

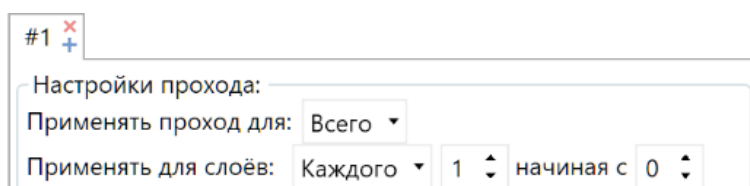
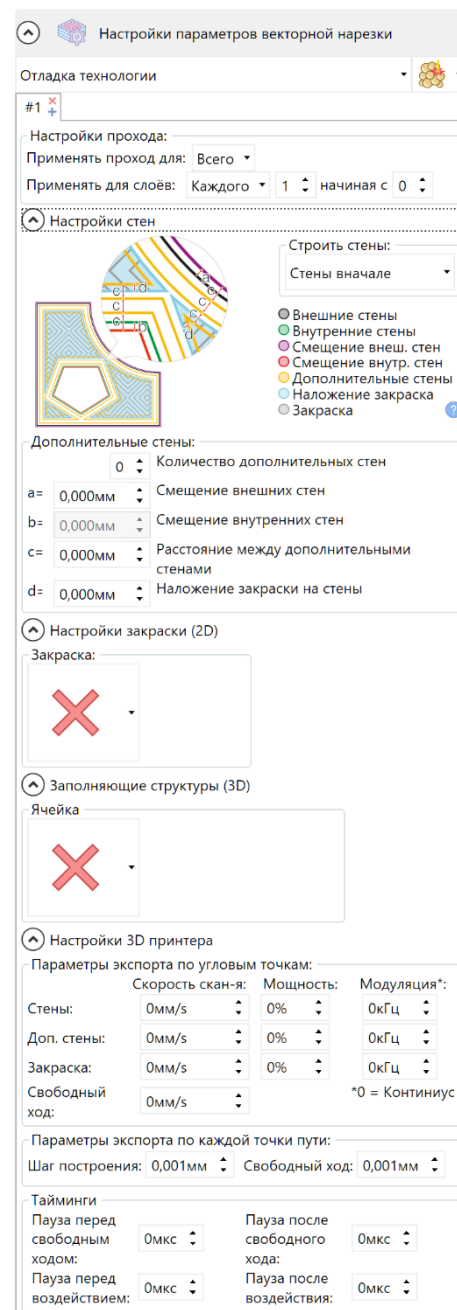
Пассы (Проходы)

Это мощное средство в Triangulatica, которое позволяет формировать управляющие программы в зависимости от различных условий и контролировать порядок построения элементов слоя.

Пассов (Проходов) может быть несколько и в каждом пассе могут быть свои уникальные правила. Порядок пассов важен для получения необходимого результата, так как по порядку следования пассов формируется управляющая программа для каждого слоя. При помощи мыши можно перетаскивать пассы и менять их местами. Например, самый первый пасс можно сконфигурировать, чтобы он отвечал только за формирования стен поддержек, а второй пасс за модель и ее заполнение. При таком расположении пассов, в управляющую программу для описания слоя будут сперва записаны команды формирования поддержек, а потом уже будет формироваться сама модель. Если же поменять пассы местами, то первым делом 3D принтер сформирует слой модели, а потом уже поверх нее выполнит команды построения поддержек (пример технологически не грамотный, но хорошо демонстрирует важность учета порядка следования пассов).

Каждый из пассов (проходов) может применяться (для выбора используется выпадающий список **Применить проход для**) для:

- **Всего** (любых элементов в слое)



При этом серьезно ограничивается возможность определять параметрические штриховки слоев, т.к. на поддерживаемые структуры в Triangulatica запрещено применять штриховки;

- **Моделей;**
- **Поддержек и рафтов;**
- **Поддержек;**
- **Рафтов;**
- **Поддержек и моделей.**

Можно уточнить для каких элементов слоя может применяться пасс (проход). Для этого используется выпадающий список **Применить для слоев**, который позволяет выбрать один из вариантов:

- **Каждого**
В параметрах можно определить номер слоя и счетчик слоя. Таким образом можно выделить четные и нечетные слои, например и сделать пасс, который в нечетных слоях формировал бы управляющую программу по одним правилам, а нечетные слои по другим;
- **Смотрящих вниз**
Поверхностей, которые направлены вниз (Down facing). В параметрах пасса задается кол-во слоев над направленной вниз поверхностью которые надо обработать и точность определения (**Acc**) границ направленных вниз зон. От точности определения серьезно зависит производительность при расчетах. Рекомендовано начинать с точности 0.3-0.5 мм и уменьшать значение, только если результат будет неудовлетворительным;
- **Смотрящих вверх**
Поверхностей, которые направлены вверх (Up facing). В параметрах пасса задается кол-во слоев под направленной вверх поверхностью которые надо обработать и точность определения (**Acc**) границ направленных вверх зон. От точности определения серьезно зависит производительность при расчетах. Рекомендовано начинать с точности 0.3-0.5 мм и уменьшать значение, только если результат будет неудовлетворительным;

Стены

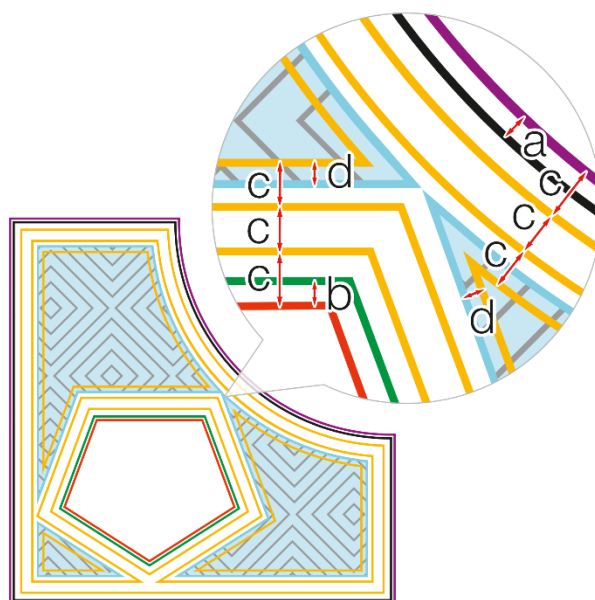
Средства Triangulatica по управлению правилами формирования стен среза предоставляют гибкие возможности по определению очередности в формировании стен объектов и закрасок.

Triangulatica оперируем следующими типами зависящих от стен элементов (помечены на схеме разными цветами):

- Внешние стены
- Внутренние стены
- Смещение внеш. стен
- Смещение внутр. стен
- Дополнительные стены
- Наложение закраска
- Закраска

Очередность формирования стен определяется в выпадающем списке **Строить стены** и может иметь значение:

- **Стены в начале**
Строятся все элементы стен для всех зон среза (слайса), а потом происходит закраска слоя;



- **Стены в конце**
Все элементы стен для всех зон среза (слайса) строятся после того, как произведена закрашка слоя;
- **Без стен**
Стены не строятся;
- **Стены в начале блоками**
Стены строятся для каждой зоны среза и сразу за построением стен происходит закрашка этой зоны. Далее подобное происходит со следующей зоной. Т.е. стены строятся поблочно, а не сразу для всего срезаю как в случае с **Стены в начале**;
- **Стены в конце блоками**
Стены строятся для каждой зоны среза после закрашки этой зоны. Далее подобное происходит со следующей зоной.

Дополнительные стены

Дополнительные стены – это зависимый от контура среза элемент управляющей программы, который может быть напечатан с собственными настройками параметров исполнительного устройства системы аддитивного построения.

Дополнительные стены:

	0	▲ ▼	Количество дополнительных стен
a=	0,000мм	▲ ▼	Смещение внешних стен
b=	0,000мм	▲ ▼	Смещение внутренних стен
c=	0,000мм	▲ ▼	Расстояние между дополнительными стенами
d=	0,000мм	▲ ▼	Наложение закрашки на стены

Triangulatica может строить любое число дополнительных стен к основной стене объекта на рабочей сцене. Если в поле **Количество дополнительных стен** стоит нулевое значение, то дополнительные стены не будут вычисляться при генерации управляющей программы.

Влияние параметров a, b, c и d на построение основных и дополнительных стен отражено на схеме.

Значения параметров:

- Параметр **a (Смещение внешних стен)**
Отвечает за смещение положения стен относительно идеально контура объекта на срезе (черные линии на схеме). Применяется для компенсации толщины дорожки плавления или полимеризации, например: сплавление металлов производится лазерной точкой диаметром 80 мкм, при прохождении лазерной точки по идеальной линии стены, будет формироваться дорожка плавления шириной 80-120 мкм, т.е. на 40-60 мкм (в зависимости от скорости, мощности воздействия и свойств материала) больше наружу объекта. Компенсировать «раздутие» объекта по этой причине можно установив параметр **a** в значение -0.050 мм. На схеме смещенная основная стена отмечена фиолетовым цветом;
- Параметр **b (Смещение внутренних стен)**
Временно не используется в расчетах;
- Параметр **c (Расстояние между дополнительными стенами)**
Расстояние между основной стеной, первой дополнительной стеной и остальными дополнительными стенами (на схеме дополнительные стены отмечены желтым цветом);
- Параметр **d (Наложение закрашки на стены)**
Определяет, насколько параметрическая штриховка среза накладывается на стену или последнюю дополнительную стену, или насколько штриховка среза отдалится от стены или последней дополнительной стены. Параметр может иметь как нулевое (закраска формируется точно по контуру стены), положительное значение (при нем закрашка смещается от стены) или отрицательное значение (при нем закрашка накладывается на стену).

Заполнения

Настоящее богатство возможностей для различных технологий аддитивного производства обеспечивает функционал параметрических векторных закрасок, реализованных в Triangulatica.

Закраски в Triangulatica разделены на 2 вида:

- **2D закраски**
Это закраски, которые формируются на основе векторных шаблонов (паттернов) отдельно для каждого слоя. Эти закраски могут быть управляемы при помощи [дополнительных команд конфигурирования закрасок](#) (*Оптимизация закраски* и *Вращение закраски*);
- **3D закраски (заполняющие структуры или мета-структуры)**
Объемные структуры, где формируемая закраска слоя связана с другими слоями и зависит от них. Заполняющие структуры позволяют печатать объект с заполнением сетками или минимальными поверхностями без предварительного моделирования сетчатого объекта.



В одном [проходе \(пассе\)](#) может быть настроен только один тип заполнения: либо 2D закраска, либо 3D закраска. Если требуется в одном срезе (слое) получить на одном изделии оба типа заполнений, то рекомендуется создать 2 прохода (пасса) и для каждого назначить свои параметры заполнений.

Для конфигурирования закрасок в Triangulatica существует мощный параметрический механизм, который может быть настроен оператором. Для конфигурирования закраски в одном из двух из выпадающих списков выбирается тип заполнения. При выборе типа заполнения оператором, Triangulatica динамически изменят свой интерфейс для удобства настройки параметров выбранного заполнения.


⤴ Настройки закраски (2D)

Закраска:

 ▾

⤴ Заполняющие структуры (3D)

Ячейка

 ▾

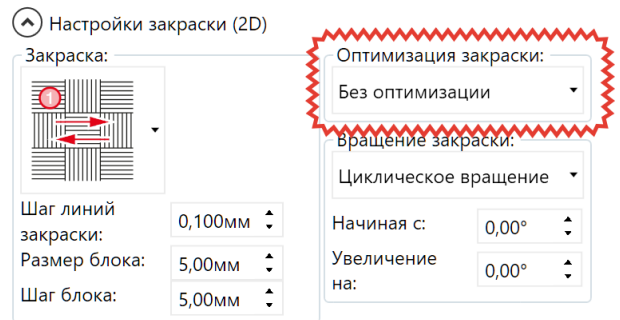
Дополнительные команды конфигурирования закрасок

Простыми двумерными закрасками можно управлять при помощи дополнительных опций:

- **Оптимизация закраски**

Оптимизация закраски позволяет изменить порядок заполнения отдельных периодических блоков закраски.

- При выборе параметра **Без оптимизации**, Triangulatica будет генерировать заполнения слоя, стараясь уменьшить кол-во путей исполнительного устройства системы аддитивного производства (лазера, экструдера, головки и т.д.).
- При выборе параметра **Изолированные блоки**, Triangulatica будет стараться строить периодические блоки закраски так, чтобы они не строились один рядом с другим. Эта опция может быть полезна, например, когда при построении объекта надо избегать неравномерного нагрева поверхности сплавляемого слоя. В этом случае, блоки будут строиться «через один» в несколько проходов.



Важным понятием является понятие Блока в логике Triangulatica. Блоком является минимальный элемент, который повторяется в закраске:

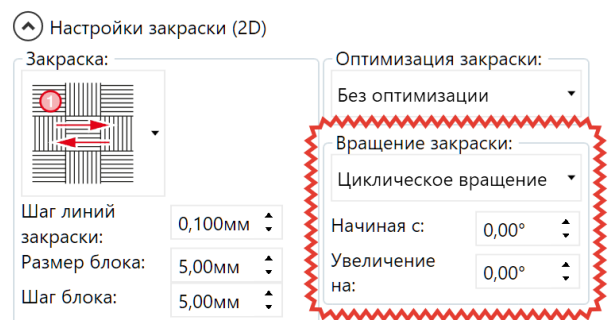
- Блок закрасок, которые состоят их линий — это отдельная линия;
- блок закрасок с треугольниками, квадратами и шестиугольниками — это отдельный закрасенный элемент;
- блок для дорожек — это одна дорожка состоящая из линий;
- блок для закраски шахматной доской — это 4 (2x2) квадратика с разным направлением линий.

- **Вращение закраски**

Позволяет настроить цикличное изменение угла закраски от слоя к слою.

Настройк этой группы описываются двумя параметрами:

- **Начиная с** заданного угла. Под этим углом будет формироваться первый слой закраски
- **Увеличение на** заданный угол. Это значение угла поворота закраски будет циклически прибавляться к углу закраски предыдущего слоя и, таким образом, каждый последующий слой закраски будет сформирован под собственным углом.



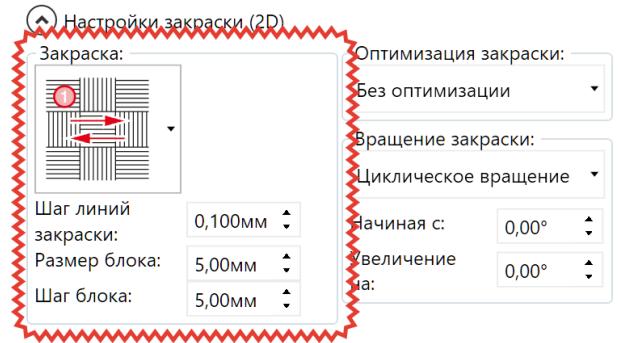
2D закраски

Выбор типа 2D закраски осуществляется из выпадающего списка с иконками закраски.

У каждого типа закраски существуют свои настройки параметров, которые типичны и для выбранной закраски и наиболее оптимальным способом описывают ее параметры.

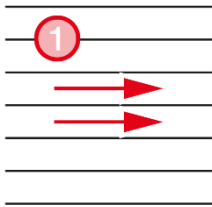
На данный момент в Triangulatica реализовано 22 типа параметрических шаблонных закрасок, которые покрывают подавляющую часть потребностей систем аддитивного производства, существующих в мире. Принципиальным отличием от известных в мировой практике решений является то, что, оперируя с параметрами **Шаг блока** или **Размер блока**, можно получить взаимоналожение элементов закраски, например, установив у закрасок типа **Дорожка с зигзагом** **Шаг блока** в 2 раза меньший, чем **Размер блока** оператор получает взаимопроникающие дорожки, что может дать интересный результат для некоторых специфических применений.

Типы 2D закрасок и доступные для настройки параметры.



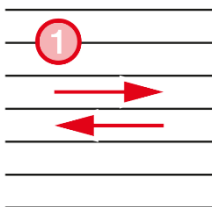
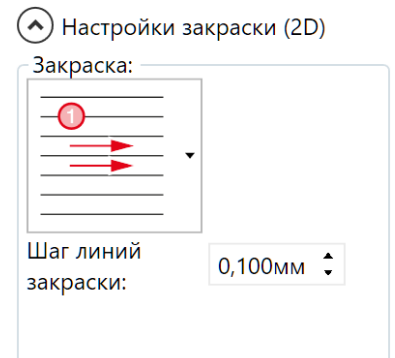
Без закраски

Закраска отсутствует



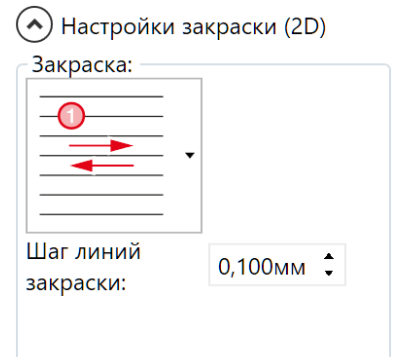
Простая однонаправленная закраска

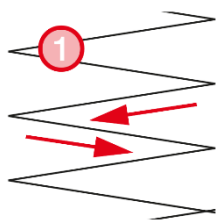
Закраска формируется однонаправленными линиями с одинаковым шагом. Переход от конца одной линии к началу другой осуществляется при выключенном излучении.



Простая двунаправленная закраска

Закраска формируется двунаправленными линиями с одинаковым шагом. Переход от конца одной линии к началу другой осуществляется при выключенном излучении.





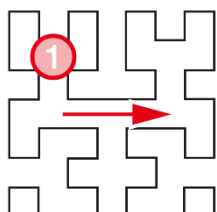
Двунаправленный зигзаг

Закраска формируется из непараллельных двунаправленных линий. Точка конца одной линии совмещена с точкой начала следующей линии. Излучение при переходе от одной линии к другой не отключается. Шаг закраски равен периоду двух линий.

Настройки закраски (2D)

Закраска:

Шаг линий закраски: 0,100мм



Заполняющая кривая Гилберта

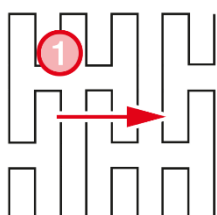
Закраска формируется по алгоритму кривой Гилберта, обеспечивая минимальное время, когда требуется отключать излучение.

Настройки закраски (2D)

Закраска:

Горизонтальный шаг линий закраски: 0,100мм

Вертикальный шаг линий закраски: 0,100мм



Заполняющая кривая Пеано

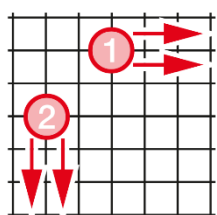
Закраска формируется по алгоритму кривой Пеано, обеспечивая минимальное время, когда требуется отключать излучение. Алгоритм подразумевает большее число параллельных линий, чем в алгоритме Гилберта.

Настройки закраски (2D)

Закраска:

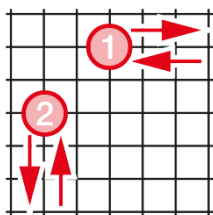
Горизонтальный шаг линий закраски: 0,100мм

Вертикальный шаг линий закраски: 0,100мм



Простая однонаправленная сетка

Закраска формируется в два прохода однонаправленными линиями с одинаковым определенным шагом для каждой из осей. Переход от конца одной линии к началу другой осуществляется при выключенном излучении.



Простая двунаправленная сетка

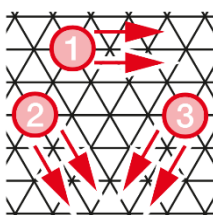
Закраска формируется в два прохода двунаправленными линиями с одинаковым определенным шагом для каждой из осей. Переход от конца одной линии к началу другой осуществляется при выключенном излучении.

Настройки закраски (2D)

Закраска:

Горизонтальный шаг линий закраски: 0,100мм

Вертикальный шаг линий закраски: 0,100мм



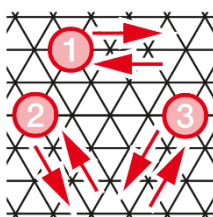
Треугольная однонаправленная сетка

Закраска формируется в три прохода однонаправленными линиями с одинаковым определенным шагом для каждого из направлений. Переход от конца одной линии к началу другой осуществляется при выключенном излучении.

Настройки закраски (2D)

Закраска:

Шаг линий закраски: 0,100мм



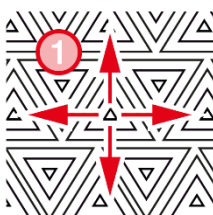
Треугольная двунаправленная сетка

Закраска формируется в три прохода двунаправленными линиями с одинаковым определенным шагом для каждого из направлений. Переход от конца одной линии к началу другой осуществляется при выключенном излучении.

Настройки закраски (2D)

Закраска:

Шаг линий закраски: 0,100мм



Треугольниками от центра

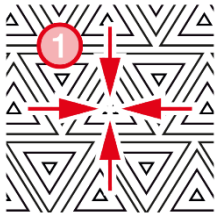
Закраска блоками заданного размера треугольной формы с заданным шагом между блоками (от центра блока к периметру). Шаг закраски определяет расстояние одного треугольника до другого. При переходе от одного треугольника к следующему излучение отключается.

Закраска:

Шаг линий закраски: 0,100мм

Размер блока: 5,00мм

Шаг блока: 5,00мм



Треугольниками к центру

Закраска блоками заданного размера треугольной формы с заданным шагом между блоками (от периметра блока к центру). Шаг закраски определяет расстояние одного треугольника до другого. При переходе от одного треугольника к следующему излучение отключается.

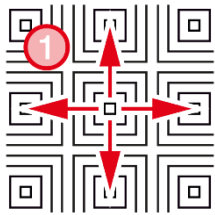
Настройки закраски (2D)

Закраска:

Шаг линий закраски: 0,100мм

Размер блока: 5,00мм

Шаг блока: 5,00мм



Квадратами от центра

Закраска блоками заданного размера квадратной формы с заданным шагом между блоками (от центра блока к периметру). Шаг закраски определяет расстояние одного квадрата до другого. При переходе от одного квадрата к следующему излучение отключается.

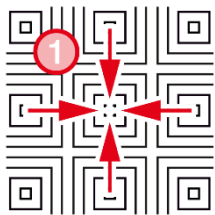
Настройки закраски (2D)

Закраска:

Шаг линий закраски: 0,100мм

Размер блока: 5,00мм

Шаг блока: 5,00мм



Квадратами к центру

Закраска блоками заданного размера квадратной формы с заданным шагом между блоками (от периметра блока к центру). Шаг закраски определяет расстояние одного квадрата до другого. При переходе от одного квадрата к следующему излучение отключается.

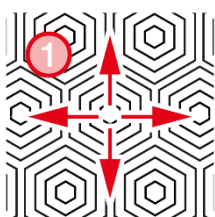
Настройки закраски (2D)

Закраска:

Шаг линий закраски: 0,100мм

Размер блока: 5,00мм

Шаг блока: 5,00мм



Шестигранниками от центра

Закраска блоками заданного размера шестиугольной формы с заданным шагом между блоками (от центра блока к периметру). Шаг закраски определяет расстояние одного шестиугольника до другого. При переходе от одного шестиугольника к следующему излучение отключается.

Настройки закраски (2D)

Закраска:

Шаг линий закраски: 0,100мм

Размер блока: 5,00мм

Шаг блока: 5,00мм



Шестигранниками к центру

Закраска блоками заданного размера шестиугольной формы с заданным шагом между блоками (от периметра блока к центру). Шаг закраски определяет расстояние одного шестиугольника до другого. При переходе от одного шестиугольника к следующему излучение отключается.

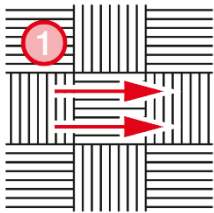
Настройки закраски (2D)

Закраска:

Шаг линий закраски: 0,100мм

Размер блока: 5,00мм

Шаг блока: 5,00мм



Шахматная доска с однонаправленными

Закраска квадратными блоками параллельных однонаправленных линий с заданным размером блока и с заданным шагом между блоками. Соседние блоки всегда закрашиваются под 90° к соседу. Переход от конца одной линии к началу другой осуществляется при выключенном излучении.

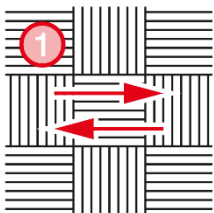
Настройки закраски (2D)

Закраска:

Шаг линий закраски: 0,100мм

Размер блока: 5,00мм

Шаг блока: 5,00мм



Шахматная доска с двунаправленными

Закраска квадратными блоками параллельных двунаправленных линий с заданным размером блока и с заданным шагом между блоками. Соседние блоки всегда закрашиваются под 90° к соседу. Переход от конца одной линии к началу другой осуществляется при выключенном излучении.

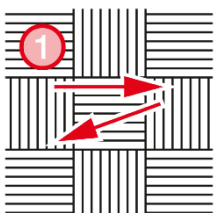
Настройки закраски (2D)

Закраска:

Шаг линий закраски: 0,100мм

Размер блока: 5,00мм

Шаг блока: 5,00мм



Шахматная доска с непараллельными

Закраска квадратными блоками непараллельных двунаправленных линий с заданным размером блока и с заданным шагом между блоками. Соседние блоки всегда закрашиваются под 90° к соседу. Переход от конца одной линии к началу другой осуществляется без выключения излучения.

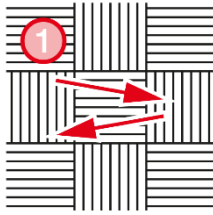
Настройки закраски (2D)

Закраска:

Шаг линий закраски: 0,100мм

Размер блока: 5,00мм

Шаг блока: 5,00мм

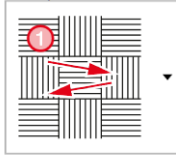


Шахматная доска с зигзагом

Закраска квадратными блоками непараллельных двунаправленных линий с заданным размером блока и с заданным шагом между блоками. Соседние блоки всегда закрашиваются под 90° к соседу. Переход от конца одной линии к началу другой осуществляется без выключения излучения.

Настройки закрашки (2D)

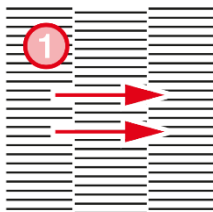
Закраска:



Шаг линий закрашки: 0,100мм

Размер блока: 5,00мм

Шаг блока: 5,00мм

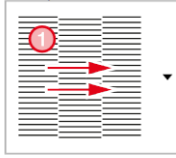


Дорожки с однонаправленными линиями

Закраска блоками бесконечной длины параллельных однонаправленных линий с заданной шириной блока и с заданным шагом между блоками. Переход от конца одной линии к началу другой осуществляется при выключенном излучении.

Настройки закрашки (2D)

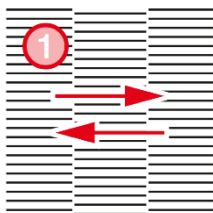
Закраска:



Шаг линий закрашки: 0,100мм

Размер блока: 5,00мм

Шаг блока: 5,00мм

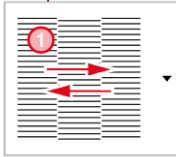


Дорожки с двунаправленными линиями

Закраска блоками бесконечной длины параллельных двунаправленных линий с заданной шириной блока и с заданным шагом между блоками. Переход от конца одной линии к началу другой осуществляется при выключенном излучении.

Настройки закрашки (2D)

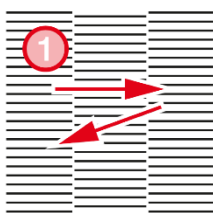
Закраска:



Шаг линий закрашки: 0,100мм

Размер блока: 5,00мм

Шаг блока: 5,00мм

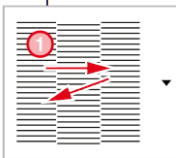


Дорожки с непараллельными линиями

Закраска блоками бесконечной длины непараллельных двунаправленных линий с заданной шириной блока и с заданным шагом между блоками. Переход от конца одной линии к началу другой осуществляется без выключения излучения.

Настройки закрашки (2D)

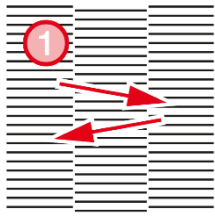
Закраска:



Шаг линий закрашки: 0,100мм

Размер блока: 5,00мм

Шаг блока: 5,00мм



Дорожки с зигзагом

Закраска блоками бесконечной длины непараллельных двунаправленных линий с заданной шириной блока и с заданным шагом между блоками. Переход от конца одной линии к началу другой осуществляется без выключения излучения.

Настройки закраски (2D)

Закраска:

Шаг линий закраски: 0,100мм

Размер блока: 5,00мм

Шаг блока: 5,00мм

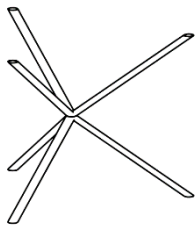
Заполняющие структуры (3D закраски)

К заполнениям этого типа не могут быть применены дополнительные параметры заполнений (**Оптимизация закраски** и **Вращение закраски**), так как у каждого их объемных заполнений есть собственные уникальные параметры.

При выборе Заполняющей структуры (мета-структуры), интерфейс Triangulatica динамически меняется так, чтобы у оператора была возможность отконфигурировать все параметры для получения нужного заполнения.

Без заполняющей структуры

Заполняющие структуры или решетки не будут сгенерированы.



Сетка из трех нитей

Решетчатая структура формируется на основе регулярной пространственной сетки из 3х переплетенных нитей

Заполняющие структуры (3D)

Ячейка

Радиус ячейки: 1,00мм

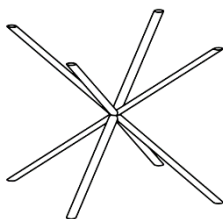
Высота ячейки: 2,00мм

Кэф. наложения: 1,00

Нить

Форма: Квадрат

Радиус: 0,100мм



Сетка из четырех нитей

Решетчатая структура формируется на основе регулярной пространственной сетки из 4х переплетенных нитей

Заполняющие структуры (3D)

Ячейка

Радиус ячейки: 1,00мм

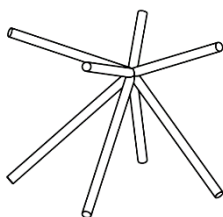
Высота ячейки: 2,00мм

Кэф. наложения: 1,00

Нить

Форма: Квадрат

Радиус: 0,100мм



Нерегулярная сетка из четырех нитей

Решетчатая структура формируется на основе нерегулярной пространственной сетки из 4х переплетенных нитей

Заполняющие структуры (3D)

Ячейка

Радиус ячейки: 1,00мм

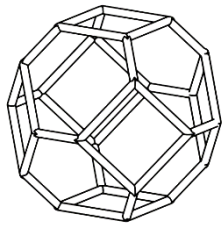
Высота ячейки: 2,00мм

Кэф. наложения: 1,00

Нить

Форма: Квадрат

Радиус: 0,100мм

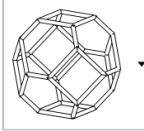


Ячейка Кельвина

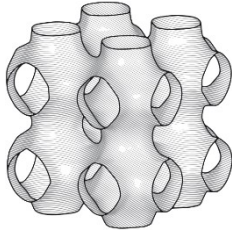
Структура образуется из массива ячеек Кельвина

Заполняющие структуры (3D)

Ячейка



Радиус ячейки:	0,50мм	Нить
Высота ячейки:	2,00мм	Радиус:
		0,100мм

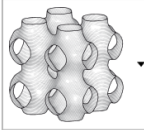


Шварц Р ("Примитив")

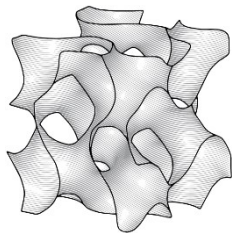
Заполнение минимальной поверхностью Шварца Р ("Примитив")

Заполняющие структуры (3D)

Ячейка



Шаг построения:	1,00мм
Высота ячейки:	2,00мм

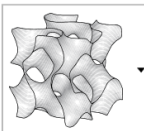


Гироид

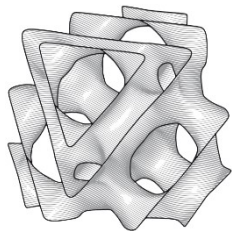
Заполнение минимальной поверхностью Гироид

Заполняющие структуры (3D)

Ячейка



Шаг построения:	1,00мм
Высота ячейки:	2,00мм

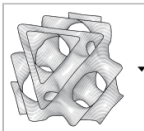


Шварц D (Алмаз)

Заполнение минимальной поверхностью Шварца D (Алмаз)

Заполняющие структуры (3D)

Ячейка



Шаг построения:	1,00мм
Высота ячейки:	2,00мм

Платформозависимые настройки

В зависимости от технологии, с которой работает 3D принтер, Triangulatica видоизменяет свой интерфейс и предоставляет различный набор параметров для настройки оператором. В некотором роде, эти настройки могут напоминать пост-процессоры, которые используются при формировании САМ-программ для ЧПУ, но это только приблизительное сходство, т.к. в планы разработчиков Triangulatica входит добавление функционала пост-процессора.

Вариативный интерфейс позволяет разработчикам:

- Обеспечивать совместимость результатов работы Triangulatica с серьезно отличающимися друг от друга системами аддитивного производства;
- осуществлять адаптацию к методам, нюансам и тонкостям управления различными 3D принтерами;
- обеспечивать совместимость с различными технологиями аддитивного построения;

Настройки 3D принтера

Параметры экспорта по угловым точкам:

	Скорость скан-я:	Мощность:	Модуляция*:
Стены:	100мм/s	0%	0кГц
Доп. стены:	100мм/s	0%	0кГц
Закраска:	100мм/s	0%	0кГц
Свободный ход:	1000мм/s		

*0 = Континуиус

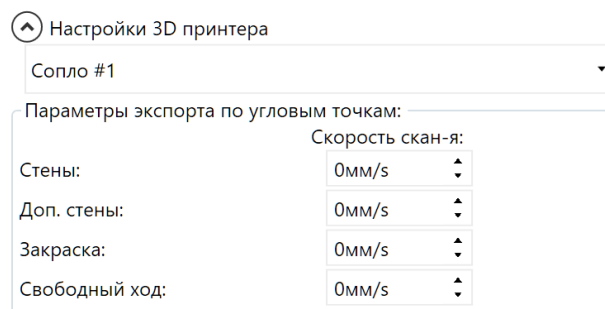
Параметры экспорта по каждой точки пути:

Шаг построения: 0,020мм Свободный ход: 0,500мм

Тайминги

Пауза перед свободным ходом:	0мкс	Пауза после свободного хода:	0мкс
Пауза перед воздействием:	0мкс	Пауза после воздействия:	0мкс

- производить генерацию управляющих программ от низкого уровня (на уровне сигналов и дискретных точек) до высокого уровня (конечные точки отрезков и блоки);
- поддерживать различные версии одинаковых форматов экспорта;
- выпускать облегченные и профессиональные настройки для принтеров;
- иметь широчайший потенциал расширения возможностей.



На скриншотах этого раздела приведены примеры, как изменяется раздел **Настройки 3D принтера** при переключении активного 3D принтера с SLM 3D принтера, управляемого низкоуровневыми CAM-программами на простой FDM/FFF 3D принтер с одним соплом.

Пример настроек 3D принтера

Приводится пример окна **Настройки 3D принтера** для 3D принтера **SLM Фактори**, который оператор добавил в свою конфигурацию Triangulatica ранее.

Подобный раздел настроек может быть реализован для любой другой системы аддитивного производства по запросу компании-дилера или производителя систем аддитивного производства, которые хотели бы интегрировать Triangulatica со своим оборудованием. Для обсуждения этой возможности, используйте контакты, указанные в разделе [Способы связи](#) данного Руководства.

В разделе **Параметры экспорта по угловым точкам** содержатся основные параметры для построения элементов рабочей сцены лазерным источником у каждого из которых могут быть настроены 3 параметра: скорость, мощность и модуляция. Также присутствует параметр скорости перемещения лазерного луча при выключенной эмиссии (прыжки лазера). Эти параметры напрямую используются при генерации выходного файла слайса (управляющей программы для формирования того или иного слоя).



Второй раздел окна **Настройки 3D принтера** содержит раздел **Параметры экспорта по каждой точки пути**, который предоставляет возможность настраивать расстояния между точками

сканирования системы аддитивного производства. Это типичные настройки для системы аддитивного производства, которая управляется на низком уровне. Варьируя параметрами **Шаг построения** и **Свободный ход**, оператор может настраивать частоту следования точек сканирования и наложение точки на точку, чтобы добиваться наиболее плавных лазерных воздействий.

⬆️ Настройки 3D принтера

Параметры экспорта по угловым точкам:

	Скорость скан-я:	Мощность:	Модуляция*:
Стены:	100мм/s	0%	0кГц
Доп. стены:	100мм/s	0%	0кГц
Закраска:	100мм/s	0%	0кГц
Свободный ход:	1000мм/s		

*0 = Континуус

Параметры экспорта по каждой точки пути:

Шаг построения: 0,020мм Свободный ход: 0,500мм

Тайминги

Пауза перед свободным ходом:	0мкс	Пауза после свободного хода:	0мкс
Пауза перед воздействием:	0мкс	Пауза после воздействия:	0мкс

Раздел **Тайминги** тоже относится к типичным низкоуровневым настройкам, которые отвечают за синхронизацию включения/выключения лазера с движением лазерного луча.

⬆️ Настройки 3D принтера

Параметры экспорта по угловым точкам:

	Скорость скан-я:	Мощность:	Модуляция*:
Стены:	100мм/s	0%	0кГц
Доп. стены:	100мм/s	0%	0кГц
Закраска:	100мм/s	0%	0кГц
Свободный ход:	1000мм/s		

*0 = Континуус

Параметры экспорта по каждой точки пути:

Шаг построения: 0,020мм Свободный ход: 0,500мм

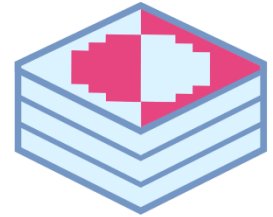
Тайминги

Пауза перед свободным ходом:	0мкс	Пауза после свободного хода:	0мкс
Пауза перед воздействием:	0мкс	Пауза после воздействия:	0мкс

Для каждого пасса (прохода) Triangulatica предоставляет возможности определить индивидуально все указанные выше параметры, что дает широчайшие возможности в плане разработки гибких стратегий аддитивного производства, учитывающий все нюансы любого аддитивного процесса.

Настройка растрового слайсера

Triangulatica обеспечивает расчеты управляющих программ для систем аддитивного производства, базирующихся на растровом методе аддитивного построения. К этому типу относятся технологии печати при помощи отражающих или выборочно пропускающих световую энергию матриц, печатных головок (MJM) и другие каплеустройные технологии, разверток, систем аддитивного производства на базе MEMS-технологий, технологии печати связующим (Binder Jetting) и т.д.



Triangulatica предоставляет гибкие средства для настройки растрового слайсера и богатый набор форматов файлов экспорта, поддерживает различную логику обработки слоев, сглаживаний изображений, применения корректирующих теневых и световых масок, поддерживает работу с черными и белыми фонами выходных файлов, позволяет осуществлять экспорт в управляющие программы как файлов полной рабочей сцены, так и только частей рабочей сцены, которые заняты объектами.

При расчетах Triangulatica старается преимущественно использовать возможности GPU (графического процессора), возлагая на его вычислительные возможности основную массу математических расчетов.

Кроме возможностей по расчету растровых управляющих программ, Triangulatica обеспечивает возможность рассчитывать векторные управляющие программы для систем аддитивного производства. Подробнее о векторной нарезке рассказывается в разделе настоящего Руководства пользователя [Настройка векторного слайсера](#).

Выбор стратегии и материала

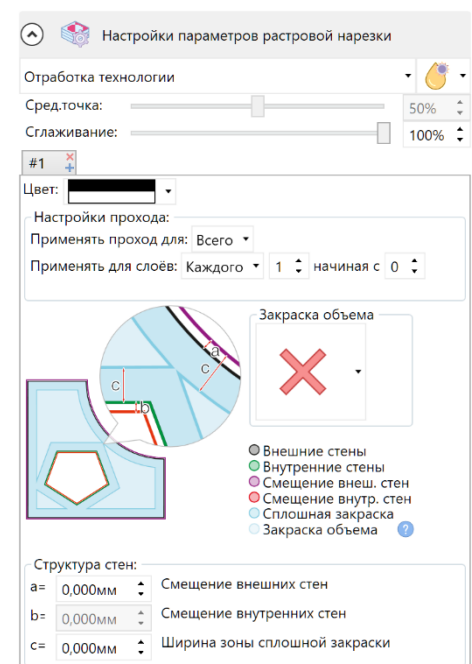
Начинать процесс настройки растрового слайсера надо с выбора стратегии и материала, для которого будут настраиваться правила. На скриншоте справа стратегия называется **Отладка технологии** и рядом с названием стратегии выбран материал **Красная матовая смола от 3DSL.A.RU для печати моделей** (иконка фотоотверждаемого полимера желтого цвета). О том, как добавлялась эта стратегия и этот материал написано в разделах [Создание и конфигурирование новых стратегий](#) и [Создание и конфигурирование новых материалов](#).

В растровом слайсере есть одно серьезное отличие от векторного слайсера – при выборе материала предоставляются параметры сглаживания (параметр **Средняя точка** и **Сглаживание**), действие которых распространяется на все пассы (проходы) и едино для всей конфигурации материала.

Пассы (Проходы)

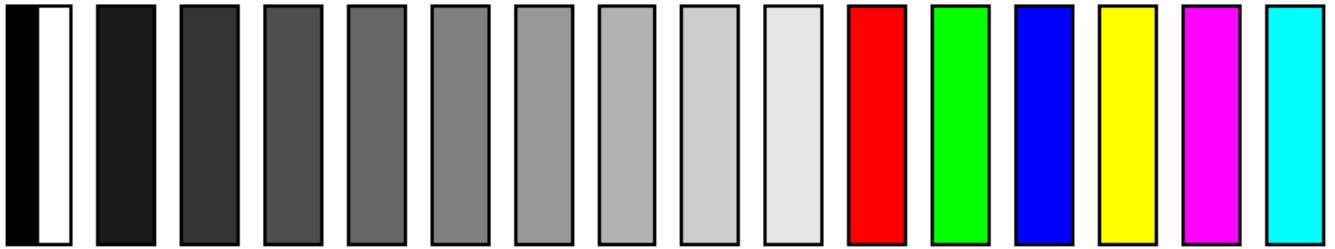
Это мощное средство в Triangulatica, которое позволяет формировать управляющие программы в зависимости от различных условий и контролировать порядок построения элементов слоя.

Пассов (Проходов) может быть несколько и в каждом пассе могут быть свои уникальные правила. Порядок пассов важен для получения необходимого результата, так как по порядку следования пассов формируется управляющая программа для каждого слоя. При помощи мыши можно перетаскивать пассы и менять их местами. Например, самый первый пасс можно сконфигурировать, чтобы он отвечал

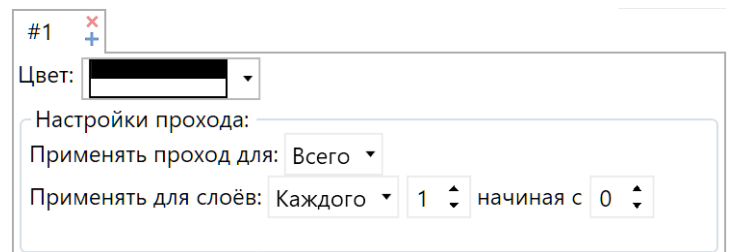


только за формирования стен поддержек, а второй пасс за модель и ее заполнение. При таком расположении пассов, в управляющую программу (набор растровых срезов слоев) для описания слоя будут сперва записаны изображения поддержек, а потом уже будут формироваться растровые картины срезов самой модели. Если же поменять пассы местами, то первым делом 3D принтер сформирует слой модели, а потом уже поверх нее наложит растровую картину поддержек (пример технологически не грамотный, но хорошо демонстрирует важность учета порядка следования пассов).

Первым параметром пасса является цвет заполнения для этого пасса. Triangulatica позволяет использовать следующие цвета из выпадающего списка **Цвет**:



- **Инверсивный контрастный** (по отношению к фоновому цвету, который определяется при конфигурировании растрового принтера, см. раздел [Растровый \(DLP, LCD, MJM, BinderJet\)](#) цвет. Для белого фона он будет черный, а для черного – белый);
- **Шкала серого** от 10% до 90%;
- **RGB цвета**: красный, зеленый и синий;
- **СМУ цвета**: желтый, маджента, голубой.



Возможность задавать для проходов стратегии печати уникальные цвета, наделило

Triangulatica способностью генерации растровых многоматериальных, многоцветных и многопроходных файлов среза, которые могут быть обработаны при печати билд-процессором, растровым процессором или иной утилитой печати. Кроме того, возможность выбора различных цветов, создает условия для легкой интеграции Triangulatica с системами аддитивного производства, которые работают с окрашенными жидкими материалами, отражающими или прозрачными матрицами и т.д.

Каждый из пассов (проходов) может применяться (для выбора используется выпадающий список **Применить проход для**) для:

- **Всего** (любых элементов в слое)
При этом серьезно ограничивается возможность определять параметрические штриховки слоев, т.к. на поддерживающие структуры в Triangulatica запрещено применять штриховки;
- **Моделей**;
- **Поддержек и рафтов**;
- **Поддержек**;
- **Рафтов**;
- **Поддержек и моделей**.

Можно уточнить для каких элементов слоя может применяться пасс (проход). Для этого используется выпадающий список **Применить для слоев**, который позволяет выбрать один из вариантов:

- **Каждого**

В параметрах можно определить номер слоя и счетчик слоя. Таким образом можно выделить четные и нечетные слои, например и сделать пасс, который в нечетных слоях формировал бы управляющую программу по одним правилам, а нечетные слои по другим;

- **Смотрящих вниз**

Поверхностей, которые направлены вниз (Down facing). В параметрах пасса задается кол-во слоев над направленной вниз поверхностью которые надо обработать и точность определения (**Acc**) границ направленных вниз зон. От точности определения серьезно зависит производительность при расчетах. Рекомендовано начинать с точности 0.3-0.5 мм и уменьшать значение, только если результат будет неудовлетворительным;

- **Смотрящих вверх**

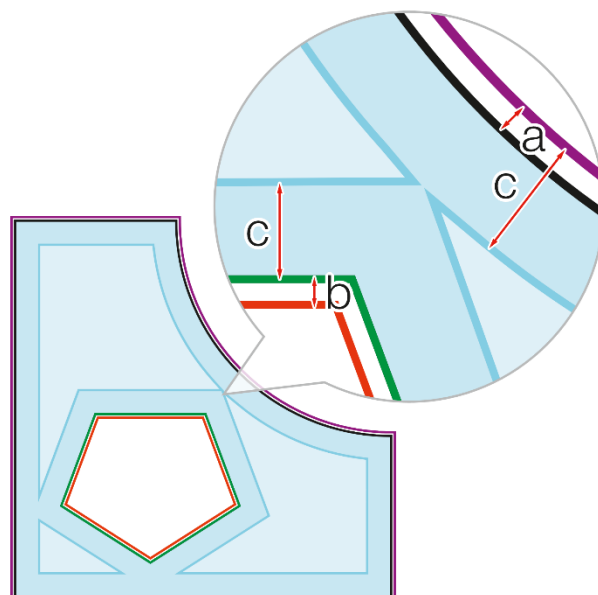
Поверхностей, которые направлены вверх (Up facing). В параметрах пасса задается кол-во слоев под направленной вверх поверхностью которые надо обработать и точность определения (**Acc**) границ направленных вверх зон. От точности определения серьезно зависит производительность при расчетах. Рекомендовано начинать с точности 0.3-0.5 мм и уменьшать значение, только если результат будет неудовлетворительным;

Стены

Средства Triangulatica по управлению правилами формирования стен среза предоставляют гибкие возможности по определению очередности в формировании стен объектов и закрасок.

Triangulatica оперируем следующими типами зависящих от стен элементов (помечены на схеме разными цветами):

- Внешние стены
- Внутренние стены
- Смещение внеш. стен
- Смещение внутр. стен
- Сплошная закразка
- Закраска объема



В растровом слайсере Triangulatica стены могут быть настроены одним из параметров:

- Параметр **a (Смещение внешних стен)**

Отвечает за смещение положения стен относительно идеально контура объекта на срезе (черные линии на схеме). Применяется для компенсации погрешности исполнителя узла формирования слоя в системе аддитивного производства. На схеме смещенная основная стена отмечена фиолетовым цветом;

- Параметр **b (Смещение внутренних стен)**

Временно не используется в расчетах;

- Параметр **c (Ширина зоны сплошной закразки)**

Толщина сплошной стены.

Структура стен:		
a=	0,000мм	Смещение внешних стен
b=	0,000мм	Смещение внутренних стен
c=	0,000мм	Ширина зоны сплошной закразки

Заполнения

Выбор типа заполнения осуществляется из выпадающего списка с иконками закраски. В одном проходе (пассе) может быть настроен только один тип заполнения. У каждого типа закраски существуют свои настройки параметров, которые типичны и для выбранной закраски и наиболее оптимальным способом описывают ее параметры.



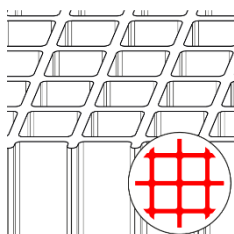
Без закраски

Срез ничем не заполняется



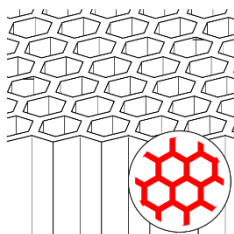
Сплошная модель

Сплошная заливка модели



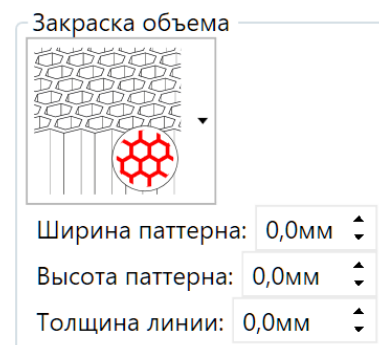
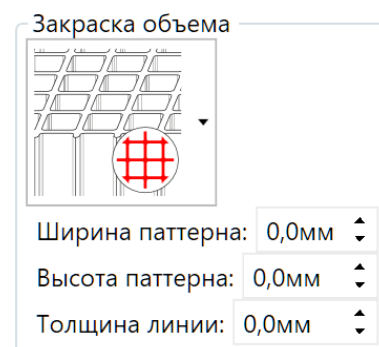
Решетка

Заполнение модели прямоугольными вертикальными структурами



Шестигранник

Заполнение модели шестиугольными вертикальными структурами



Если требуется в одном срезе (слое) получить на одном изделии оба типа заполнений, то рекомендуется создать 2 прохода (пасса) и для каждого назначить свои параметры заполнений.

Нарезка сцены

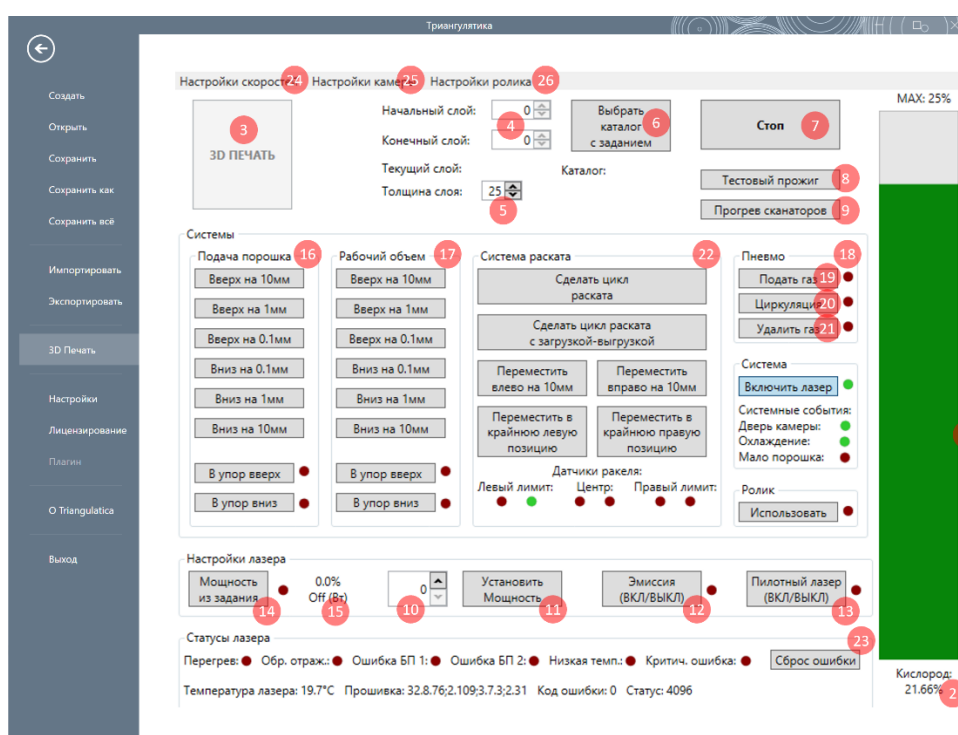
- Для нарезки (слайсинга) сцены для **векторного принтера** обратитесь к разделу [Векторная нарезка](#).
- Для нарезки (слайсинга) сцены для **растрового принтера** обратитесь к разделу [Растровая нарезка](#).

Печать из Triangulatica

Triangulatica - это слайсер (или САМ-софт). Первостепенная задача слайсера заключается в том, чтобы обеспечивать генерацию управляющих программ для систем аддитивного производства различного

вида и назначения. Поэтому задача печати из Triangulatica носит для разработчиков второстепенное значение, тем более что утилиты печати чаще всего разрабатываются самими производителями аддитивного оборудования под установки собственного производства. Поэтому политика разработчиков в отношении сервиса печати напрямую из Triangulatica, следующая: любой разработчик систем аддитивного производства может предоставить собственную программу (утилиту печати) для подключения этой утилиты в дистрибутив Triangulatica или может заказать разработку подобной утилиты у разработчиков Triangulatica для организации функции печати прямо из ПО. Для заключения соглашения с разработчиками ПО Triangulatica и включения программы печати, утилиты печати, билд-процессора и т.д. в поставку (дистрибутив) Triangulatica можно написать запрос на info@triangulatica.com.

Если система аддитивного производства, которой пользуется оператор Triangulatica, имеет подключенный софт для осуществления процесса печати прямо из Triangulatica, то меню **Файл -> 3D Печать** запустит утилиту печати.



Пример встроенной утилиты печати.

На приведенном примере встроенной утилиты печати, различные элементы интерфейса имеют назначение, описанное ниже в таблице:

№	Наименование
1	Шкала-индикатор остаточного кислорода в рабочей камере
2	Фактическое показание датчиков остаточного кислорода в рабочей камере
3	Кнопка запуска 3D печати
4	Информация о кол-во слоев в задании печати
5	Рабочая толщина слоя
6	Кнопка выбора каталога с заданием печати
7	Кнопка остановки печати
8	Кнопка тестового прожига одного слоя печати без раската порошка

9	Кнопка запуска процедуры прогрева сканаторов
10	Поле установки мощности лазера
11	Кнопка установки мощности лазера
12	Кнопка включения/отключения эмиссии с индикатором состояния
13	Кнопка включения/отключения пилот-лазера с индикатором состояния
14	Кнопка включения режима работы с переменной мощностью излучения из файла
15	Индикация установленной мощности в %
16	Группа кнопок управления камерой подачи порошка с индикаторами состояния лимитов камеры
17	Группа кнопок управления рабочей камерой с индикаторами состояния лимитов камеры
18	Группа кнопок управления газовым контуром
19	Кнопка включения клапана подачи газа
20	Кнопка включения циркуляции-фильтрации газа (интенсивность задается на фильтре)
21	Кнопка удаления газа
22	Группа кнопок управления ракелем с индикаторами состояния лимитов ракеля
23	Группа мониторинга ошибок, сброса ошибок и статусной информации лазера
24	Установка параметров скоростей
25	Установка параметров подачи порошка
26	Установка параметров ролика

Для разных систем аддитивного производства, меню **Файл -> 3D Печать** может иметь свой уникальный вид. Интерфейс и особенности каждой отдельной утилиты должен быть описан в документации, поставляемой с оборудованием.

Некоторые производители оборудования предпочитают, чтобы их утилита или программа печати не была встроена в Triangulatica и меню **Файл -> 3D Печать** вызывало бы их отдельную утилиту.

BackUp и восстановление настроек

файлы конфигурации (настройки принтера, настройки материалов и т. д.) хранятся в каталоге: **C:\Users\#USER#\AppData\Local\Triangulatica**. В данном каталоге находятся:

- Каталог **Backup** содержит хранится 20 версий конфигураций, предназначенных для восстановления предыдущих состояний среды Triangulatica. Для восстановления конфигурации за какую-то дату, достаточно переписать содержимое этого каталога поверх существующей конфигурации. В момент восстановления из **Backup** конфигурации, само ПО Triangulatica не должно быть запущено;
- Каталог **Materials** содержит зашифрованные файлы описания материалов, добавленных с конфигурацию;
- Каталог **Printers** содержит зашифрованные файлы описания принтеров, добавленных с конфигурацию.
- Файл **camerasettings.triset** содержит зашифрованную информацию об активной конфигурации ПО Triangulatica;
- Файл **usersettings.triset** содержит зашифрованную информацию о пользовательских настройках ПО Triangulatica.

