

Мастер-класс по 3D- печати PICASO 3D

Артём Родин
PICASO 3D

Знакомство



- **Директор студии 3D-печати 3D-EX.RU**
- **Руководитель лаборатории аддитивных технологий 1й МОК**
- **Эксперт компании PICASO 3D**
- **Выпускник «Школы 3D-решений» КРОК**
- **Национальный эксперт по прототипированию Junior Skills**

- **Директор студии
3D-печати
3D-EX RU**





- **Руководитель
лаборатории АТ 1й
МОК**

- Эксперт компании PICASO 3D

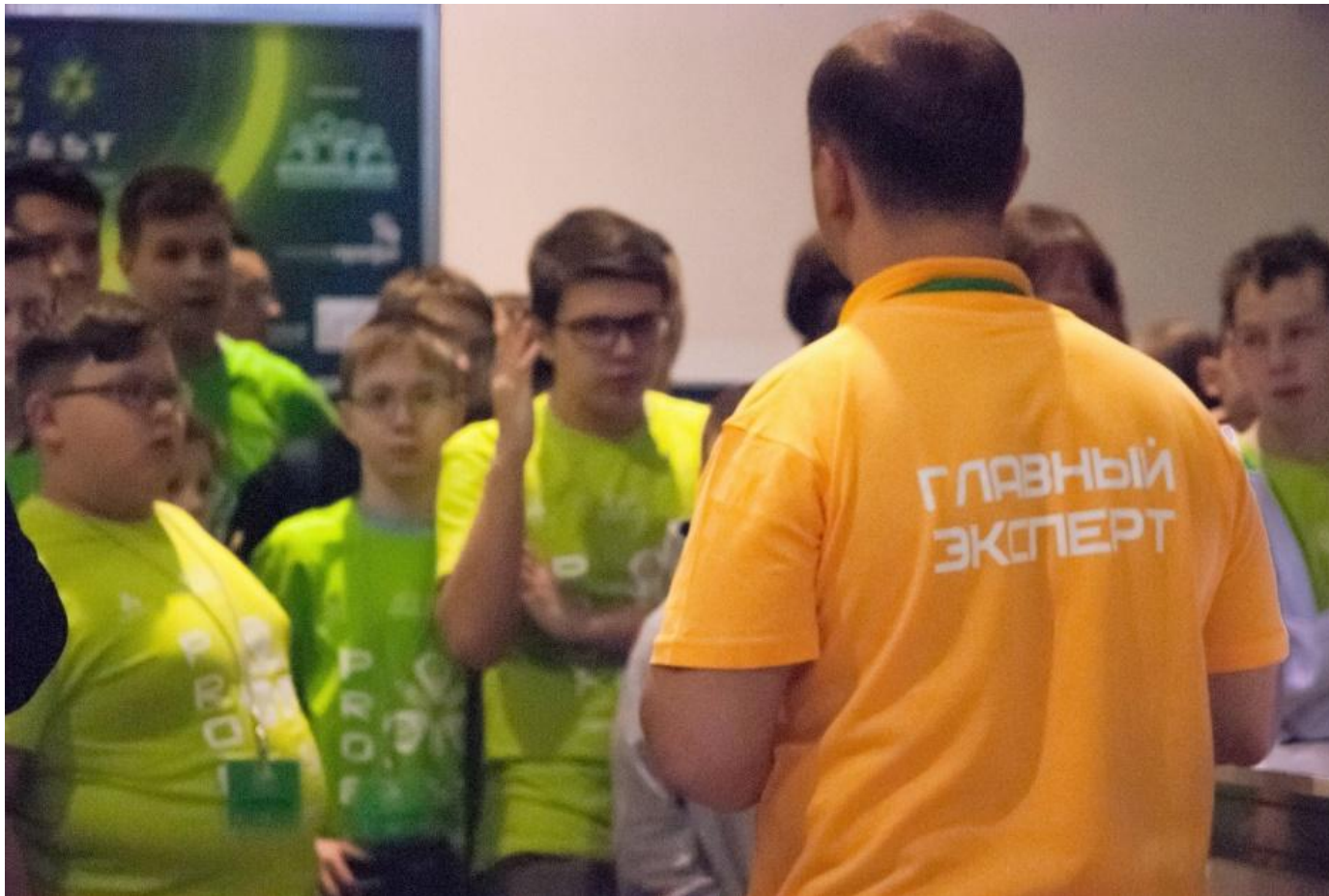




- Эксперт компании PICASO 3D

- Эксперт компании PICASO 3D





- **Национальный эксперт по прототипированию Junior Skills**



- **Национальный эксперт по прототипированию Junior Skills**

- Проект «ТехноГрад» на ВДНХ
- «Специалист по АТ», 102



**Что сегодня точно
будет на мастер-
классе?**

Программа:

- **Введение в АТ: технологии и материалы**

Программа:

- **Введение в АТ: технологии и материалы**
- **«Все о деньгах» в 3D-печати**

Программа:

- **Введение в АТ: технологии и материалы**
- **«Все о деньгах» в 3D-печати**
- **Полезные материалы и сервисы**

Программа:

- **Введение в АТ: технологии и материалы**
- **«Все о деньгах» в 3D-печати**
- **Полезные материалы и сервисы**
- **Практикум по 3D-моделированию Fusion 360**

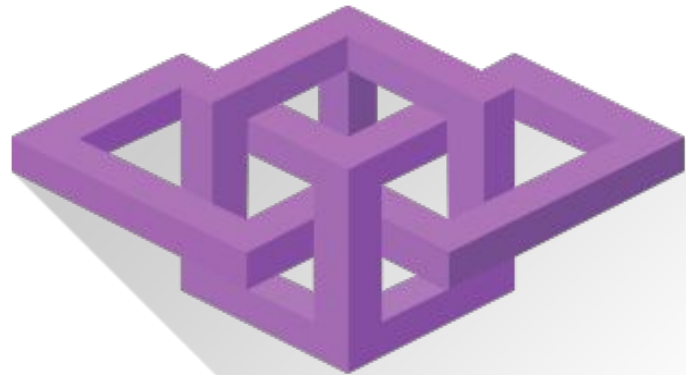
Программа:

- **Введение в АТ: технологии и материалы**
- **«Все о деньгах» в 3D-печати**
- **Полезные материалы и сервисы**
- **Практикум по 3D-моделированию Fusion 360**
- **Практикум по 3D-печати на PICASO X PRO**

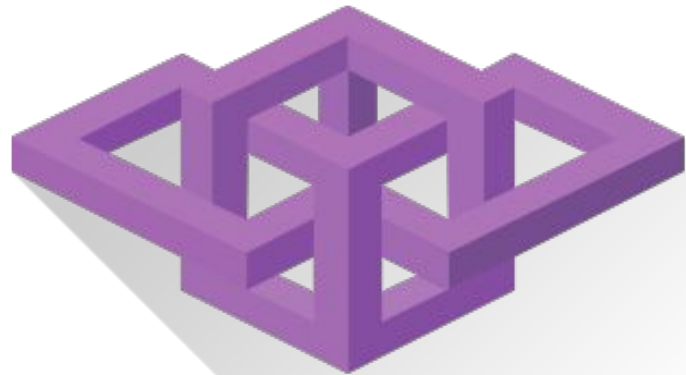
Программа:

- Введение в АТ: технологии и материалы
- «Все о деньгах» в 3D-печати
- Полезные материалы и сервисы
- Практикум по 3D-моделированию Fusion 360
- Практикум по 3D-печати на PICASO X PRO
- Подарки

Введение в аддитивные технологии

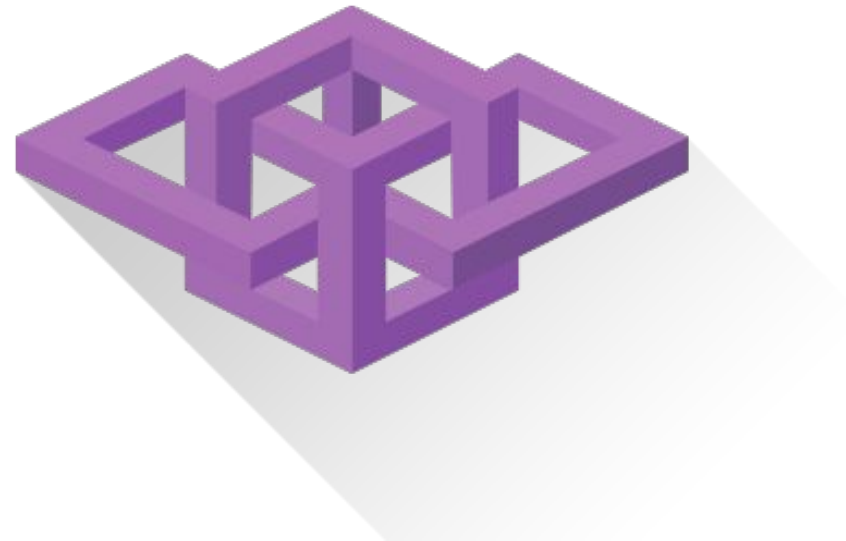


Когда появились аддитивные технологии?





Самые востребованные технологии 3D-печати



Промышленная печать: SLS, SLM, PolyJet(**)

+

-

Промышленная печать: SLS, SLM, PolyJet(**)

+

-

- **Скорость**
- **Область печати(*)**
- **Поддержка нескольких материалов(**)**
- **Слоистость (***)**

Промышленная печать: SLS, SLM, PolyJet(**)

+

- **Скорость**
- **Область печати(*)**
- **Поддержка нескольких материалов(**)**
- **Слоистость (***)**

-

- **Стоимость**
- **Постобработка**
- **Доступность оборудования**

SLA/DLP печать

+

-

SLA/DLP печать

+

- **Скорость**
- **Доступность оборудования**
- **Разнообразие материалов**
- **Слоистость (*)**

-

SLA/DLP печать

+

- **Скорость**
- **Доступность оборудования**
- **Разнообразие материалов**
- **Слоистость (*)**

-

- **Стоимость**
- **Область печати**
- **Постобработка**

FDM печать

+

-

FDM печать

+

- **Стоимость**
- **Доступность оборудования**
- **Разнообразие материалов**
- **Обратная связь от производителей**
- **Масштабируемость**

-

FDM печать

+

- **Стоимость**
- **Доступность оборудования**
- **Разнообразие материалов**
- **Обратная связь от производителей**
- **Масштабируемость**

-

- **Слоистость**
- **Область печати**
- **Качество печати (*)**
- **Скорость**

Сферы применения 3D-печати



Авиастроение



Архитектура



Военная промышленность



Машиностроение



Медицина



Образование



Приборостроение



Промышленный дизайн



Робототехника



Товары народного потребления

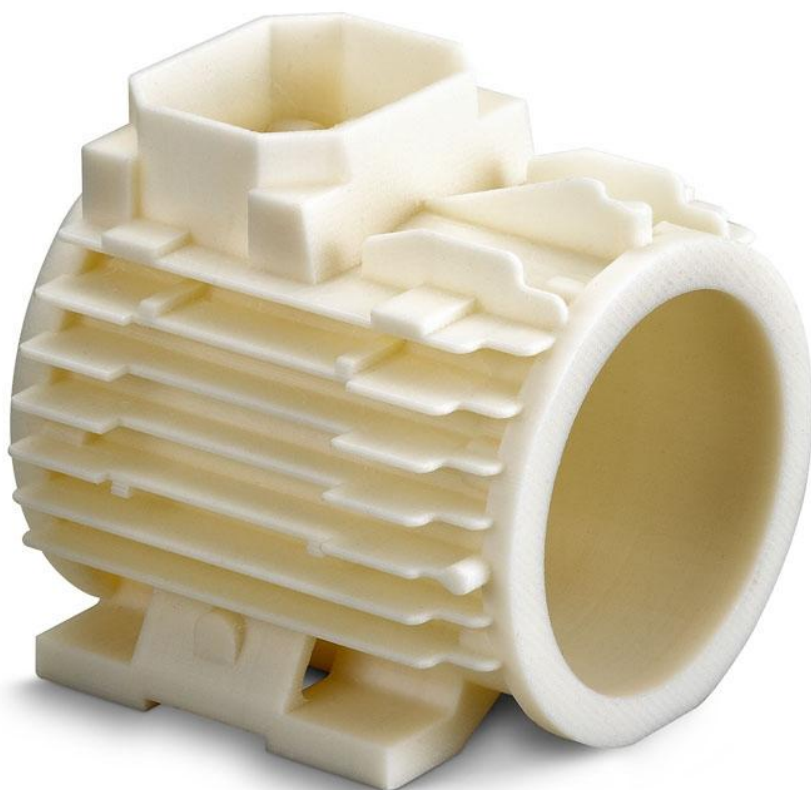
Особенности 3D-печати методом FDM



Чем печатать?



ABS пластик



- ABS – относительно термостойкий (от -40 до 90), износостойкий, прочный материал (на изгиб и удар),
- **Изделия хорошо обрабатываются как механически, так и при помощи растворителя – ацетона.**
- Рекомендуемые параметры печати – сопло 240-260, стол 90-115.
- **К недостаткам ABS можно отнести: относительно высокую усадку, для больших деталей требуется закрытая камера, средняя адгезия.**
- Применение – корпуса, функциональные нагруженные детали.

PLA пластик



- PLA – практически не имеет усадки (стабильность размеров), жесткий (хрупкость), без запаха, биоразлагаемый материал с хорошей адгезией

- Плохо поддается постобработке. Растворяется в хлористом метилена/этилене.

- Параметры печати – сопло 200-220, стол ~55.

- Недостатками PLA являются: становится мягким при температуре около 60*, требовательный к температурному режиму.

- Применение – дизайнерские фи
предметы интерьера, игрушки, ко

SBS пластик



- SBS – высокая гибкость (не путать с эластичностью!), ударопрочность, химическая стойкость, не впитывает влагу и отсутствие запаха при печати

- **Материал хорошо поддается постобработке как механической, так и химической.**

- Параметры печати – 210-220, хорошо прилипает как при 60-70*, так и к холодному столу. Растворители – нефтяной сольвент, D-Limonen, Дихлорметан.

- **Применение – прототипирование стеклотары, дизайнерские фигурки, предметы интерьера.**

РЕТ пластик



- РЕТ (РЕТg) – имеет набор полезных свойств: неактивен к растворителям и воде, а также к кислотам и щелочам; имеет достаточно высокую температурную устойчивость, износостойчивость и показатель диэлектричности. В то же время, материал прозрачен к ультрафиолету и способен пропускать кислород и углекислый газ.

- Параметры печати – 220-235, стол 60.**

- Материал плохо поддается постобработке и покраске.

- Применение: РЕТ и РЕТg проявляют свойства, близкие к ABS-у и имеют низкий уровень усадки, что позволяет применять его при печати больших моделей нагруженных деталей и функци**

Nylon пластик



- Nylon – износостойчивый материал с отличным коэффициентом скольжения, позволяющего использовать материал в качестве подшипников скольжения и схожих механизмов, без использования смазки.

- Использование нейлона в 3D печати ограничено, в связи с высокой степенью усадки и гигроскопичностью**

- Температура печати – в районе 240-280*, стол 90-115* (сильно зависит от марки и производителя).

- Нейлон практически не поддается склеиванию, что затрудняет изготовление крупногабаритных деталей из составных частей. При печати рекомендуется нанесение на рабочий сильного адгезива, та не схватывается со стеклом**

HIPS пластик



• HIPS –полистирол, известен каждому по множественным изделиям, применяемым в быту: одноразовая посуда, игрушки, упаковка, облицовочный материал, бытовая техника.

• Печать HIPS по температурным показателям схожа с печатью ABS пластиком, поэтому, чаще всего HIPS используют совместно с ABS, но в качестве материала поддерживающих структур (при условии наличия экструдера с 2мя соплами). HIPS в дальнейшем хорошо растворится D-Limonen.

• Температура печати – 230-240, стол – 80-90.

• HIPS является достаточно безопасным материалом, поэтому из него можно печатать посуду, контейнеры и различные другие

PC пластик

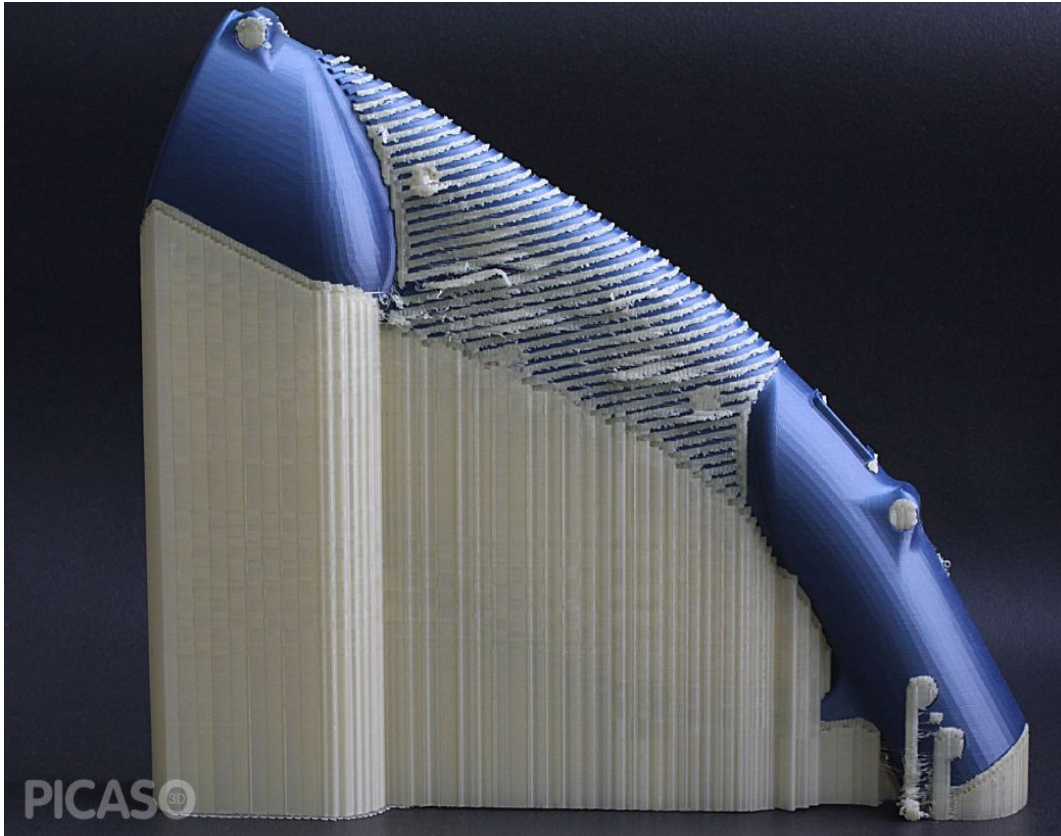


•PC – поликарбонат. Прочный, конструкционный материал, основные достоинства которого: высокая жесткость, устойчивость к ударным воздействиям, к воздействию кислот, имеет широкий диапазон температуры эксплуатации от -40 до 120*С. К недостаткам можно отнести высокую гигроскопичность (способность к поглощению влаги), уязвимость к УФ свету и к воздействию органических растворителей.

•Для печати этот материал встречается достаточно редко, ввиду высокой температуры экструзии, порядка 300*С. Подогрев стола рекомендуется на уровне 90-120*С.

•Применение: изделия с высокими требованиями по жесткости и прочности, температурной устойчивости.

PVA пластик



•PVA – поливиниловый спирт – уникальный расходный материал, поскольку он существенно расширяет возможности 3D-печати (при условии наличия двух сопел в экструдере), позволяя печатать модели сложной геометрии с поднутрениями и отверстиями, а также целые сборки.

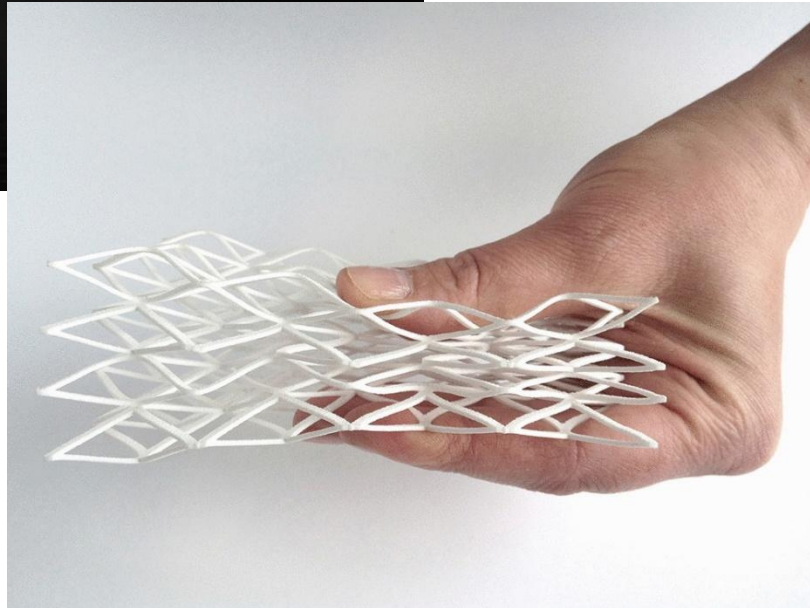
• **Температура печати – 180-230*, стол – 40-55*.**

•Поддержки из PVA хорошо растворяются в воде, за что этот материал получил широкое распространение среди 3D-печатников.

•**Применение: печать поддерживающих структур в сочетании с основным материалом (PLA, PRIMALLOY, ULTRAN).**

*зависит от производителя

TPE, TPU, FLEX, Rubber...



•TPE, TPU, FLEX, RUBBER – термопластичные эластомеры. Плюсы – гибкость, пластичность. К основным недостаткам данной группы пластиков можно отнести то, что для печати на FDM принтере рекомендуется прямая подача и чистое сопло (остатки других пластиков после печати могут затруднить экструзию).

•К примеру, PRIMALLOY имеет температуру экструзии 250*С, стол – 50*С. Коэффициент подачи – 1.03 (параметры печати на PICASO X PRO).

•Применение: гибкие ремешки, аксессуары, прокладки для соединений, втулки, уплотнительные кольца.

Wood, Bronze, Cooper, Ceramo...



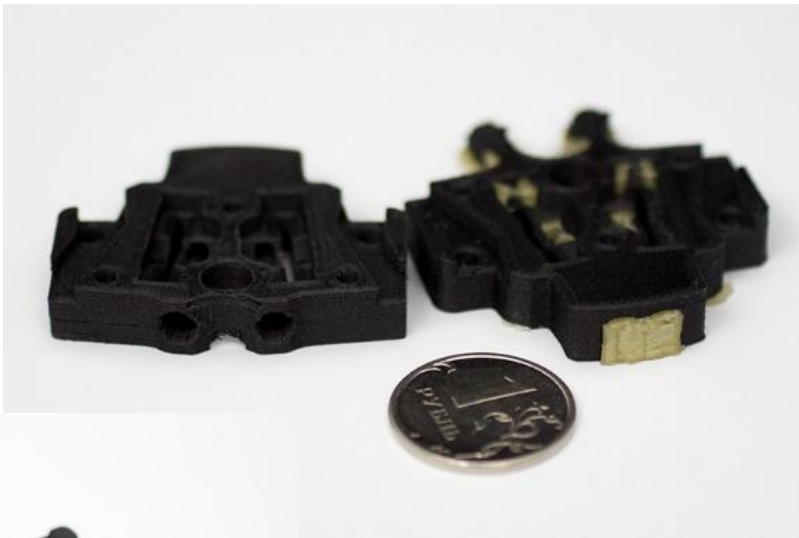
•Laywood, Laybrick, Bronzfil, eCooper, Ceramo... - пластики, в качестве связующего используется PLA, ABS, SBS пластики, с добавлением натуральных компонентов для имитации дерева, бронзы, меди, стали, керамики и тд.

•Температура экструзии варьируется от 190* до 230*С.

•Материалы хорошо поддаются механической обработке.

•Применение: данные материалы позволяют визуально имитировать дерево, сталь, бронзу, что позволяет использовать их для печати игрушек, элементов посуды и дизайнерских фигур

ULTRAN



- Рабочая температура эксплуатации: от -60 градусов до 210 градусов.
- Температура печати - 300 градусов.
- Возможность покрытия порошковой краской сразу после печати .
- Высокий предел прочности на разрыв - 110 мПа. (для сравнения у ABS - 22 мПа)
- Возможность использования с водорастворимой поддержкой.

ULTRAN

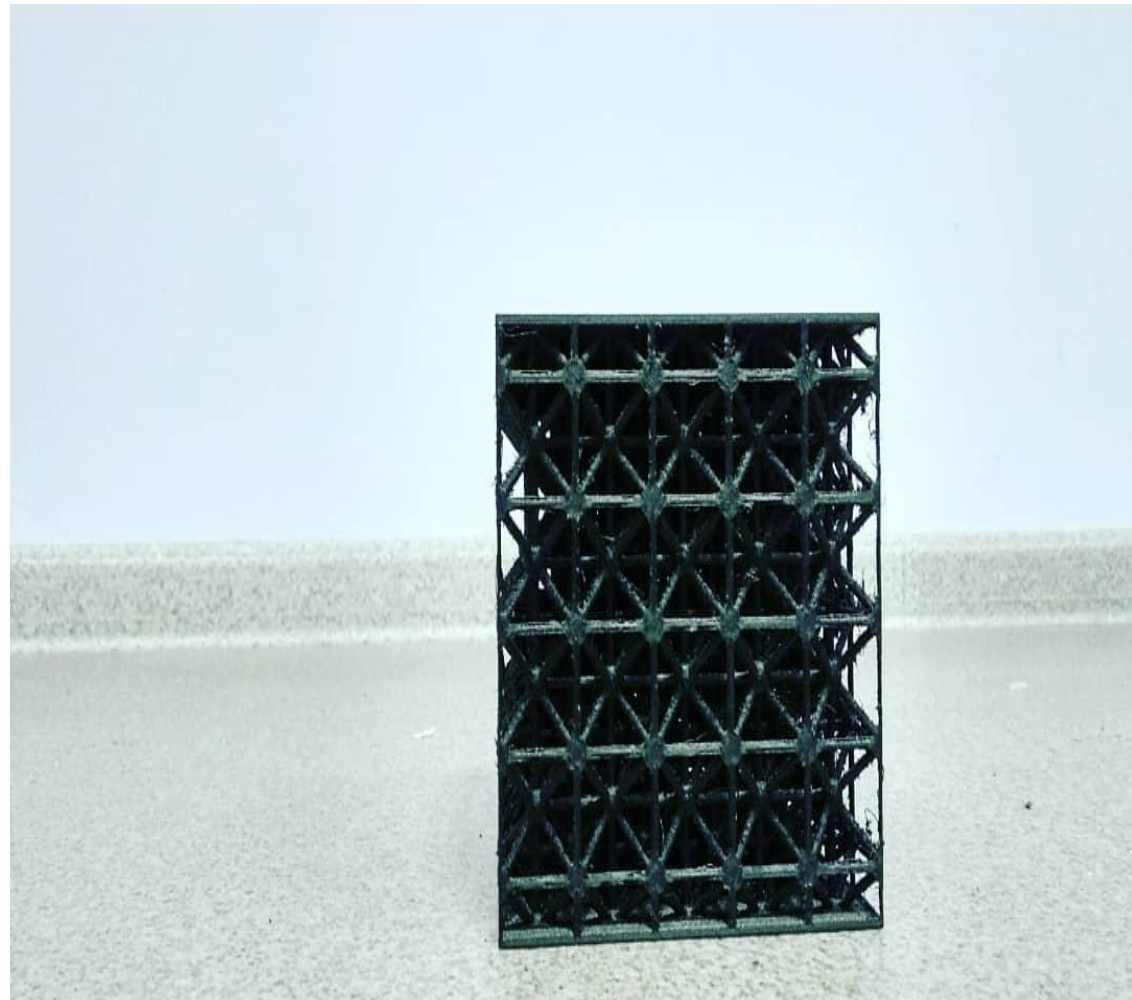


ULTRAN





ULTRAN



Что еще нужно знать о 3D-печати методом FDM?



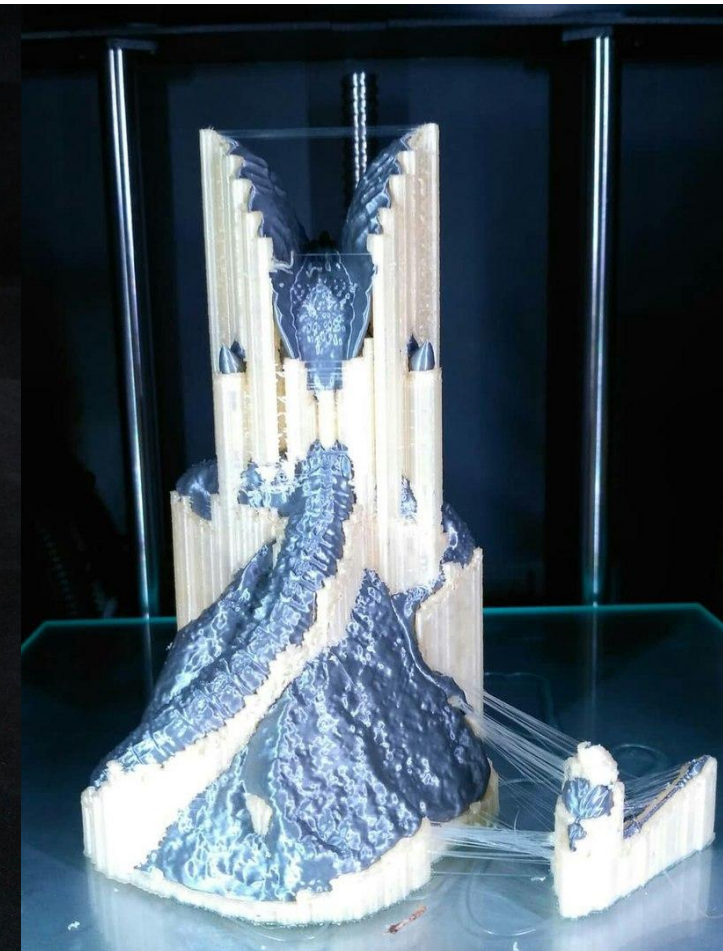
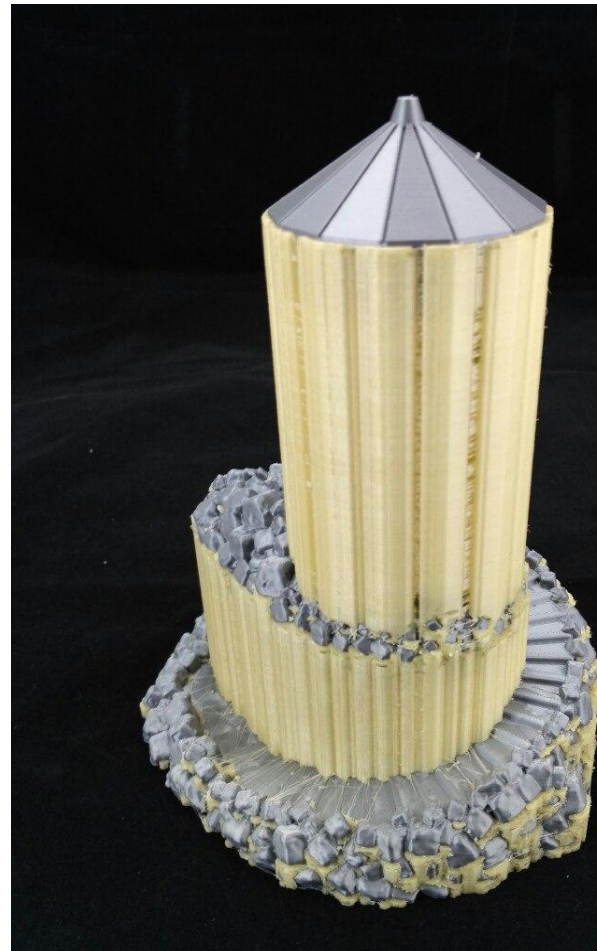
Поддержки



Поддержки необходимы для построения внутренних полостей и отверстий, а так же нависающих элементов модели

Поддержки из того же

Растворимые



Выбор слайсера



Выбор слайсера



Настройка Polygon X

Закреть

Общее

Сетевые

Принтеры

Используемые принтеры

Активирован



Designer X

Активирован



Designer X Pro

Активирован



Designer PRO 250

Активирован



Designer

Добавить принтер

Удалить принтер

Запрос активации

Обзор

Профессиональная линейка X



Designer X



Designer X Pro



Designer XL



Designer XL Pro

Базовая линейка

Архивная линейка

Подготовить задание

Закрывать

Тип настроек:

Расширенный

Предустановка:

Пользователь

Ширина экструзии

Ширина линий периметров: 0.30 мм

Ширина линий заполнения: 0.30 мм

Поддержка

Поддержка Растворимая

Подложка Оптимизация

Уменьшает расход растворимых поддержек. Строит опорную часть поддержки последние (интерфейсные) слои - растворимым материалом поддержки. Не рекомендуется использовать для материалов с высокой усадкой (ABS, ...)

Сопло для поддержки:

Сопло 1 Сопло 2

Плотность поддержки: 60%

Угол активации поддержки: 35°

Z зазор: 0.00 мм

X/Y зазор: 0.40 мм

Толщина интерф. слоёв: 1.50 мм

Зазор X/Y интерф. слоёв: 0.10 мм

Угол заполнения интерфейсных слоёв: 0°

Ширина интерф. линий: 0.30 мм

Зазор между интерф. линиями: 0.30 мм

Расширение поддержки: 1.00 мм

Адгезия к платформе

Ничего Усиление контакта детали

до детали: 2.00 мм

усиления: 5.00 мм

Шов

Глубина скрытия: 1.0

Принудительный зазор: 0.0

Угол разброса: 0°

Расположение шва:

Использование углов

Оболочка и заполнение

Толщина оболочки: 1.00 мм

Количество периметров: 3.0

Шаблон заполнения детали: Октагоны

Основные настройки

Высота слоя: 0.10 мм

Высота первого слоя: 0.10 мм

Кратность слоёв заливки: 1

Плотность заполнения детали: 17%

✓ Подготовить

Менеджер материалов

Закрыть

Выбор и создание профиля:

- PICASO ABS
- PICASO HIPS
- PICASO PLA
- PICASO PVA(ESUN)
- PICASO Ultran
- REC FLEX
- REC PLA
- REC PVA

Импорт Экспорт + ×

Настройки выбранного профиля:

Имя:

Температура печати

Температура сопла: °C Пиковая темп. радиатора: °C

Температура стола: °C Температура камеры: °C

Выгрузка пластика

Скор. выгрузки пластика: мм/с Темпер. выгрузки пластика: °C

Растворимый материал

Охлаждение

Коеф. охлаждения детали: 0%

Коеф. охлаждения камеры: 0%

Коеф. циркуляции камеры: 15%

Минимальное время слоя: сек

Время перехода в режим охл-ия: мин Температура в режиме охл.: °C

Прочистка

Длина прочистки пластика: мм Скор. прочистки пластика: мм/с

Откат/Возврат

Длина отката пластика: мм Скорость отката пластика: мм/с

Длина дополнит. возвр. пластика: мм Скор. возврата пластика: мм/с

Прочее

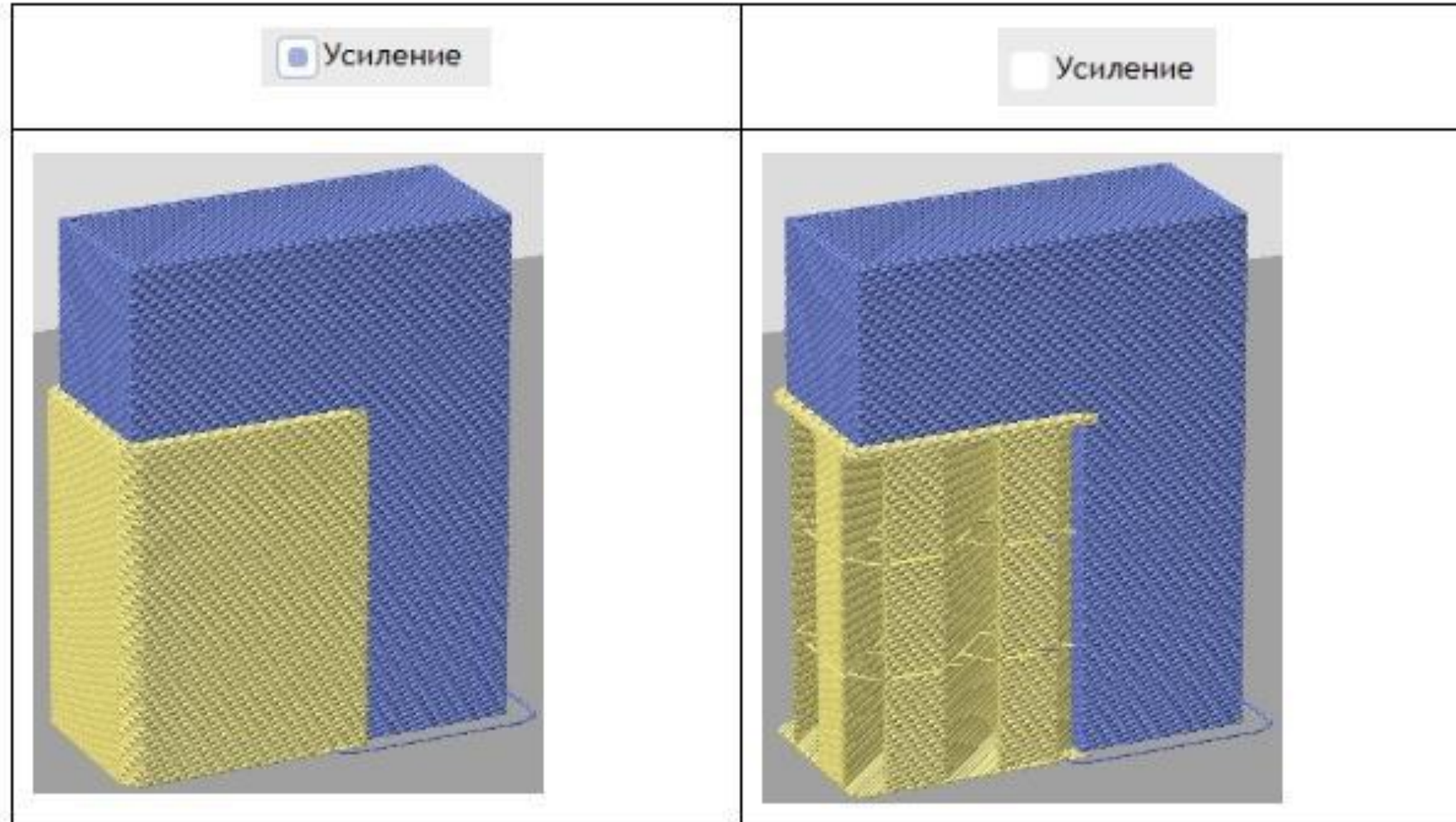
Коеф. подачи: 98%

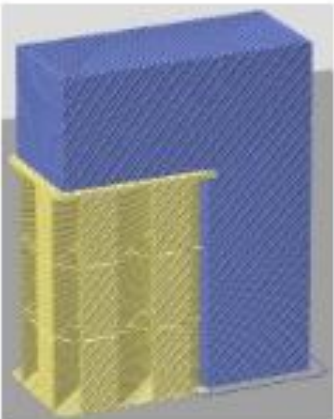
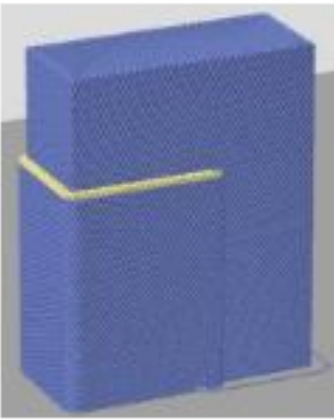
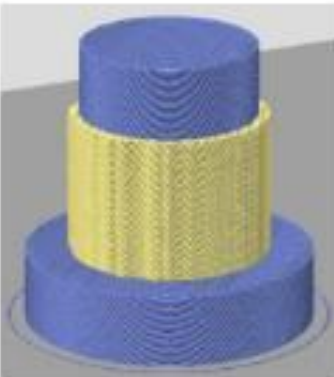
Коеф. толщины первого слоя: 100%

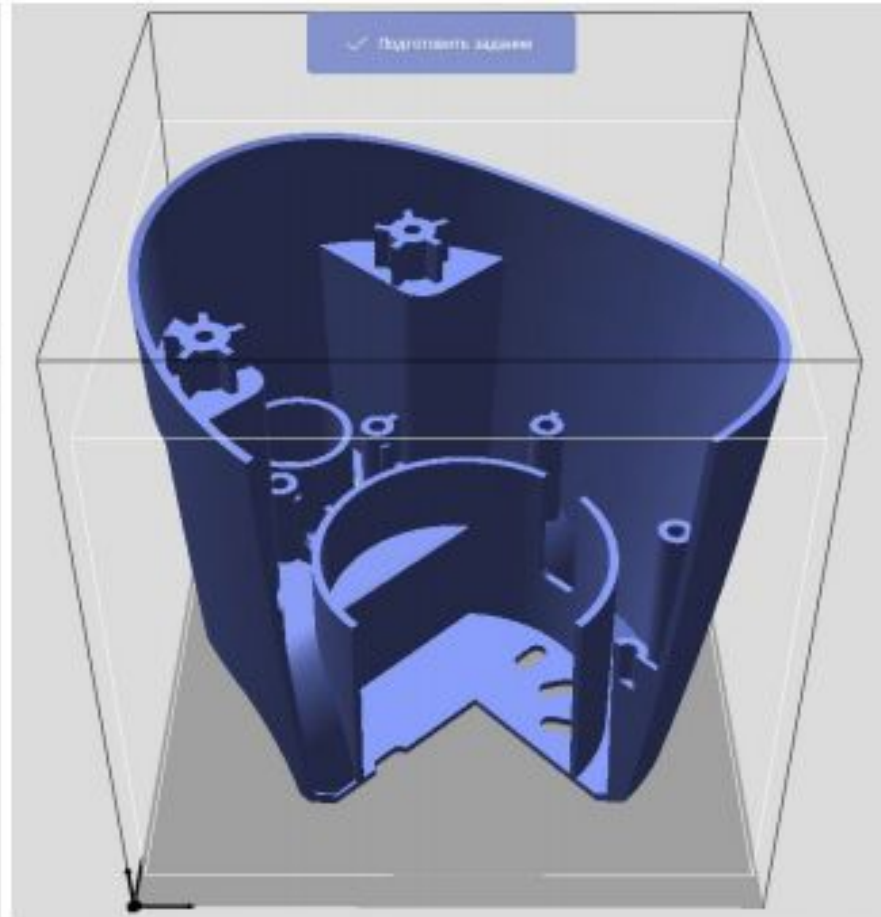
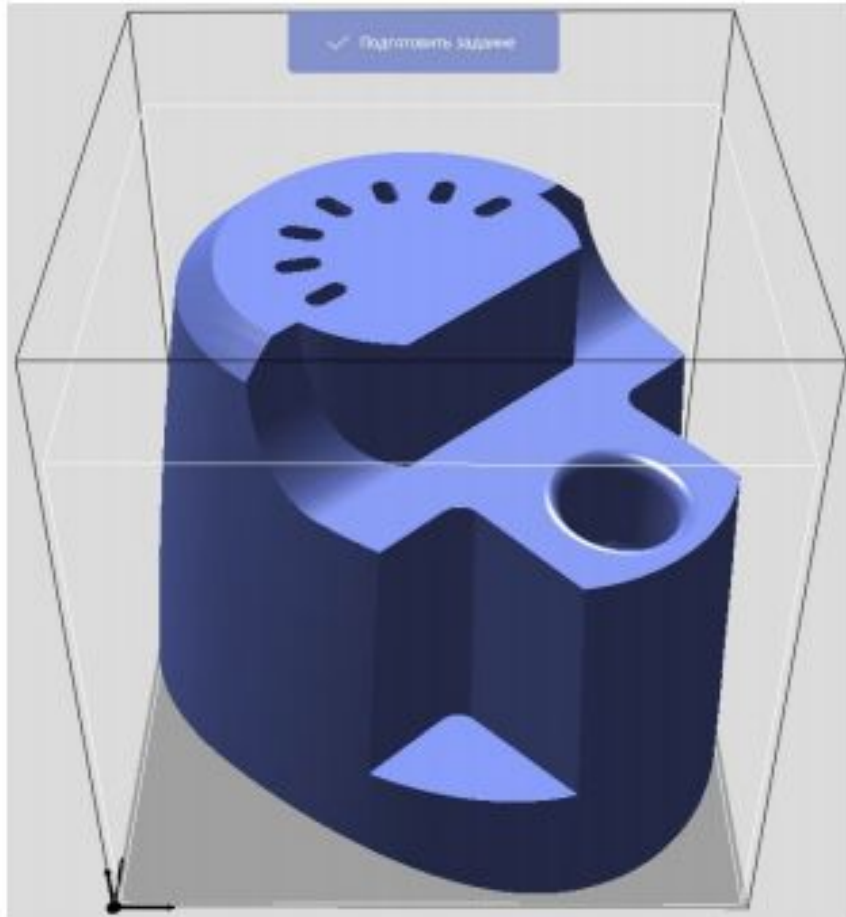
Стоимость пластика: руб Z-прыжок: мм

Зачем нужна оптимизация поддержек?

<input checked="" type="checkbox"/> Оптимизация	<input type="checkbox"/> Оптимизация
Опорные слои - основной материал Интерфейсные - материал поддержки	Опорные слои - материал поддержки Интерфейсные - материал поддержки
	



	HIPS	PVA	
Оптимизация	<input type="checkbox"/> Оптимизация	<input checked="" type="checkbox"/> Оптимизация	<input type="checkbox"/> Оптимизация
Усиление	<input type="checkbox"/> Усиление	<input checked="" type="checkbox"/> Усиление	<input checked="" type="checkbox"/> Усиление
			
	Поддержки проще удалить механически	Расход материала поддержки минимизирован	*в некоторых случаях геометрия модели не позволит использовать режим «Оптимизация»



Характеристики пластика

Материал	PLA (основной)	PVA (растворимый)
Вес катушки (гр)	800	500
Длина прутка в катушке (м)	266	171
Стоимость катушки (руб.)	1800	3000
Стоимость за метр пластика (руб.)	6,77	17,54

PICASO Polygon

Файл Конфигурация Справка

Размещение объекта 2 Задание

✓ Сохранить задание

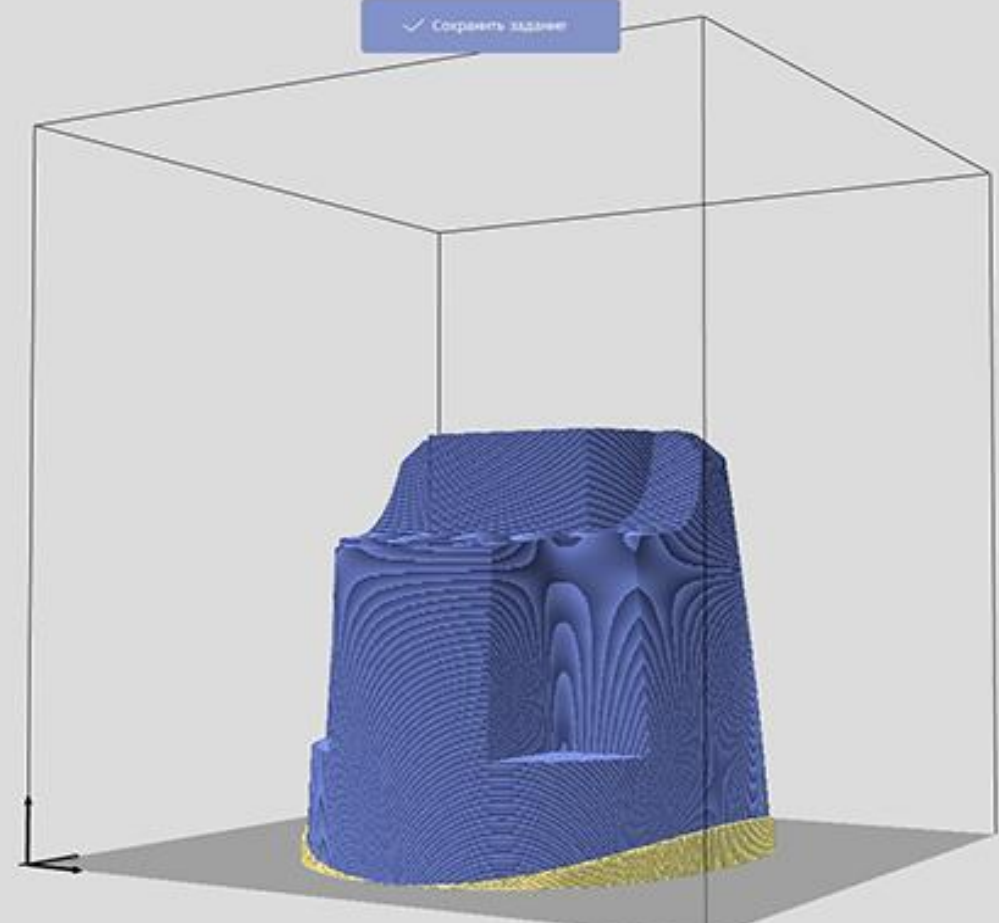
Обзор задания Визуализация

Сведения о задании

Детали: Корпус турбины K3.pbrx
Тип принтера -Designer X Pro-
Сопла -1:0.30 мм 2:0.30 мм-
Тип настроек -Быстрый-
Высота слоя -0.20 мм-
Шагича линий -0.16 мм-
Плотность заполнения -11 %-
Поддержка -Растворимая-
Подложка -Нет-
Сопло для поддержки и подложки -2-

Статистика задания

- Ориентировочное время печати
 - Профиль -Качество- → -64:01-
 - Профиль -Стандарт- → -37:25-
 - Профиль -Быстро- → -27:25-
 - Профиль -Черном- → -20:45-
- Пластик 1
 - Длина -57297,56 мм-
 - Объем -137,8173 см³-
- Пластик 2
 - Длина -73246,41 мм-
 - Объем -176,1783 см³-



без режима «Оптимизация»

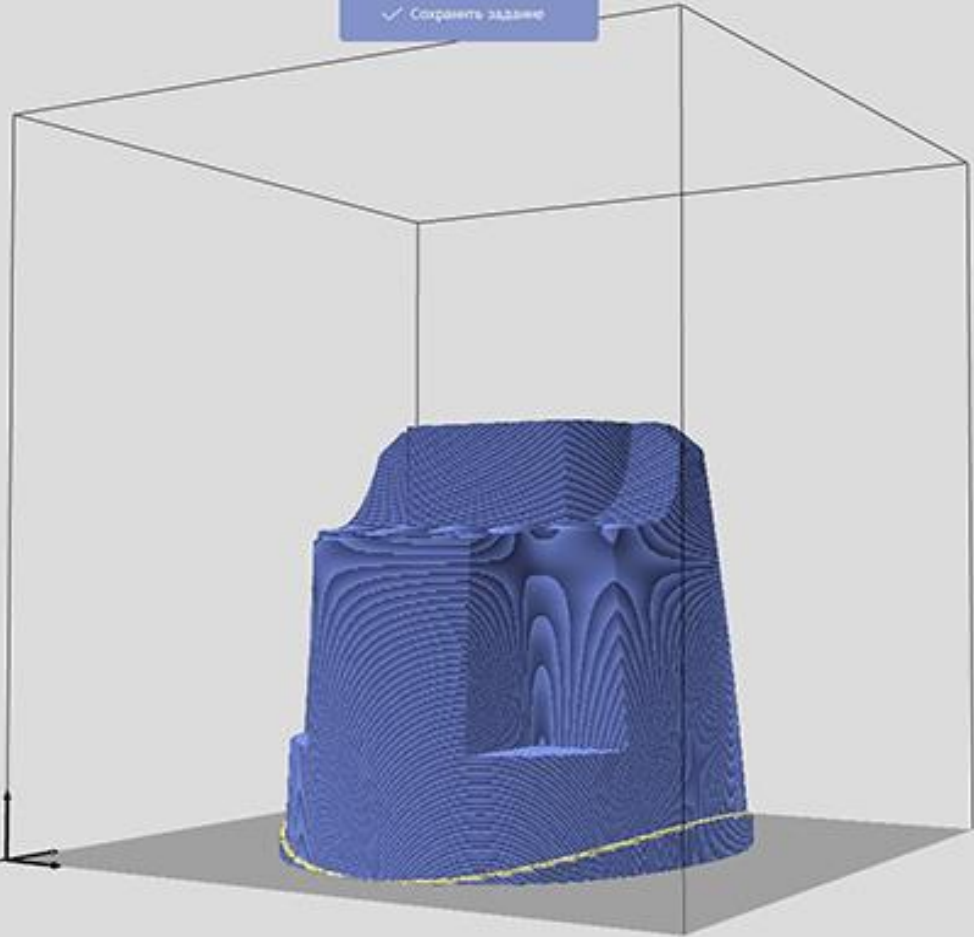
PICASO Polygon

Файл Конфигурация Справка

Размещение объекта

Задание

Сохранить задание



Обзор задания

Визуализация

Сведения о задании


Детали: Корпус турбины K3.rprt

- Тип принтера - Designer X Pro
- Сопло - 1:0.30 мм 2:0.30 мм
- Тип настроек - Быстрый
- Высота слоя - 0.20 мм
- Ширина линий - 0.36 мм
- Плотность заполнения - 13.5%
- Поддержка - Растворимая с оптимизацией
- Подложка - Нет
- Сопло для поддержки и подложки - 2

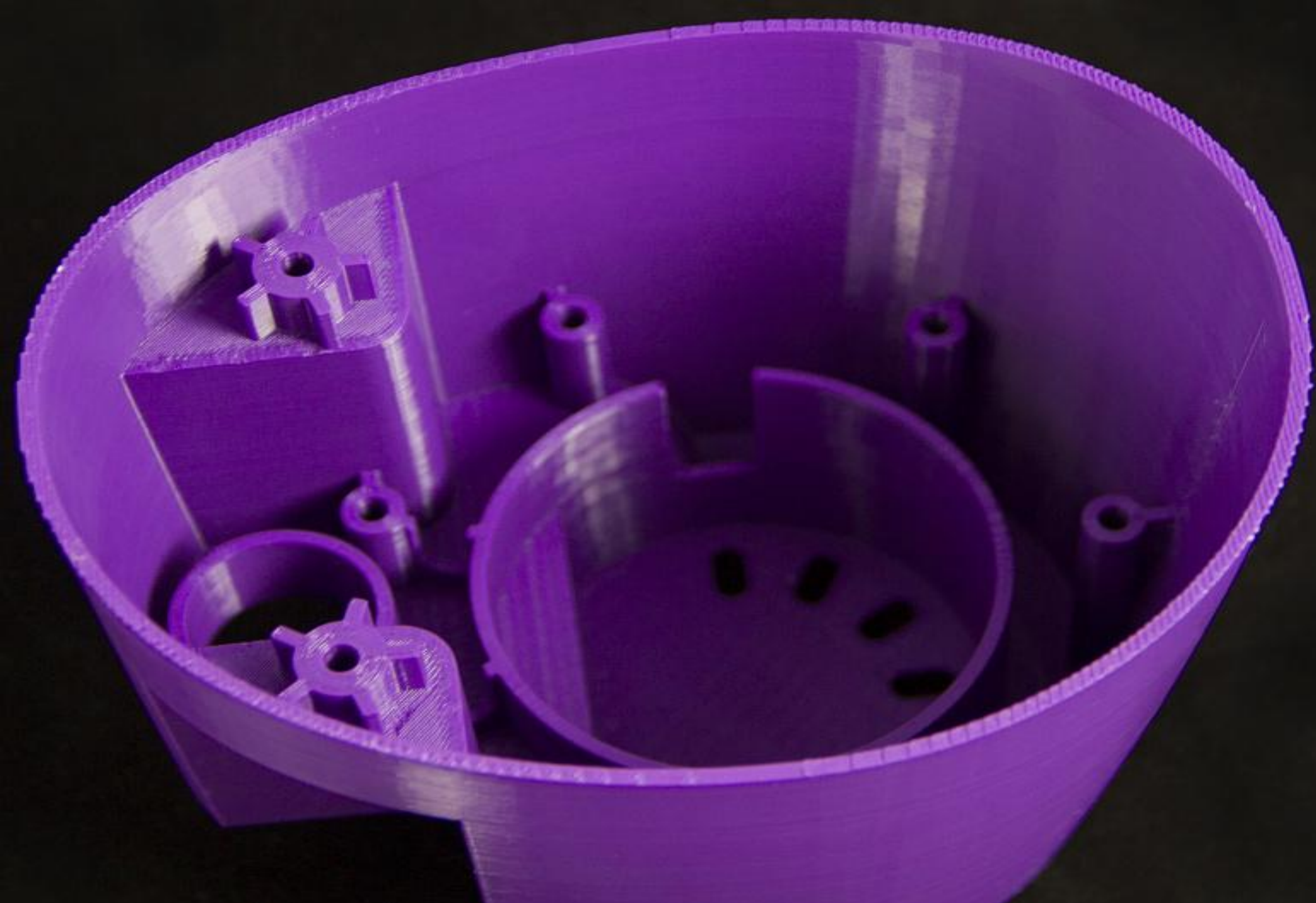
Статистика задания

- Ориентированное время печати
 - Профиль «Качество» -> 63:09
 - Профиль «Стандарт» -> 36:25
 - Профиль «Быстро» -> 26:25
 - Профиль «Черновик» -> 19:45
- Пластик 1
 - Длина - 125698,4 мм
 - Объем - 302,3403 см³
- Пластик 2
 - Длина - 4845,55 мм
 - Объем - 11,6553 см³

с режимом «Оптимизация»



	без режима «Оптимизация»		с режимом «Оптимизация»	
	PLA	PVA	PLA	PVA
Длина прутка расход (м)	57 м	73 м	125,7 м	4,8 м
Цена потраченного пластика (руб.)	385,89 руб.	1280,42 руб.	850,99 руб.	84,19 руб.
Итого:	1666,31 руб.		935,18 руб.	

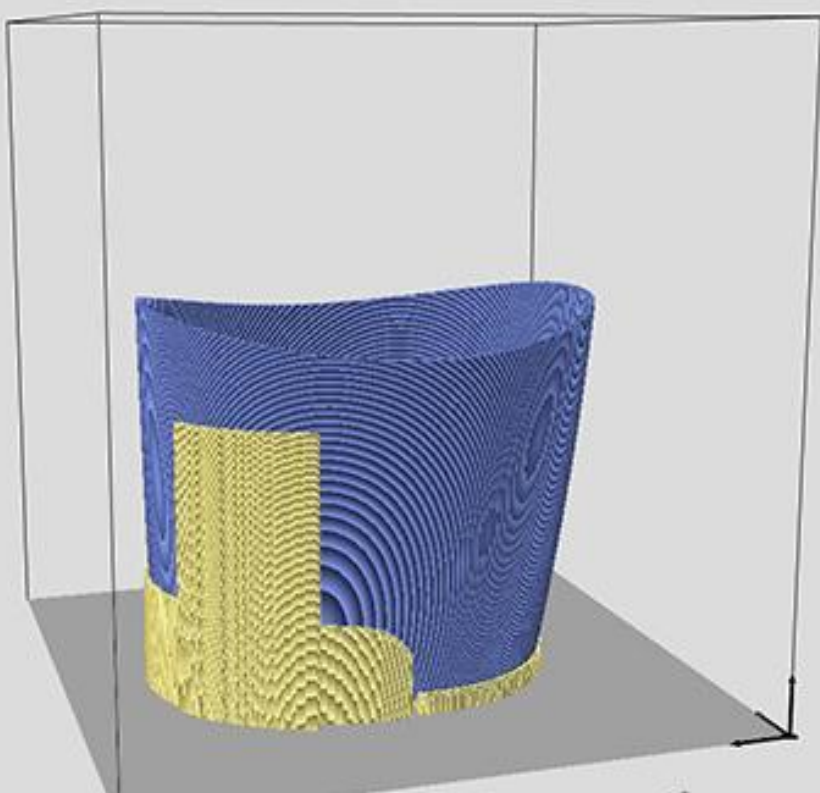


PICASO Polygon X

Файл Конфигурация Справка

1 Размещение объекта 2 Задание

Сохранить задание



Обзор задания | Визуализация

Сведения о задании

Детали: Корпус турбины K3_pla_no_optimize.plx

- Тип принтера - Designer X Pro
- Сопла - 1:0.30 мм 2:0.30 мм
- Тип настроек - Быстрый
- Высота слоя - 0.20 мм
- Ширина линии - 0.36 мм
- Плотность заполнения - 17 %
- Поддержка - Растворимая
- Подложка - Нет
- Сопло для поддержки и подложки - 2

Статистика задания

- Ориентировочное время печати
 - Профиль - Качество -> -38:02
 - Профиль - Стандарт -> -27:07
 - Профиль - Быстро -> -19:23
 - Профиль - Черновик -> -13:01
- Пластик 1
 - Длина - 57031.44 мм
 - Объем - 137.1773 см³
- Пластик 2
 - Длина - 21619.4 мм
 - Объем - 52.0013 см³

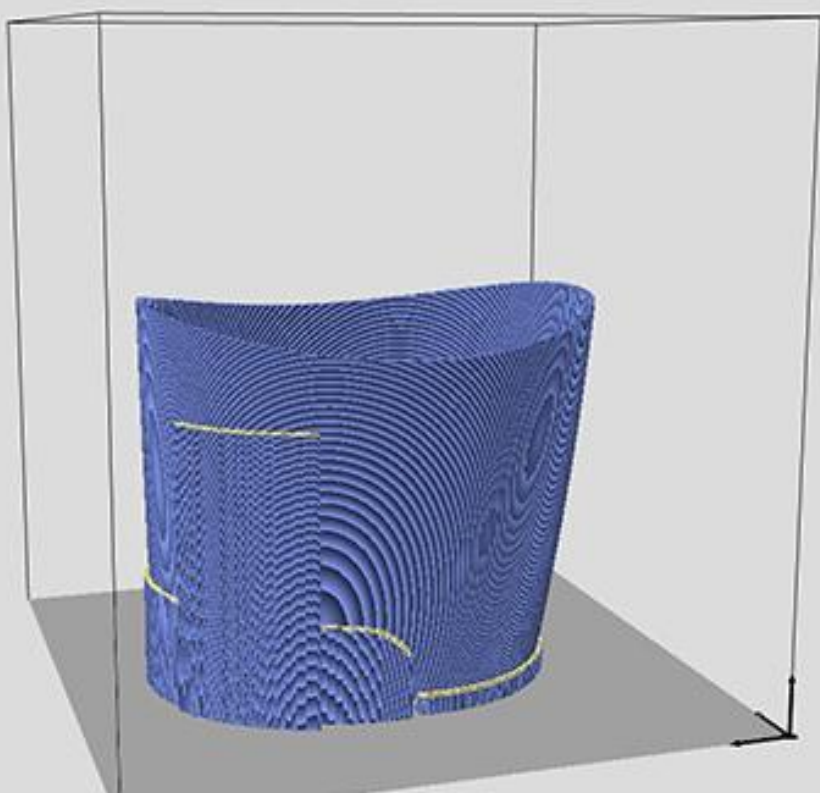
без режима «Оптимизация»

PICASO Polygon X

файл Конфигурация Справка

1 Размещение объекта 2 Задание

Сохранить задание



Обзор задания | Визуализация

Сведения о задании

Деталь: Корпус турбины K3_pla_optimize.plx
Тип принтера -Designer X Pro-
Сопло -1:0.30 мм 2:0.30 мм-
Тип настроек -Быстрый-
Высота слоя -0,20 мм-
Ширина линии -0,36 мм-
Плотность заполнения -17 %-
Поддержка -Растворимая с оптимизацией-
Подложка -Нет-
Сопло для поддержки и подложки -2-

Статистика задания

- Ориентировочное время печати
 - Профиль -Качество- → -37:10-
 - Профиль -Стандарт- → -26:14-
 - Профиль -Быстро- → -18:31-
 - Профиль -Черновик- → -12:09-
- Пластик 1
 - Длина -75406,92 мм-
 - Объем -181,3753 см³-
- Пластик 2
 - Длина -3243,92 мм-
 - Объем -7,8033 см³-

с режимом «Оптимизация»

	без режима «Оптимизация»		с режимом «Оптимизация»	
	PLA	PVA	PLA	PVA
Длина прутка расход (м)	57 м	21 м	75,4 м	3,2 м
Цена потраченного пластика (руб.)	385,89 руб.	368,34 руб.	510,46 руб.	56,1 руб.
Итого:	754,23 руб.		566,66 руб.	

Что насчет ABS?

Характеристики пластика

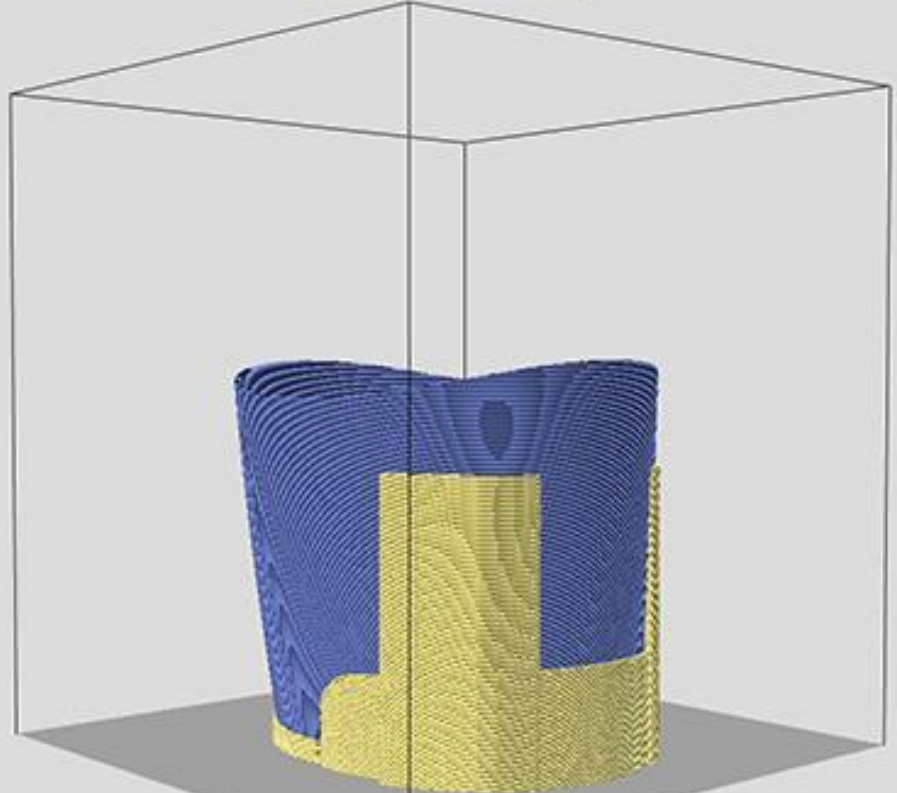
Материал	ABS (основной)	HIPS (растворимый)
Вес катушки (гр)	800	800
Длина прутка в катушке (м)	304	325
Стоимость катушки (руб.)	1600	1600
Стоимость за метр пластика (руб.)	5,26	4,92

PICASO Polygon

Файл Конфигурация Справка

Размещение объекта 2 Задание

Сохранить задание



Обзор задания Визуализация

Сведения о задании


Детали: Корпус турбины K3_down_abs_old.plx

- Тип принтера -Designer X Pro-
- Сопла -1:0.30 мм 2:0.30 мм-
- Тип настроек -Быстрый-
- Высота слоя -0.20 мм-
- Ширина линии -0.36 мм-
- Плотность заполнения -17 %-
- Поддержка -Растворимая-
- Подложка -Нет-
- Сопло для поддержки и подложки -2-

Статистика задания

- Ориентировочное время печати
 - Профиль -Качество- -> -38:00-
 - Профиль -Стандарт- -> -27:07-
 - Профиль -Быстро- -> -19:23-
 - Профиль -Черновик- -> -13:01-
- Пластик 1
 - Длина -57031,44 мм-
 - Объем -137,1773 см³-
- Пластик 2
 - Длина -21659,4 мм-
 - Объем -52,0013 см³-

с усилением (необходим D-лимонен)

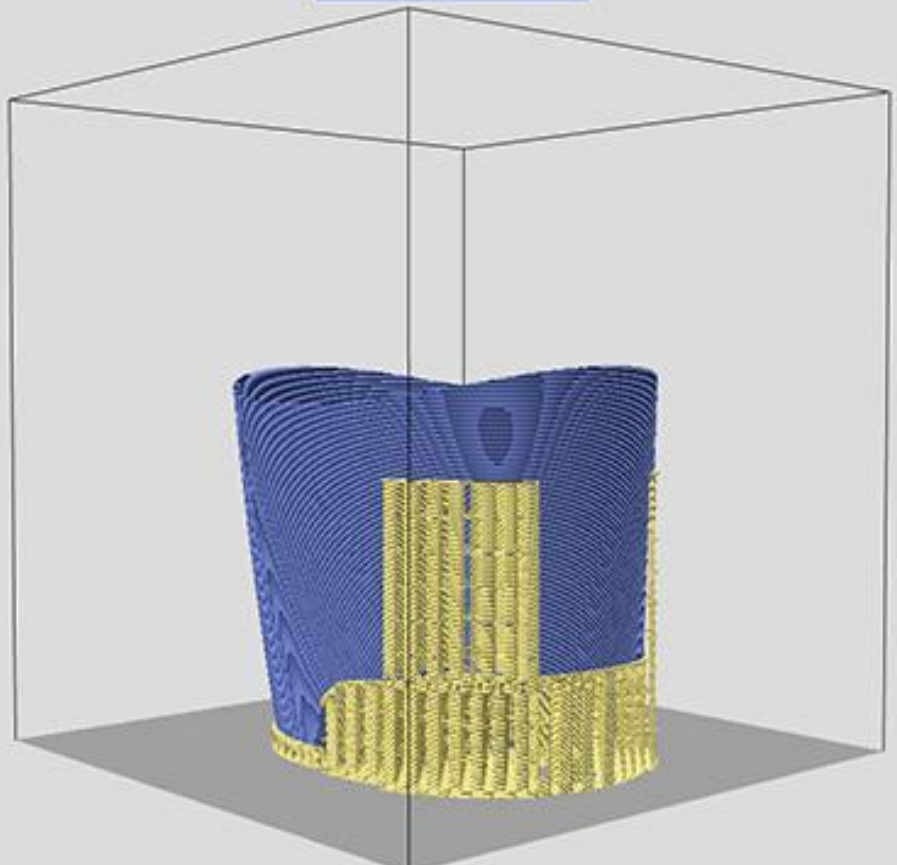


PICASO PolygonX

Файл Конфигурация Справка

Размещение объекта 2 Задание

Сохранить задание



Обзор задания Визуализация

Сведения о задании

Деталь: Корпус турбины K3_down_abs.pjx

Тип принтера -Designer X Pro-

Сопла -1:0.30 мм 2:0.30 мм-

Тип настроек -Быстрый-

Высота слоя -0,20 мм-

Ширина линии -0,36 мм-

Плотность заполнения -17.5-

Поддержка -Растворима-

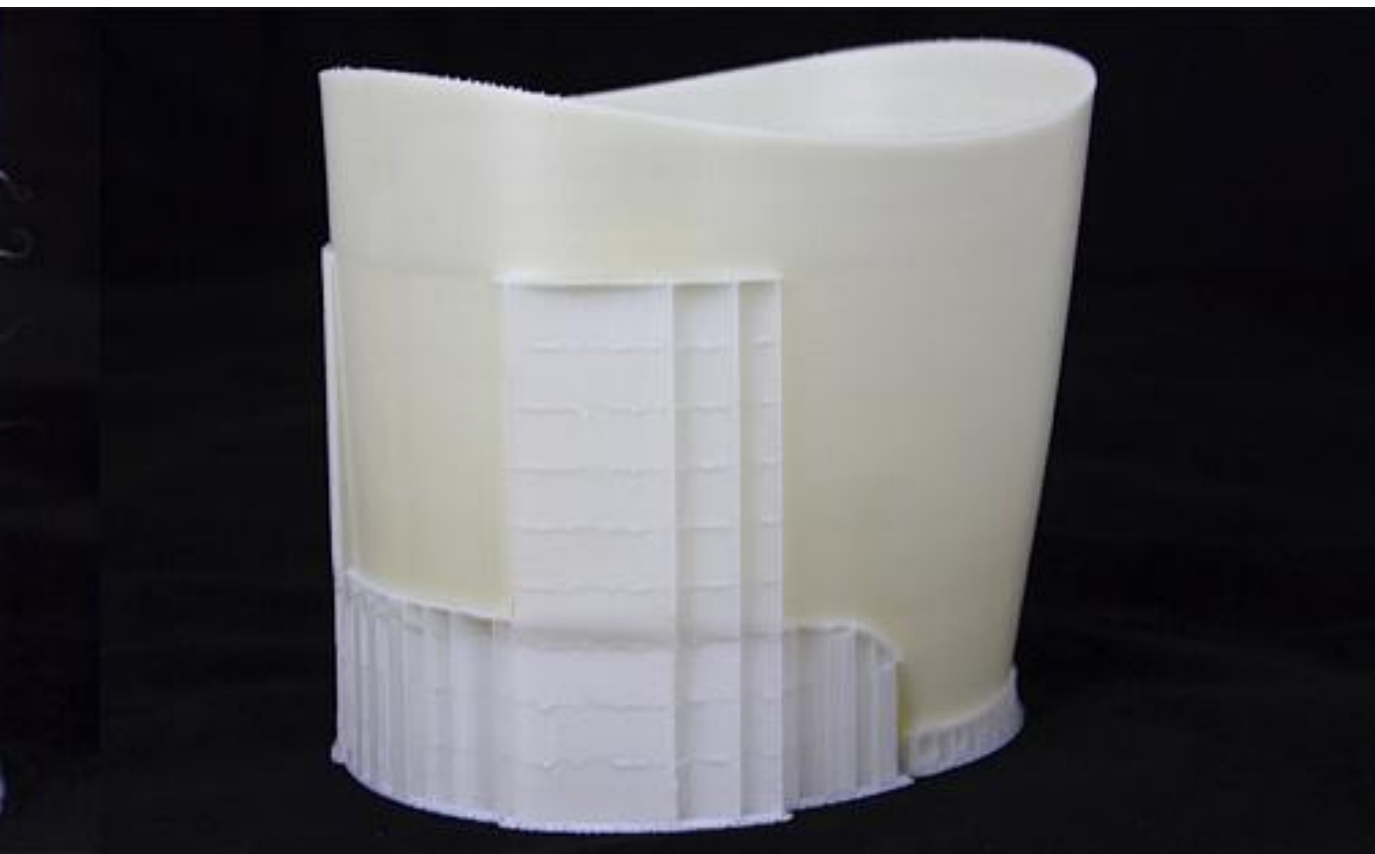
Подложка -Нет-

Сопло для поддержки и подложки -2-

Статистика задания

- Ориентировочное время печати
 - Профиль -Качество- --- -35:21-
 - Профиль -Стандарт- --- -26:12-
 - Профиль -Быстро- --- -18:42-
 - Профиль -Черновики- --- -12:20-
- Пластик 1
 - Длина -57031,44 мм-
 - Объем -137,1773 см³-
- Пластик 2
 - Длина -17145,17 мм-
 - Объем -41,2393 см³-

без усиления

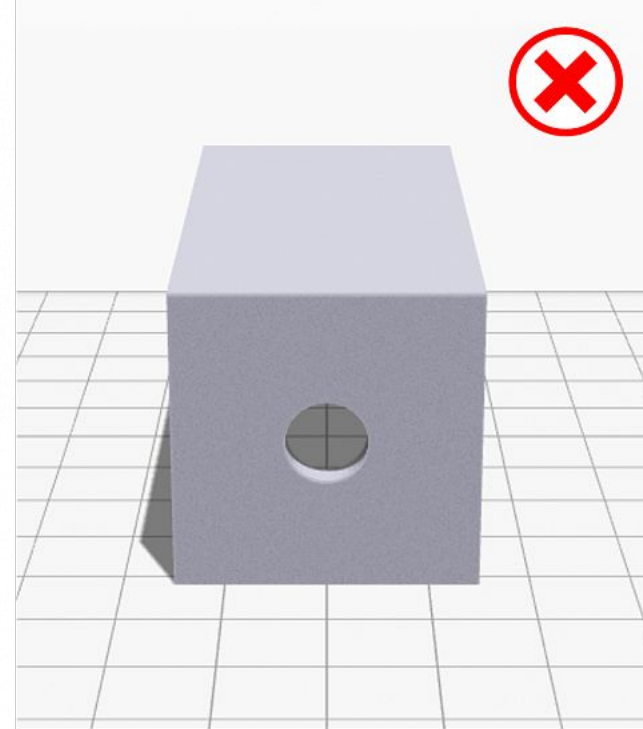
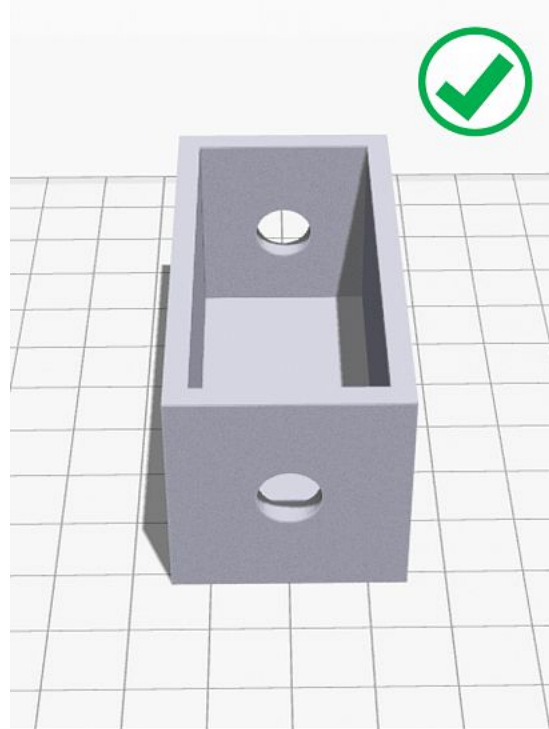




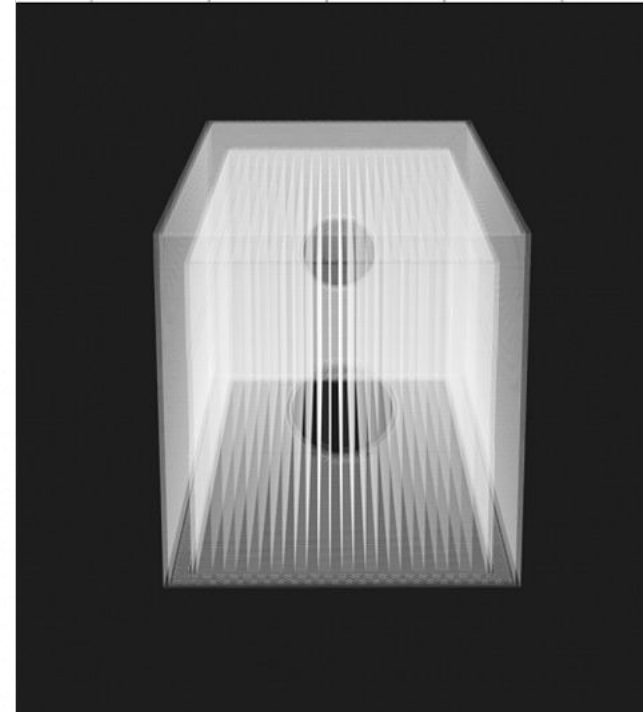
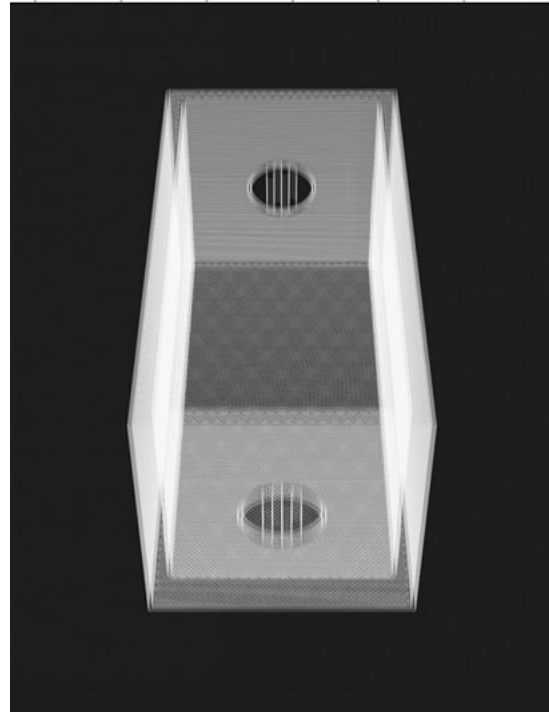


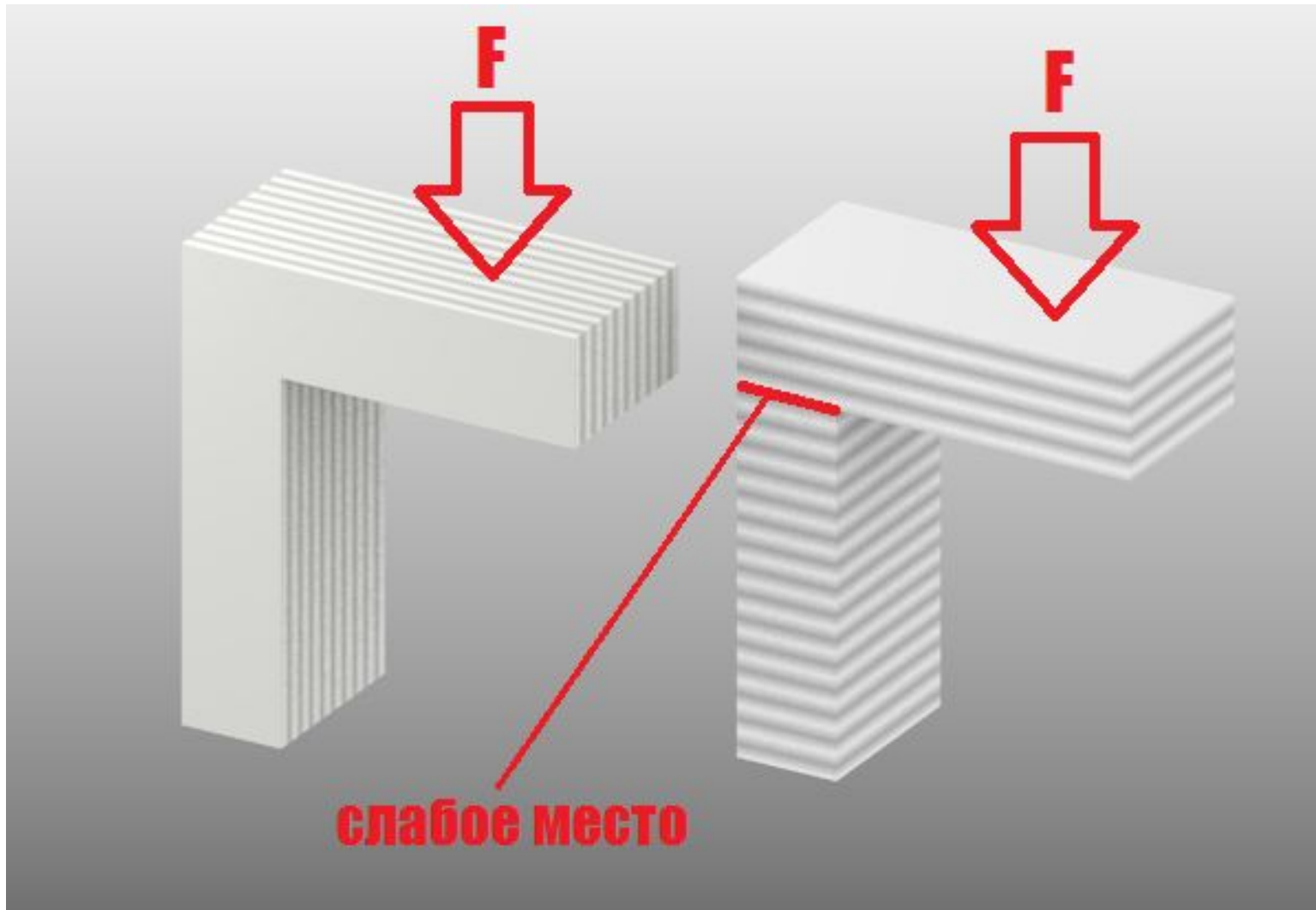
	с усилением (необходим D-лимонен)		без усиления	
	ABS	HIPS	ABS	HIPS
Длина прутка расход (м)	57 м	52 м	57 м	17 м
Цена потраченного пластика (руб.)	299,82 руб.	255,84 руб.	299,82 руб.	83,64 руб.
Стоимость дополнительны х материалов (D-лимонен) (руб.)	700 руб.		Не нужен	
Итого:	1255,66 руб.		383,46 руб.	

Лайфхаки 3D-печати



**Используй минимум
поддержек**

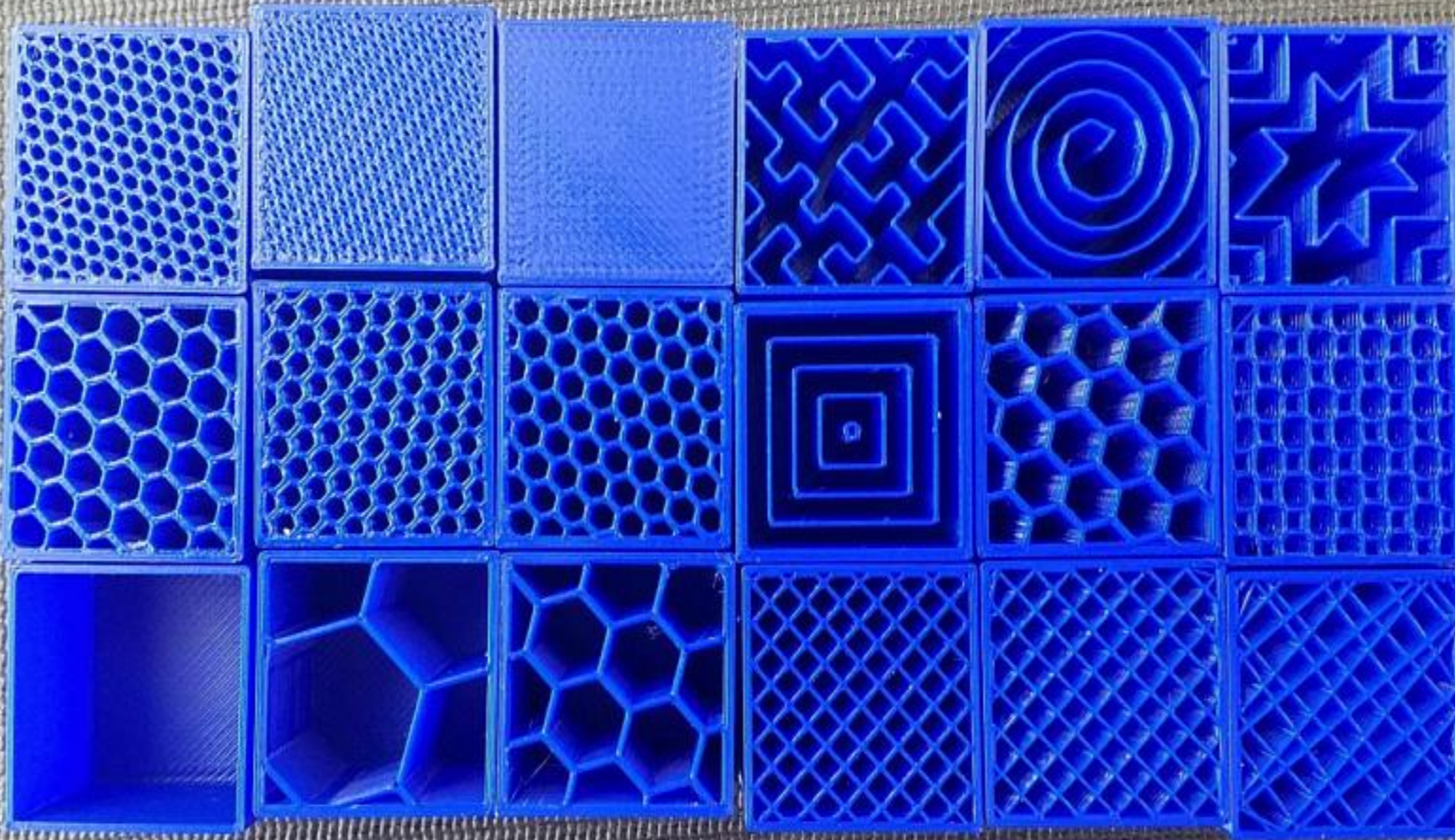




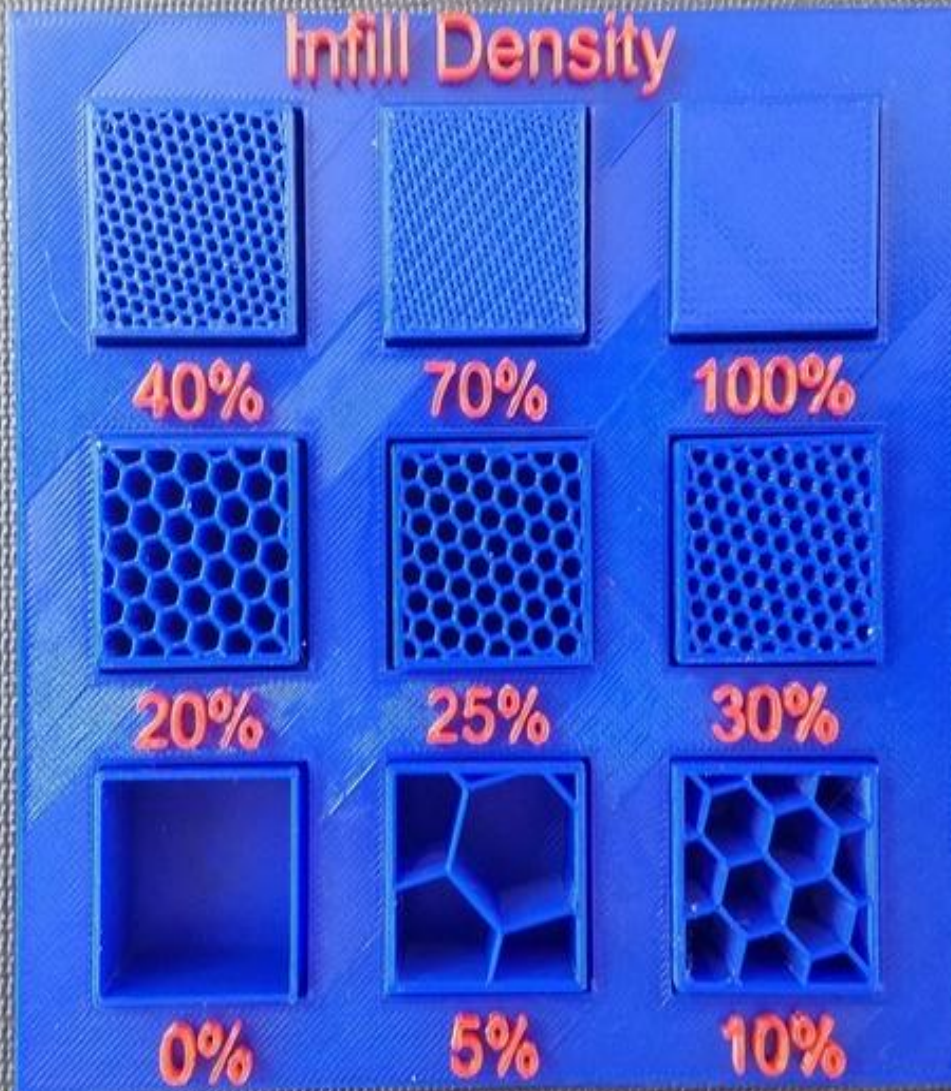
Правильно
располагай модель

Оптимизируй поддержки



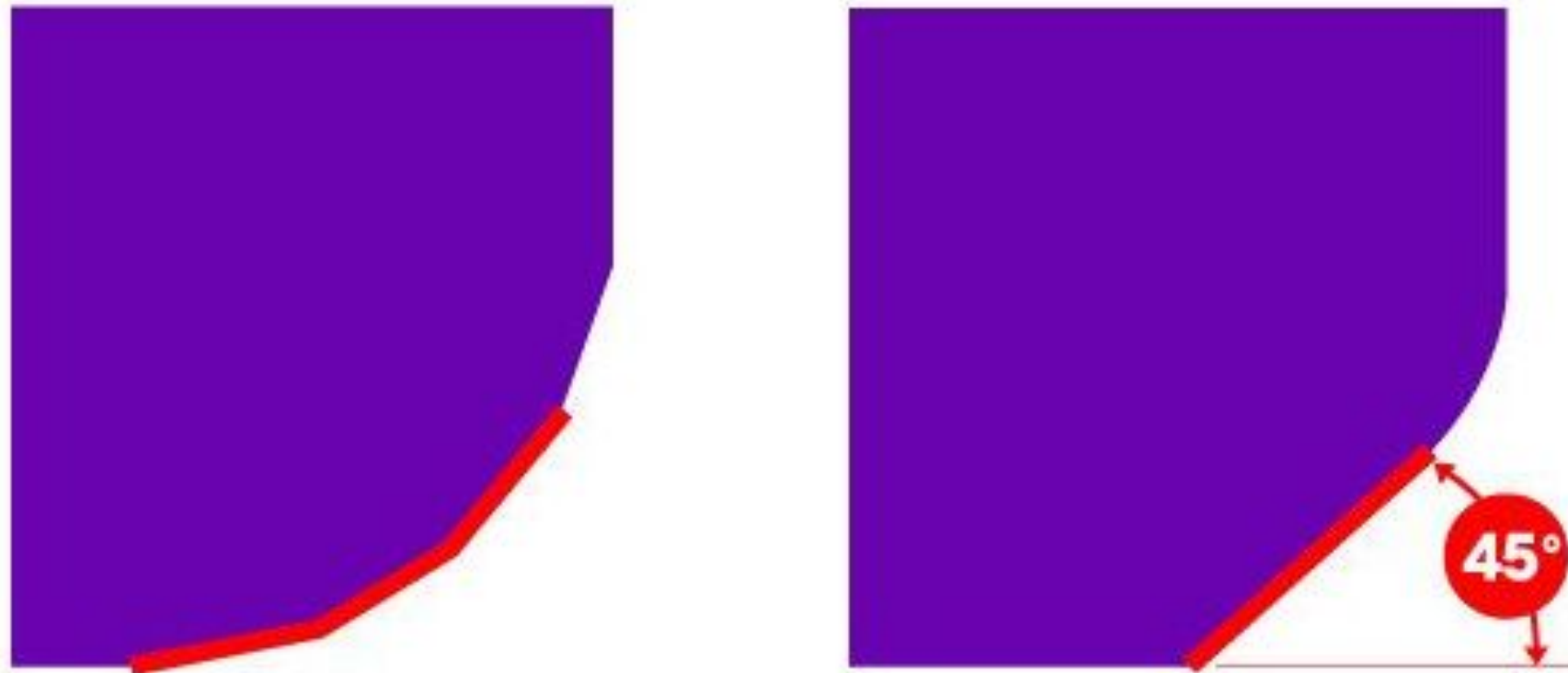


**Выбирай
оптимальное
заполнение**



**Выбирай
оптимальное
заполнение**

Проектируем
правильно!

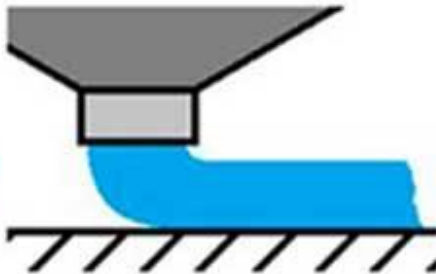
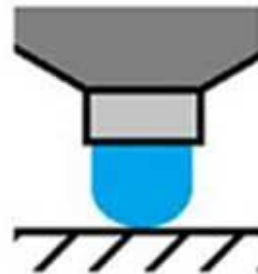
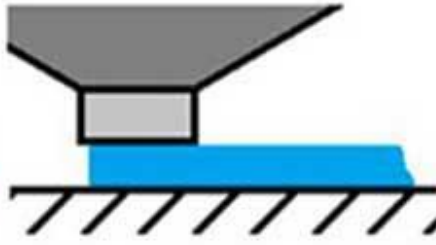
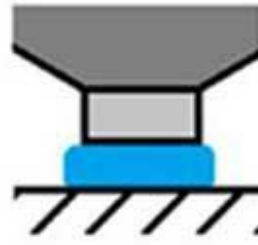
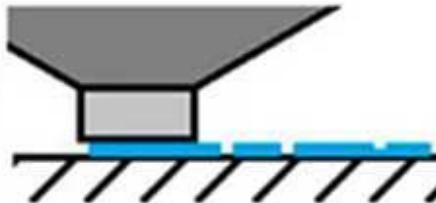
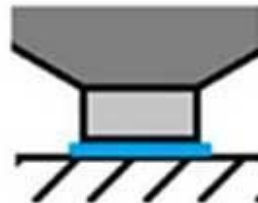


Зафиксируй это!



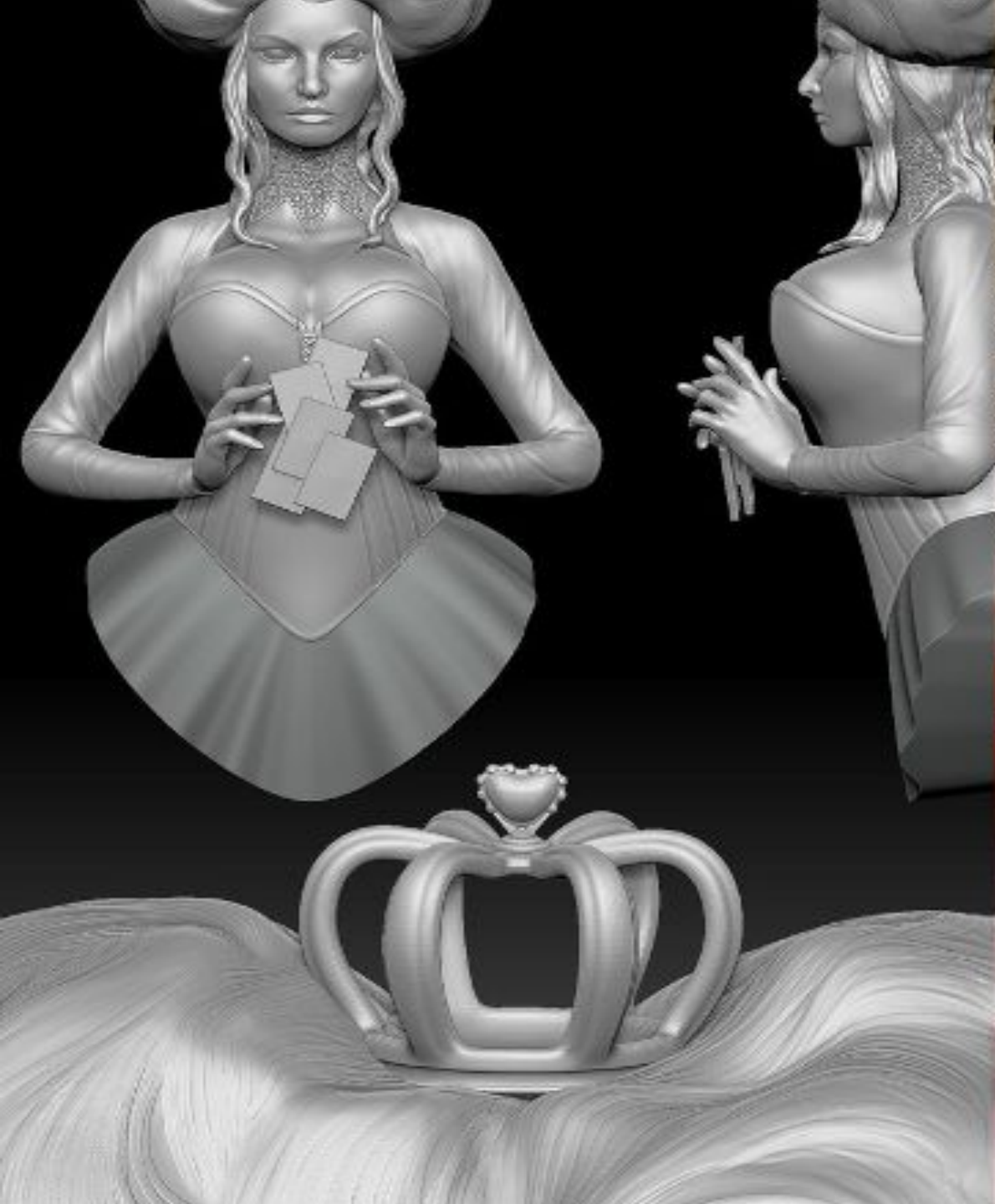
**Самый главный
лайфхак, который
обеспечит 100%
успешной печати**

Следи за первым слоем печати

ВИД СБОКУ	ВИД СЗАДИ	ПРИМЕЧАНИЕ
 A red prohibition sign is to the left of the diagram. The nozzle is positioned high above the table, and the filament is being extruded at an angle, not touching the table.	 The nozzle is positioned high above the table, and the filament is being extruded downwards, not touching the table.	СОПЛО ВЫСОКО Недостаточно давления на нить к столу, поэтому меньшая контактная зона между нитью и столом. Возможно отсоединение нити в процессе печати
 A green smiley face is to the left of the diagram. The nozzle is positioned just above the table, and the filament is being extruded horizontally, touching the table.	 The nozzle is positioned just above the table, and the filament is being extruded downwards, touching the table.	СОПЛО В НУЖНОМ ПОЛОЖЕНИИ Нить плавно и ровно ложится на стол, максимизируя площадь поверхности и улучшая прилипание (экструзию)
 A red prohibition sign is to the left of the diagram. The nozzle is positioned very close to the table, and the filament is being extruded horizontally, touching the table.	 The nozzle is positioned very close to the table, and the filament is being extruded downwards, touching the table.	СОПЛО НИЗКО Недостаточное расстояние между соплом и столом. Приводит к низкому качеству печати, Может повредить сопло и поверхность стола.

Ниши для заработка на 3D-печати

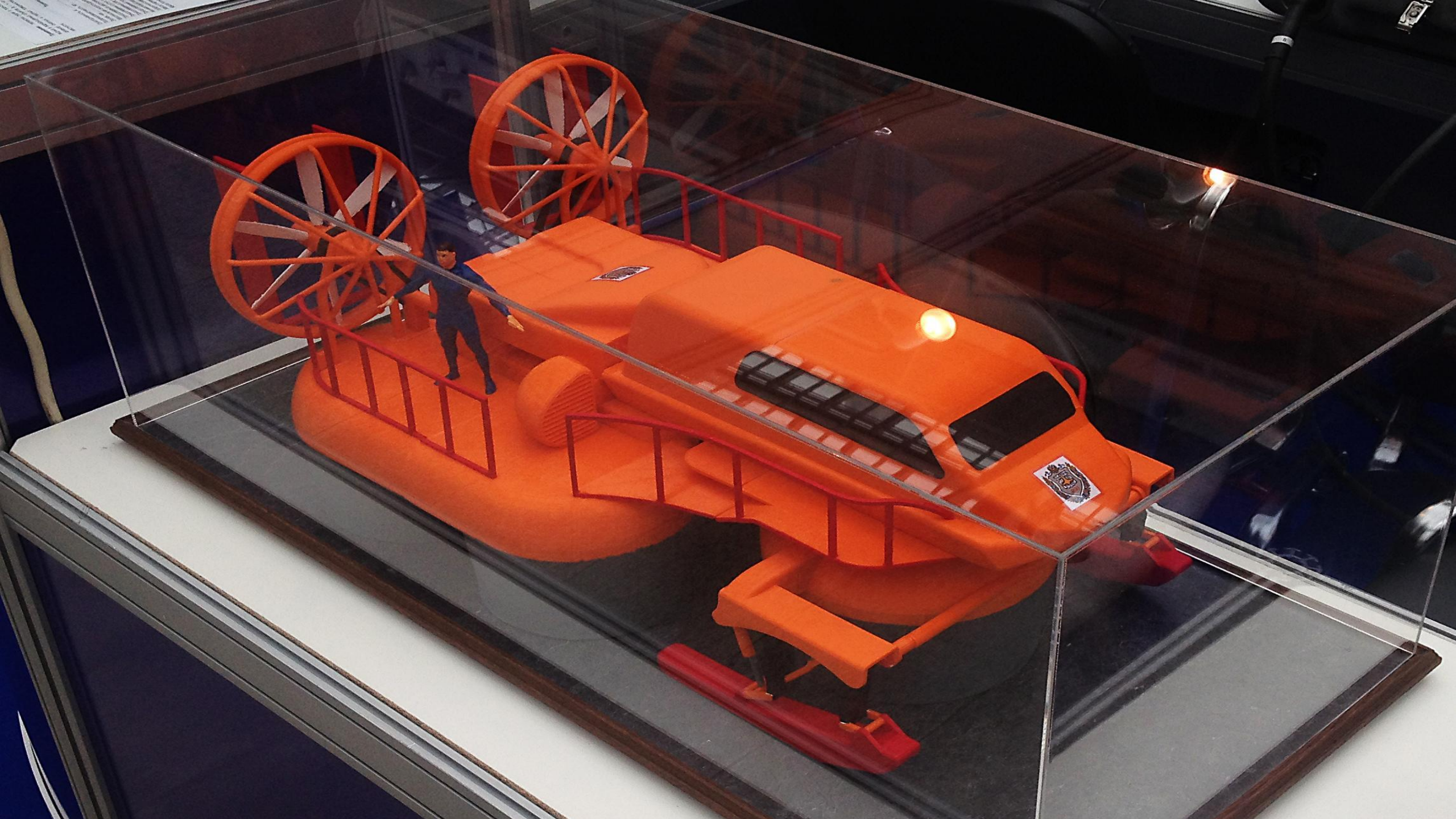








СВЯТЫЙ ПЕТРОВ 1888













Система интеллектуального земледелия

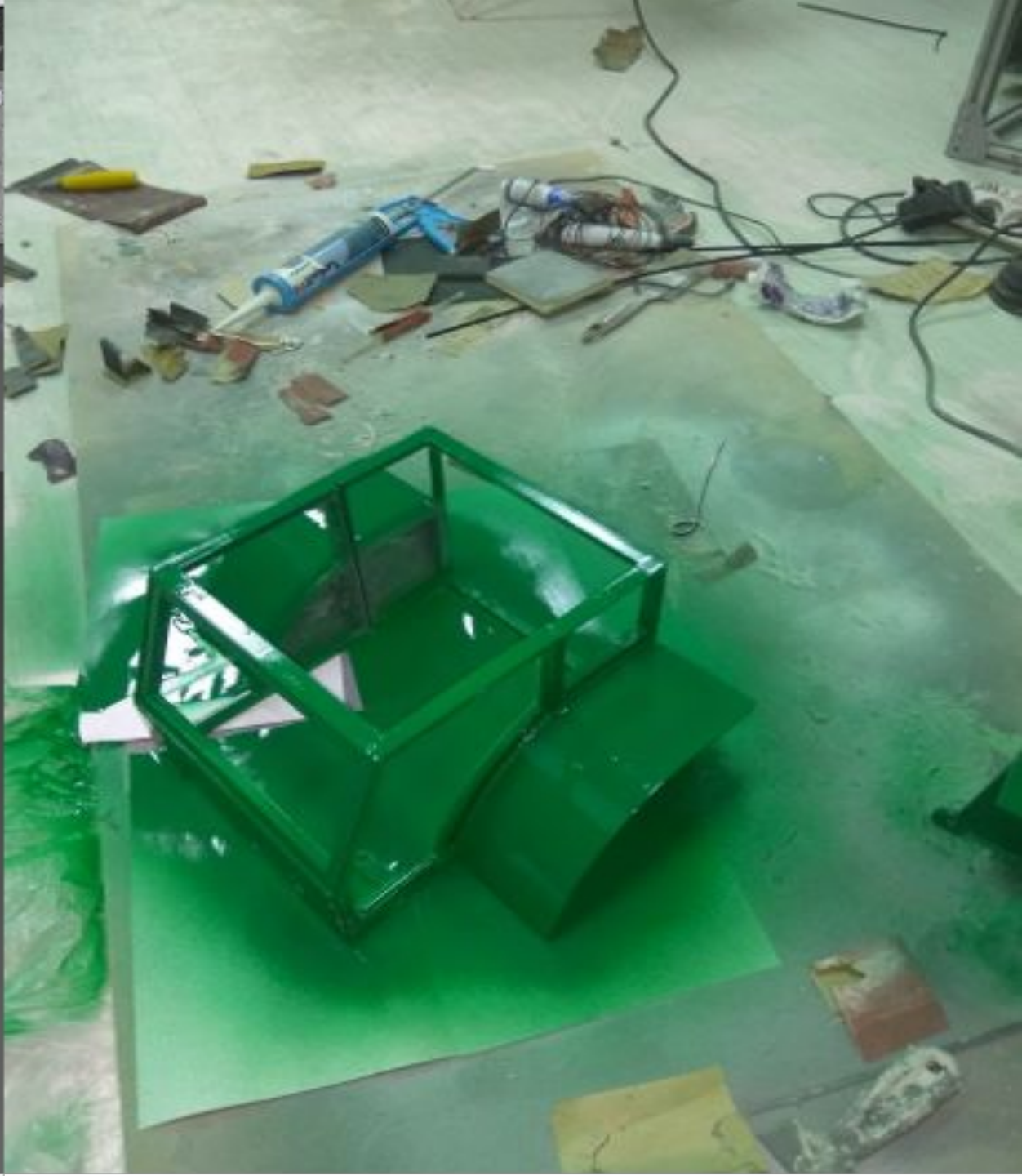
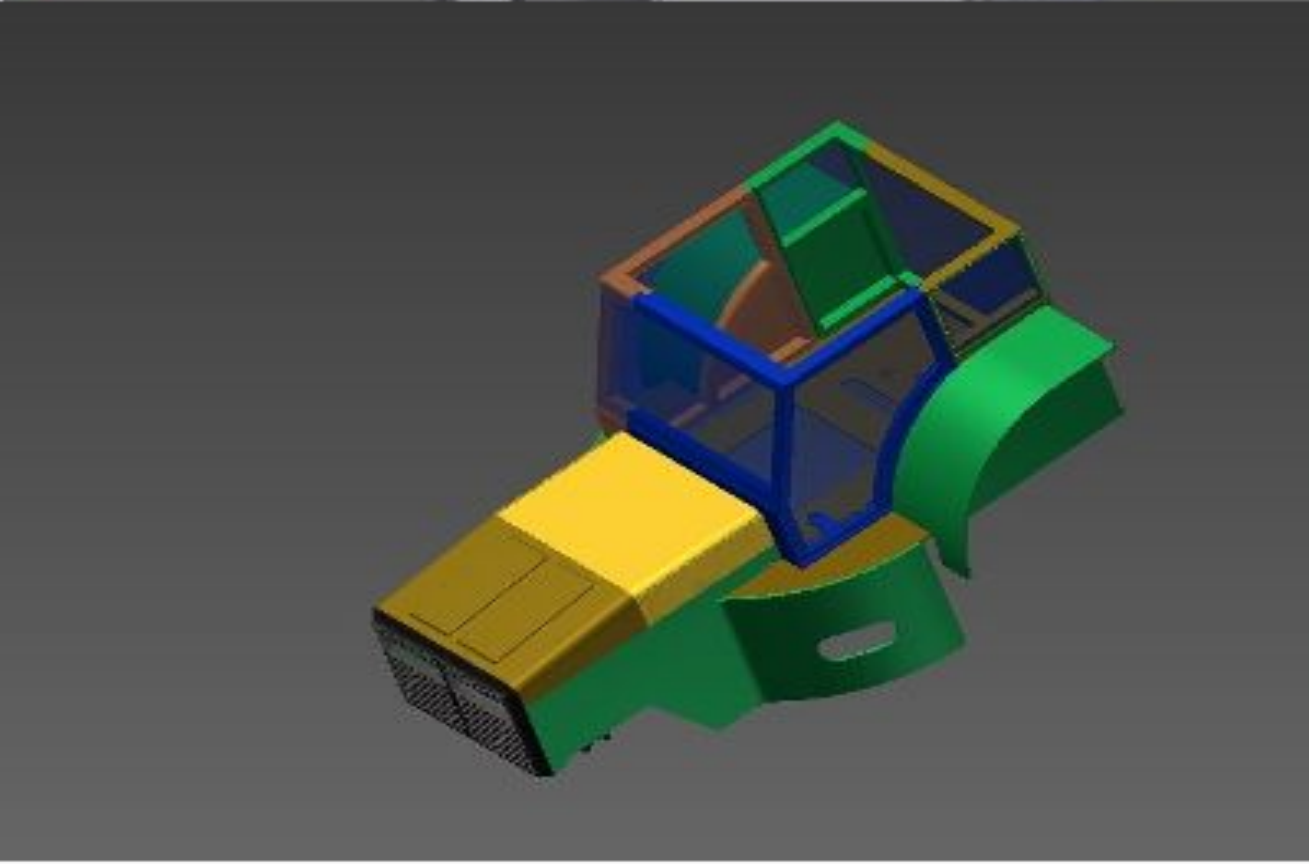
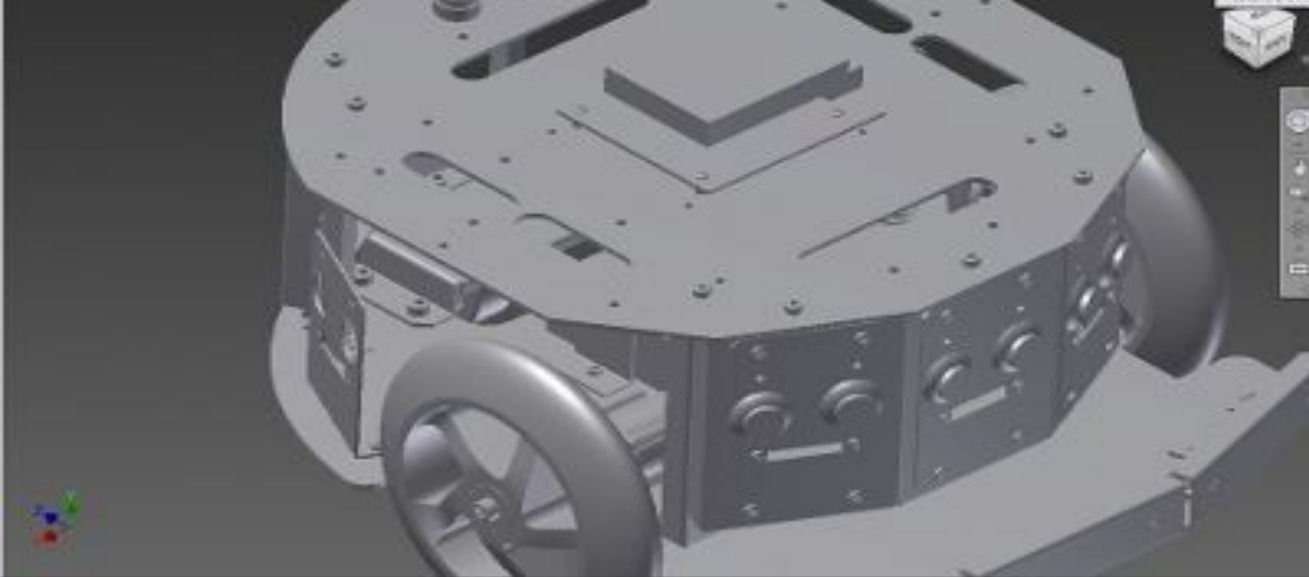


Комплекс беспилотного управления техникой

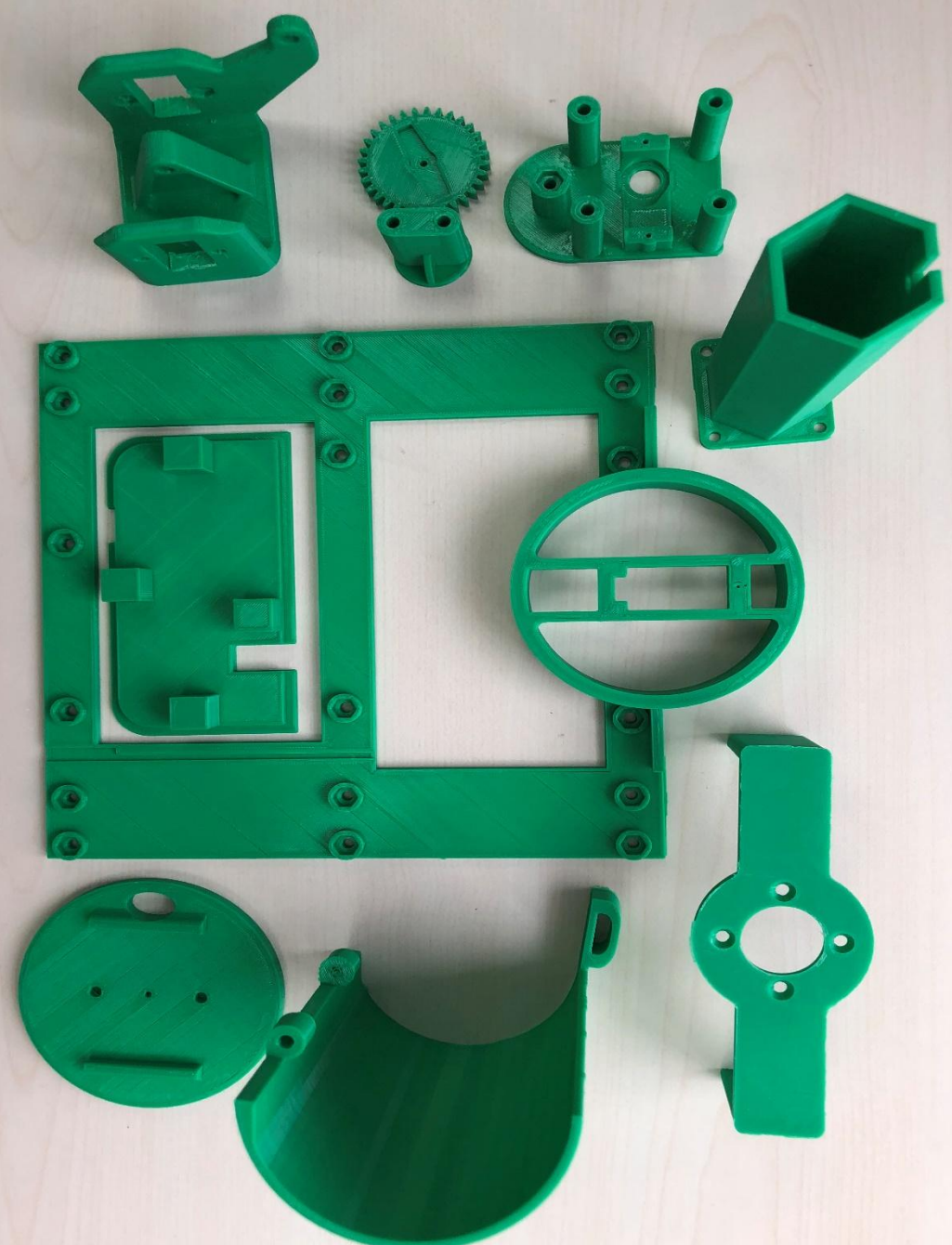
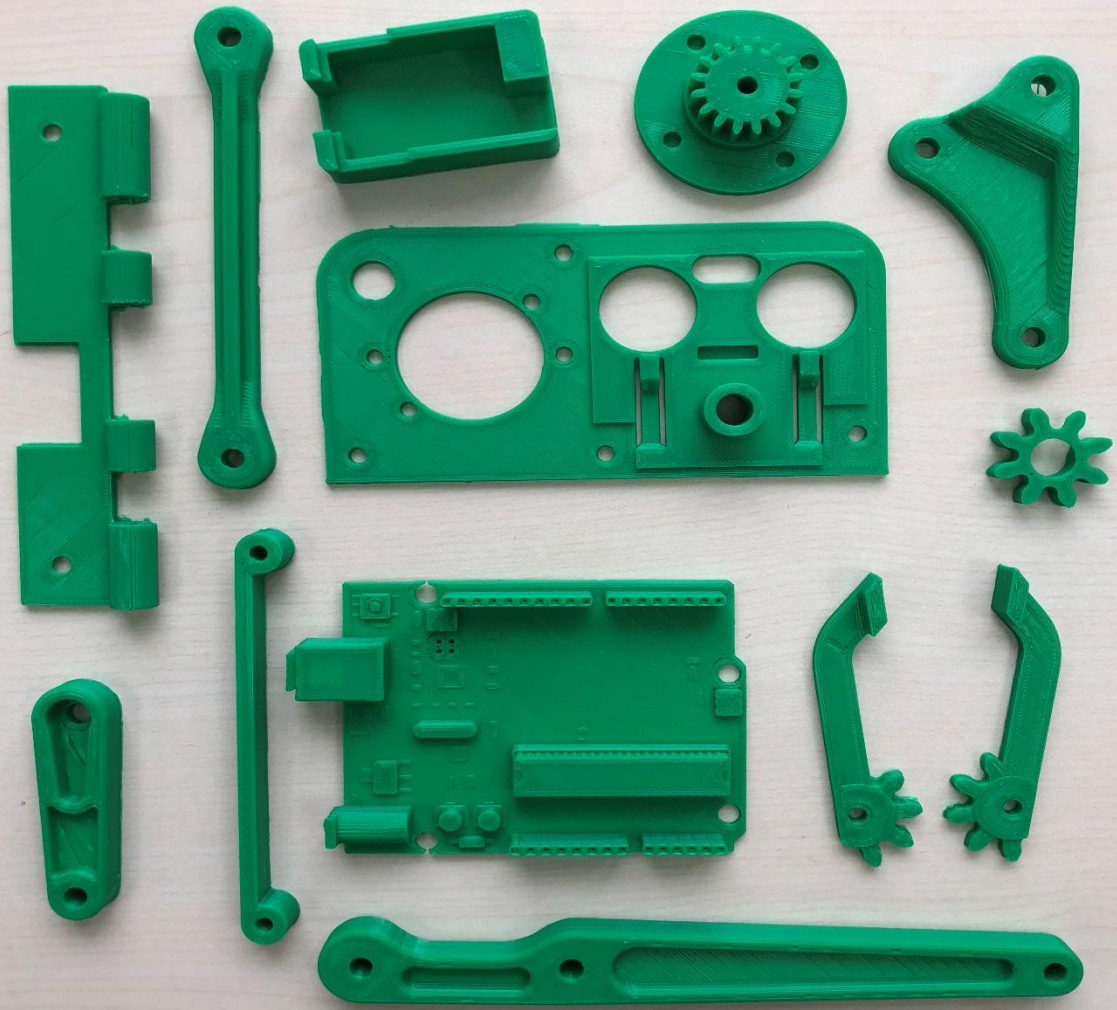


Система планирования траекторий посева









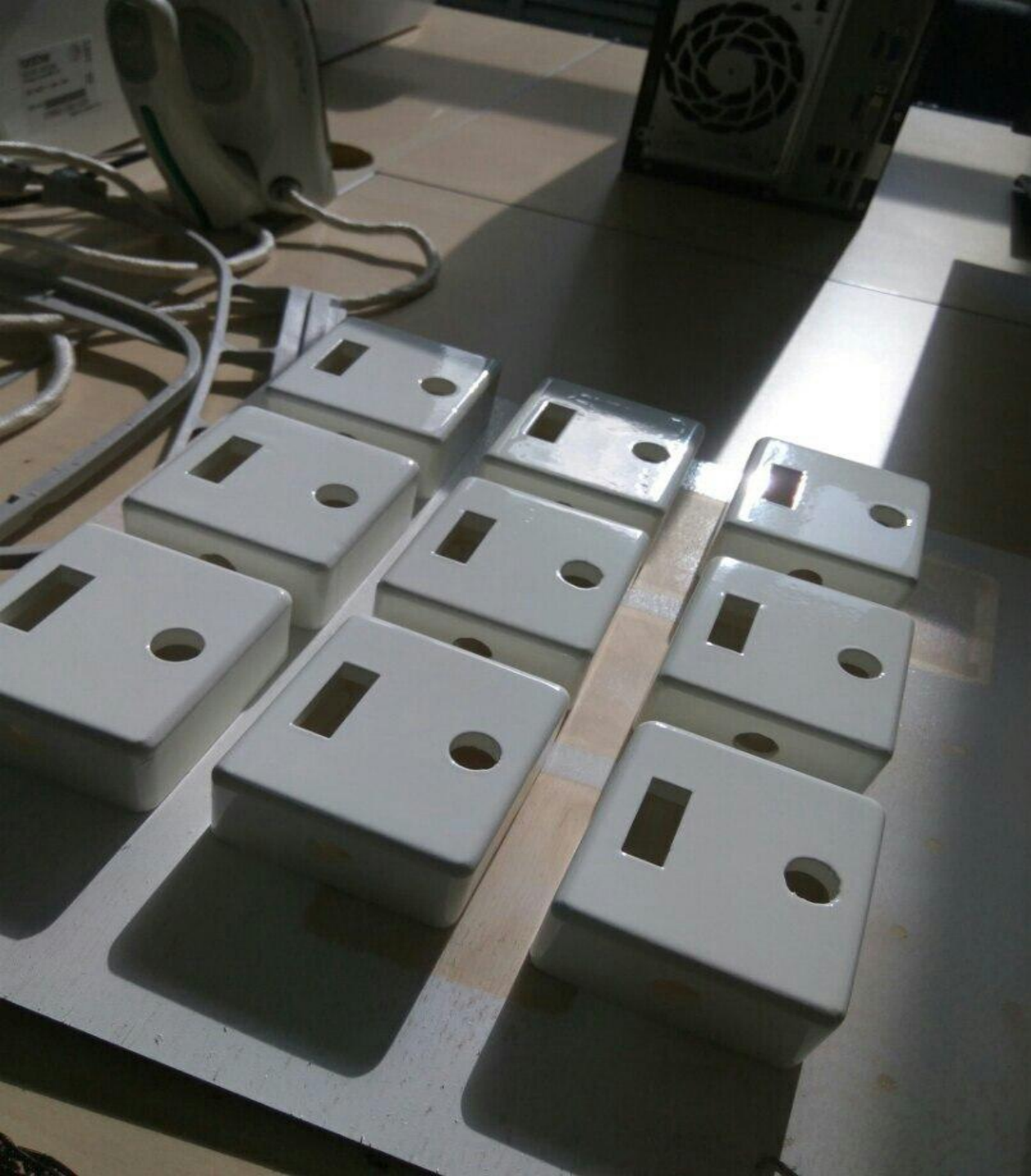






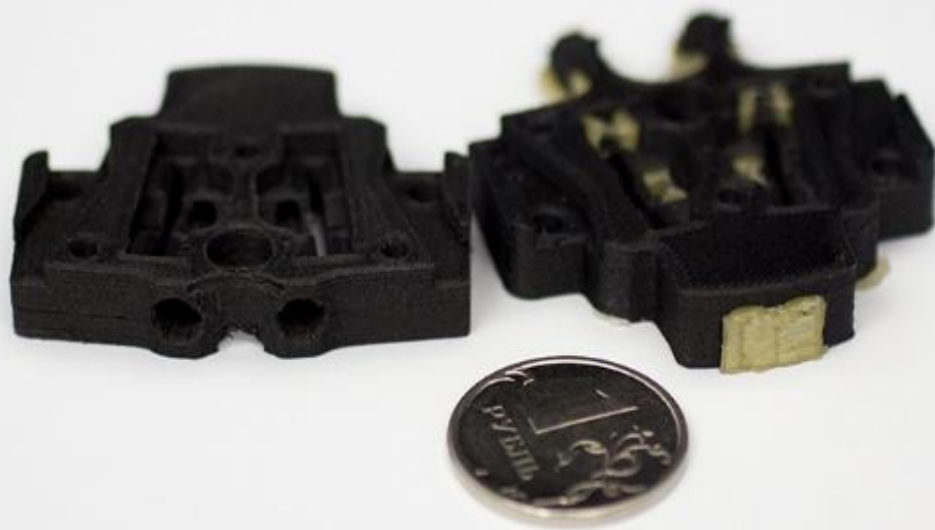
381 13.12
C. 12
C. 12
C. 12
C. 12





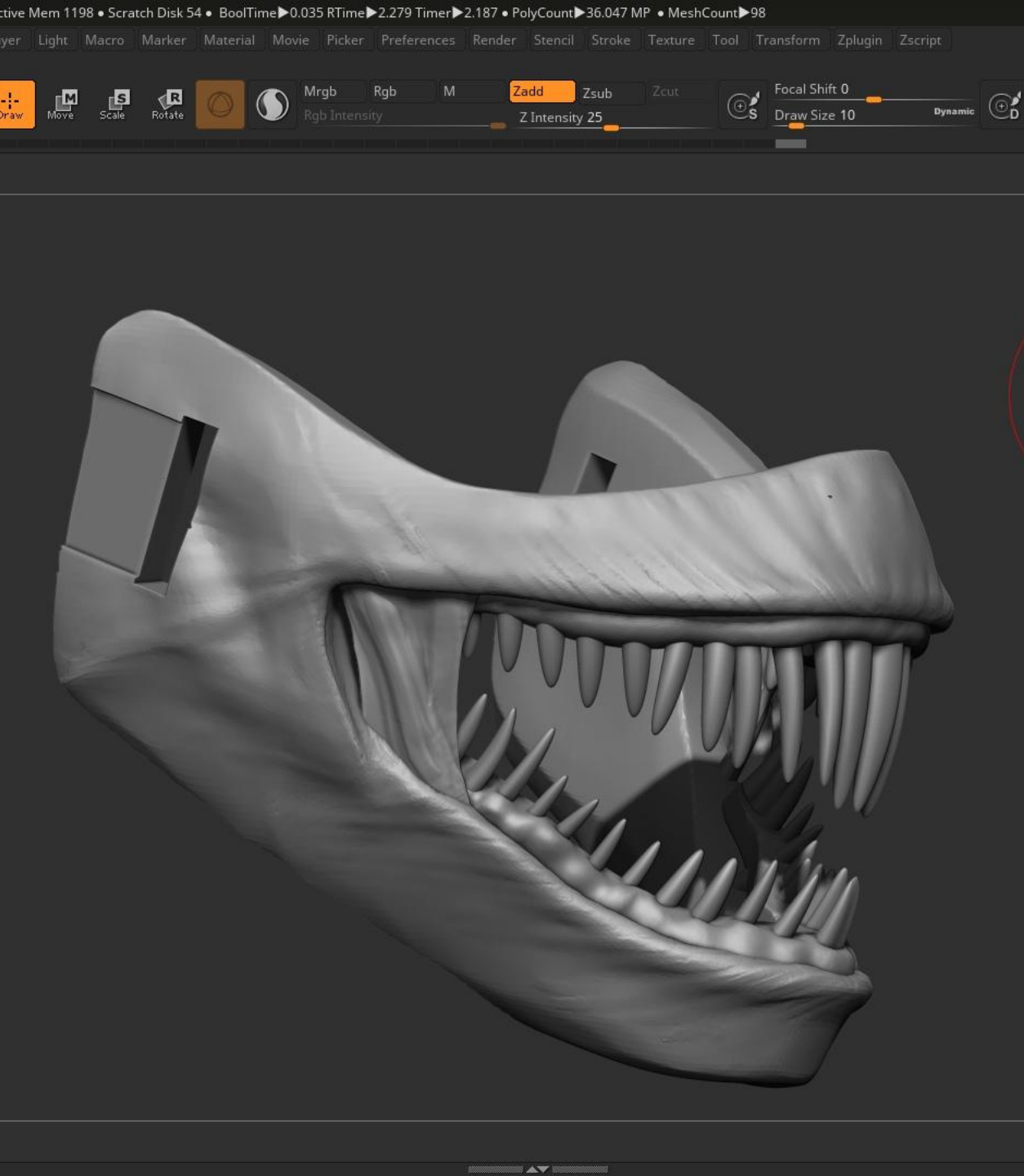
























**Это все хорошо, но
где взять модели?**

Скачать



3DTODAY.R
U



THINGIVERSE.COM



GRABCAD.COM

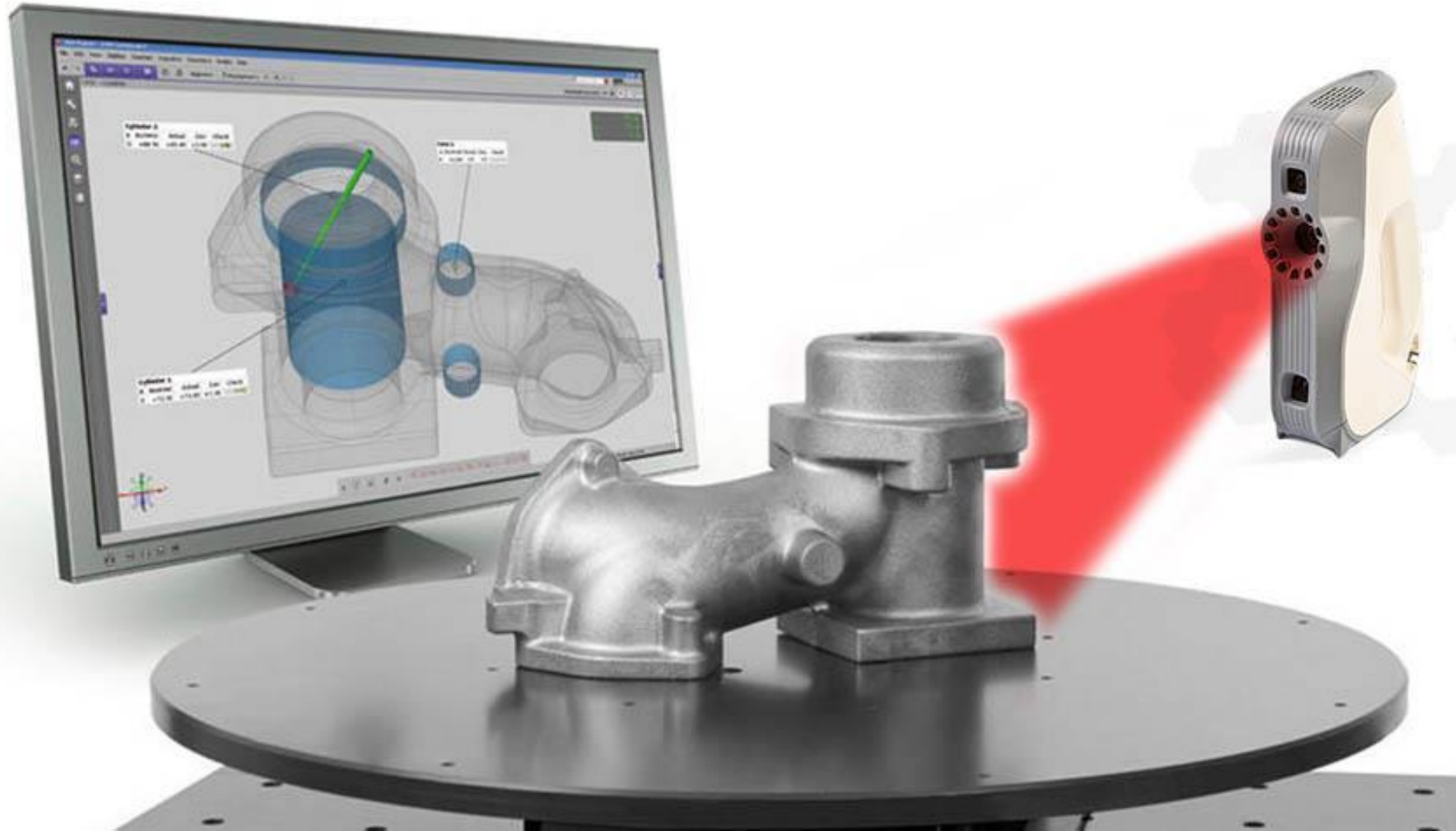


PICASO^{3D}

Сделать самому



Отсканировать



**Вам также
понадобится**

NETFABB



Контакты для связи:

+7 965 280 87 30

artirodin@gmail.com

Артём Андреевич Родин

Instagram: @3dprinting_msk