



# КАК ПОДГОТОВИТЬ МОДЕЛЬ К 3D-ПЕЧАТИ

**из материала полипропилен (PP)  
на линии HP Jet Fusion 5210**

Инструкция для стартапов, студий и производителей

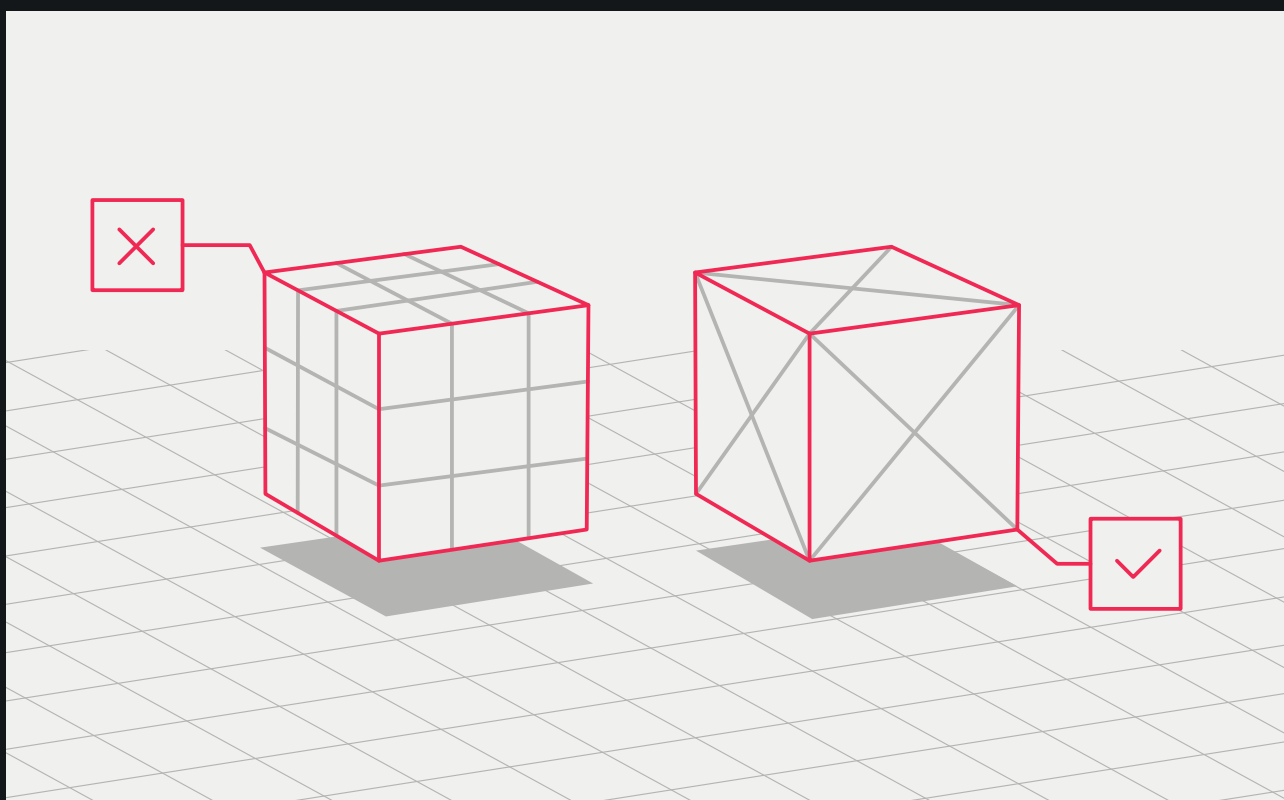
# СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b>	<b>3</b>
<b>Общие требования к 3D-моделям</b>	<b>4</b>
Пересечение поверхностей	4
Минимальная толщина и углы	4
Зазоры между деталями	5
Подвижные соединения	5
Объемные изделия	6
Текст и рельеф	6
Сетки и твердотельные элементы	7
Изделия под склейку и сборку	7
Построение воздуховодов и каналов	8
Минимальные толщины, зазоры и диаметры	9
<b>Требования к файлам</b>	<b>10</b>
Форматы файлов	10
Размеры файлов	10
Ошибки конвертации STL	10
Детализация моделей	11
Подготовка печати изделий с закругленными краями	11
<b>Частые проблемы</b>	<b>12</b>
Неправильное соотношение сторон детали, толщины стенок и жесткости	12
Искривление плоских деталей	13
Деформация внутренней перегородки	13
Деформация тонкостенных элементов из-за выхода горячего воздуха	14

# ВВЕДЕНИЕ

Правильная 3D-модель — залог того, что готовое изделие будет соответствовать вашим требованиям. Из-за ошибок проектирования изделия печатаются дольше, страдает их прочность и внешний вид, а подвижные конструкции могут спечься в одну структуру.

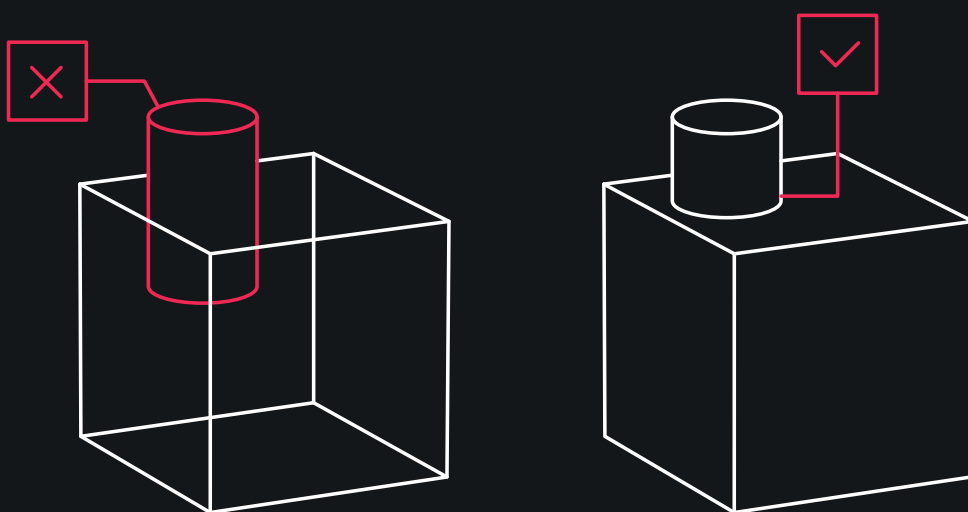
Мы расскажем о базовых правилах проектирования моделей для печати на принтере HP Jet Fusion 5210.



# ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К 3D-МОДЕЛЯМ

## Пересечение поверхностей

Если изделие состоит из нескольких объектов, в модели их нужно объединить, чтобы у детали была непрерывная внешняя оболочка. Иначе внутри объекта появится непечатаемая поверхность с бесконечно малой толщиной стенки.



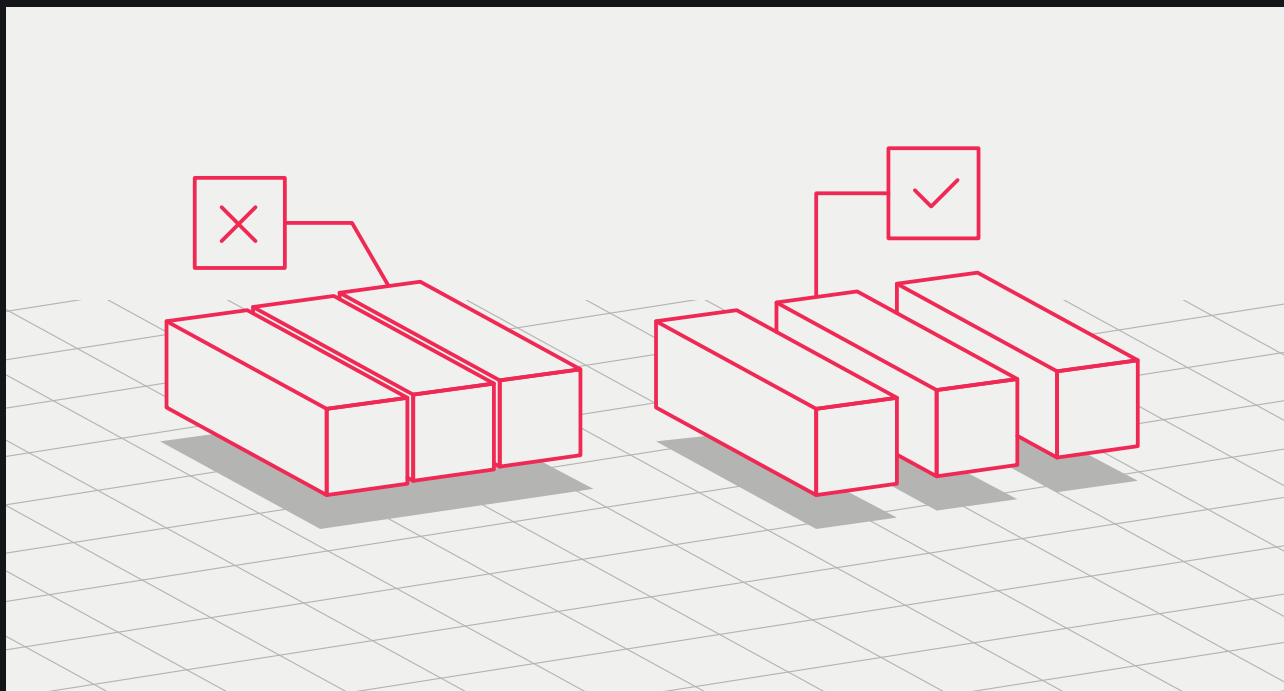
## Минимальная толщина и углы

Любая поверхность должна быть толщиной **2 мм** или более. От этого зависит прочность изделия, в том числе его острых углов. Тонкие углы менее **10°** могут не напечататься или сломаться во время обработки детали.



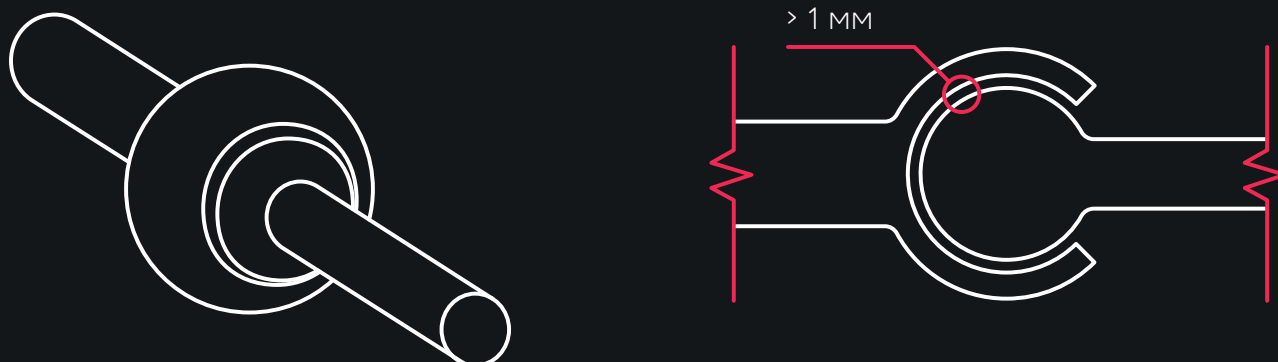
## Зазоры между деталями

При печати изделий, состоящих из нескольких деталей, между объектами необходимо предусмотреть достаточный зазор. Если этого не сделать, полимерный порошок заполнит зазоры, и детали плотно спекутся в цельный объект. Минимально допустимый зазор для печати на HP Jet Fusion 5210 — не менее **0,4 мм** на размер (допуск  $\pm 0,2$  мм на каждую сторону).



## Подвижные соединения

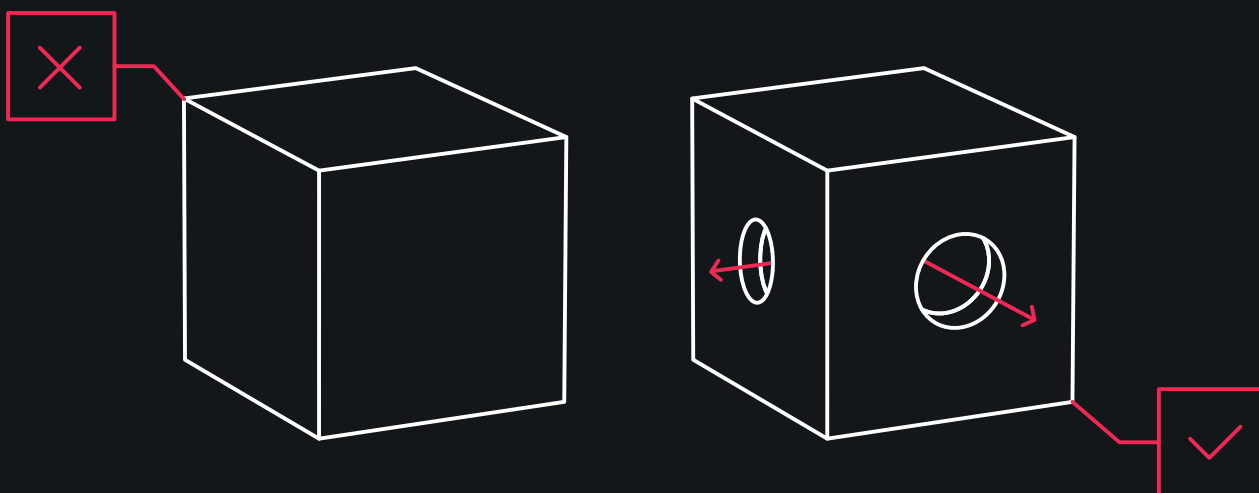
Если вы печатаете подвижные соединения, зазоры на совмещение должны быть не менее **1 мм**. Детали со стенками толщиной более 50 мм должны иметь больший зазор, чтобы обеспечить надлежащую подвижность в соответствии с пропорцией на каждые **10 мм + 1 мм**.



## Объемные изделия

Вес детали можно облегчить, если смоделировать ее полой.

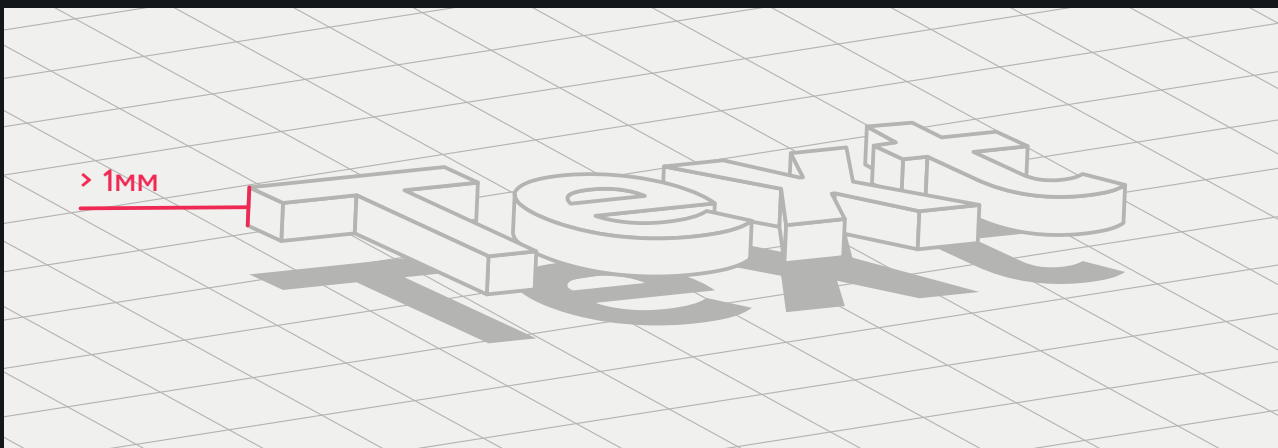
Рекомендуется оставлять не меньше двух отверстий диаметром 10 мм на площадь 100 мм<sup>2</sup> для удаления остаточного материала. Минимальный диаметр отверстий при печати на HP Jet Fusion 5210 — **10 мм**.



## Текст и рельеф

Учитывайте минимально допустимые параметры выступа или углубления. Если размеры ниже минимума, принтер не сможет точно их воссоздать. Следует учитывать, что острые грани рельефа будут удалены в процессе пескоструйной обработки изделия.

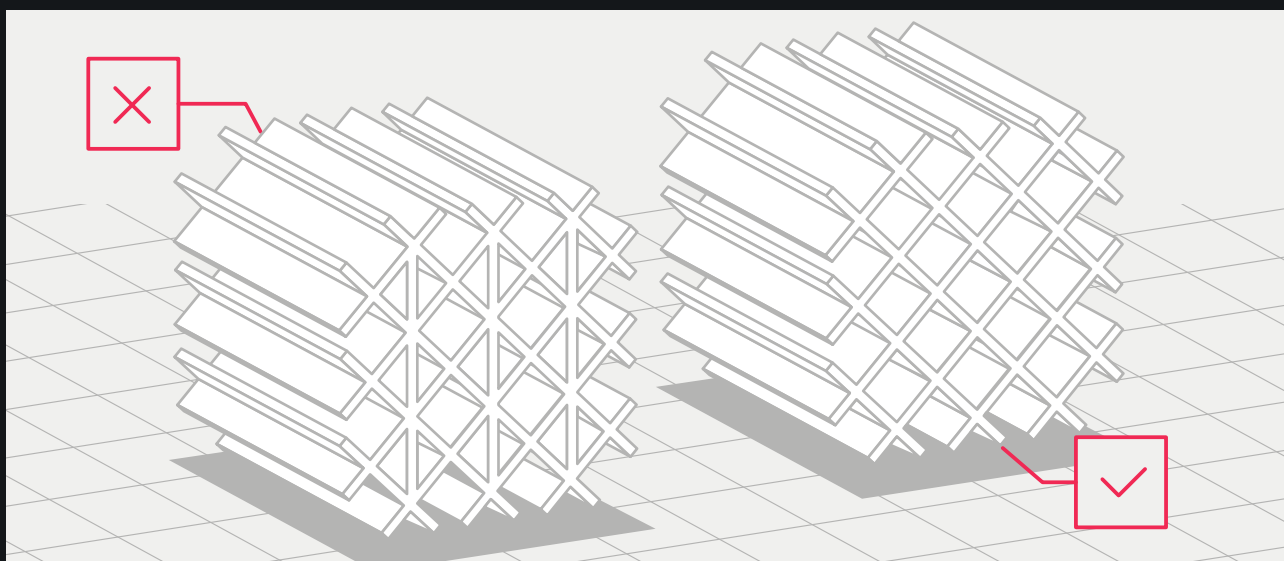
Минимальная высота выступа или углубления для печати детали на HP Jet Fusion 5210 — **1 мм**. Текст на детали должен быть ориентирован в плоскости XY, кегль шрифта — от **9 пунктов**.



## Сетки и твердотельные элементы

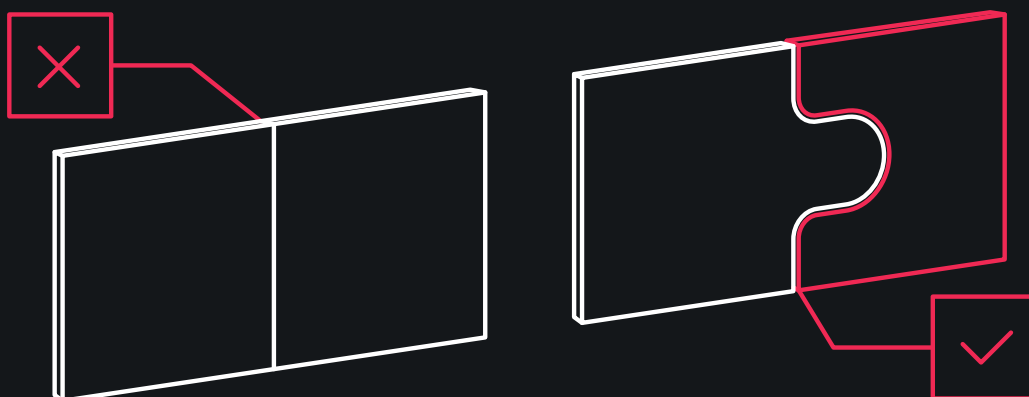
Чтобы создать твердотельные элементы и большие объекты внутри полостей, рекомендуется проектировать решетку. Это обеспечит жесткость конструкции, облегчит деталь и сэкономит печатный материал.

Изделия с элементами решетки нужно моделировать с учетом минимального шага сетки. Для печати на HP Jet Fusion 5210 этот параметр должен быть не менее **0,3 мм**.



## Изделия под склейку и сборку

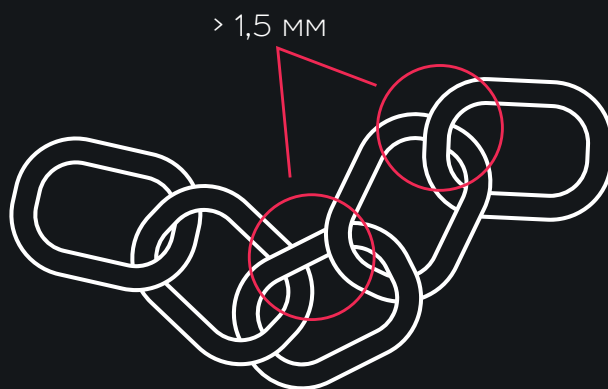
Чтобы обеспечить лучшую собираемость и получить правильный размер изделия, нужно предусмотреть пазы на стыках и учесть зазор на сборку деталей не менее **0,2–0,3 мм**.



## Связанные детали и цепи

Одно из преимуществ MJF по сравнению с другими технологиями — возможность печатать взаимосвязанные детали, такие как цепи и «кольчуги». Такие элементы могут быть разной геометрической формы, но важно обеспечить рекомендуемый зазор между звеньями, чтобы одна часть не срослась с другой.

Минимальный зазор между связанными деталями (кольцами): **1,5 мм**.

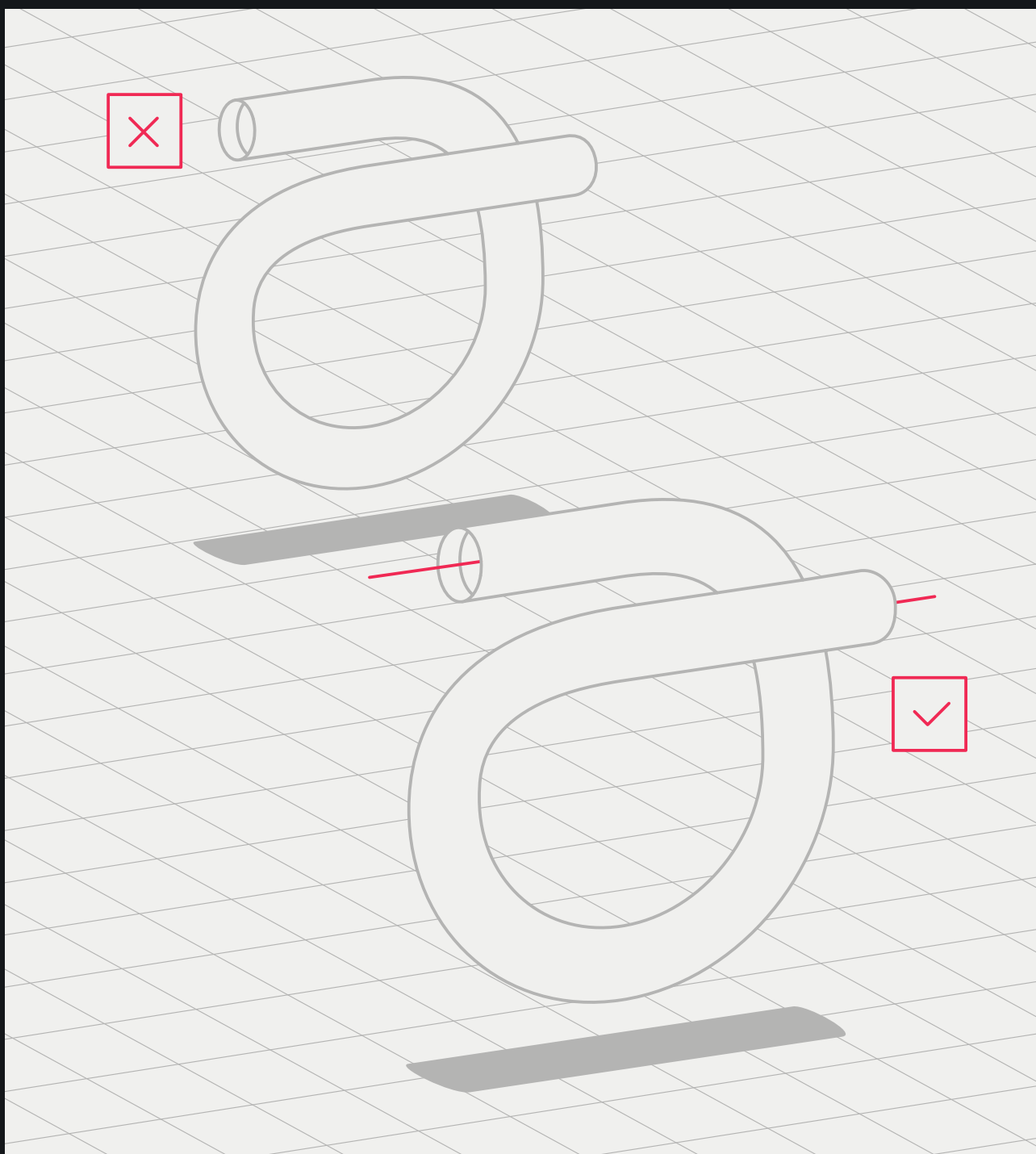


Такие типы деталей можно напечатать в сложенном виде, например, с зигзагообразным положением. Это позволит сделать конструкцию более длинной, с учетом максимального объема камеры печати.



## Построение воздуховодов и каналов

Чтобы в воздуховодах не было остатков порошка, внутри них рекомендуем проектировать цепь или центральную жилу. Минимальный диаметр детали воздуховода или трубы — 20 мм. Соответственно, минимальный диаметр цепочки — **2-3 мм**. Такие каналы должны быть открытыми, иначе извлечь порошок не удастся. После печати и удаления материала цепь можно вытянуть из детали.



## Минимальные толщины, зазоры и диаметры

Элемент детали	Ограничение
Толщина стенки	≥ 0,6 мм
Диаметр отверстия при толщине стенки 1 мм	≥ 0,6 мм
Диаметр выступа (стержня) высотой 10 мм	≥ 0,6 мм
Зазор между деталями толщиной 1 мм	≥ 0,6 мм
Шрифт для печати	9 пунктов и более
Щель между стенками	≥ 0,6 мм
Высота выступа (углубления)	≥ 1 мм
Шаг сетки	≥ 0,3 мм

## Допуски технологии

Номинальный размер, мм	1-3	3-6	6-10	10-18	18-30	30-50	50-80	80-120
Значения нормативного допуска, мм	0,14	0,18	0,22	0,27	0,33	0,39	0,46	0,54

# ТРЕБОВАНИЯ К ФАЙЛАМ

## Форматы файлов

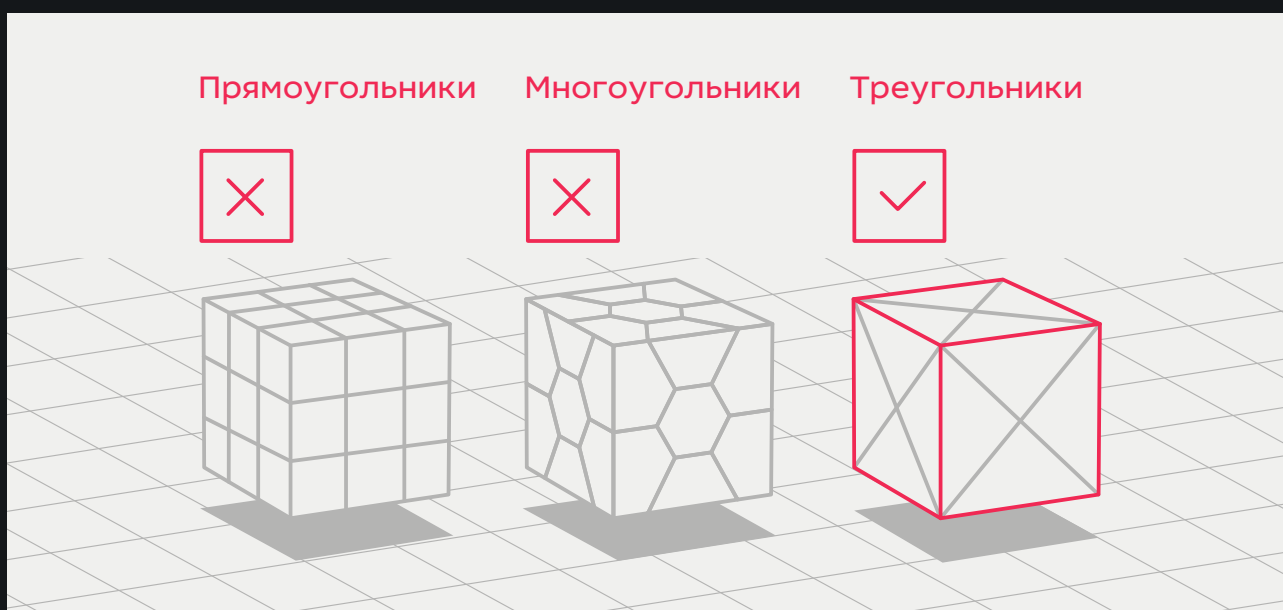
Чтобы превратить 3D-модель в код управления печатью, используют программы — слайсеры (от слова «to slice», резать). Это ПО раскладывает модель на слои, по ним принтер строит изделие. HP Jet Fusion 5210 поддерживает только 3D-модели в формате **.stl**.

## Размеры файлов

В среднем модель «весит» **1–25 МБ**. Размер файла зависит от числа полигонов и того, в каком ПО его проектировали. При экспорте в STL-пакет часто нужны дополнительные данные: допуск на угол и степень отклонения. Эти параметры определяют разрешение и размер файла детали.

## Ошибки конвертации STL

Перед отправкой задания на 3D-принтер необходимо создать модель для печати. Объект должен состоять из **треугольных полигонов**: из них принтер создает слои. Для печати не подходят модели с полигонами из прямоугольников и многоугольников. Избыточная детализация 3D-модели увеличивает время ее обработки, но не приносит пользы.



## Детализация моделей

Триангуляция поверхности приводит к огранке трехмерной модели. Параметры, используемые для вывода модели в формате **.stl**, влияют на степень огранки. Для лучшей детализации файлы из CAD-систем лучше конвертировать в **.3mf**. Этот формат обеспечивает лучшее качество конвертации.

Сохраняя модели в расширении **.stl**, нажмите «Параметры» и выберите кодировку ASCII. Рекомендуемые значения качества для поля «Расстояние и угол» — допуск отклонения **0,05** и угол в **1°**. Чтобы облегчить вес файла, угол можно менять до 10°, при условии, что у вас есть возможность пожертвовать качеством поверхности или детализацией.

## Подготовка печати изделий с закругленными краями

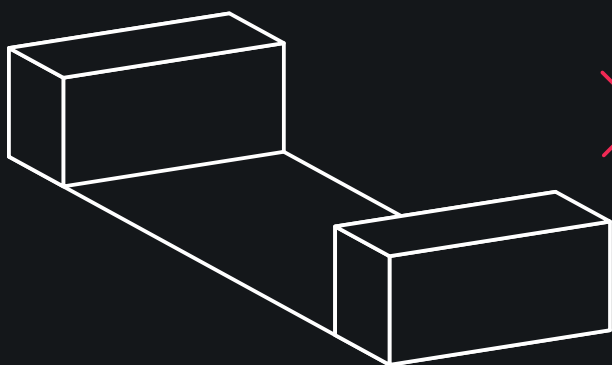
Из-за того, что печать происходит послойно, при создании моделей с закругленными краями на поверхности изделий могут остаться полосы. Чтобы избежать этого, рекомендуем:

1. Отмечать поверхности модели, на которые необходимо обратить внимание.
2. Предоставлять конструкторскую документацию, чтобы обеспечить точные размеры.

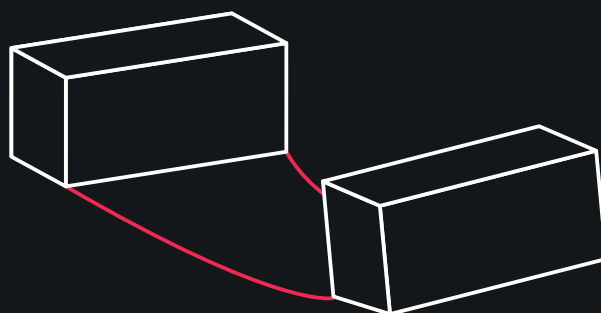
# ЧАСТЫЕ ПРОБЛЕМЫ

## Неправильное соотношение сторон детали, толщины стенок и жесткости

Полые изделия с тонкими стенками могут деформироваться, если не обеспечить им при печати дополнительную поддержку. Рекомендуем делать внутри подобных деталей прочный каркас, который будет служить поддержкой боковым рамкам.



Вид в макете

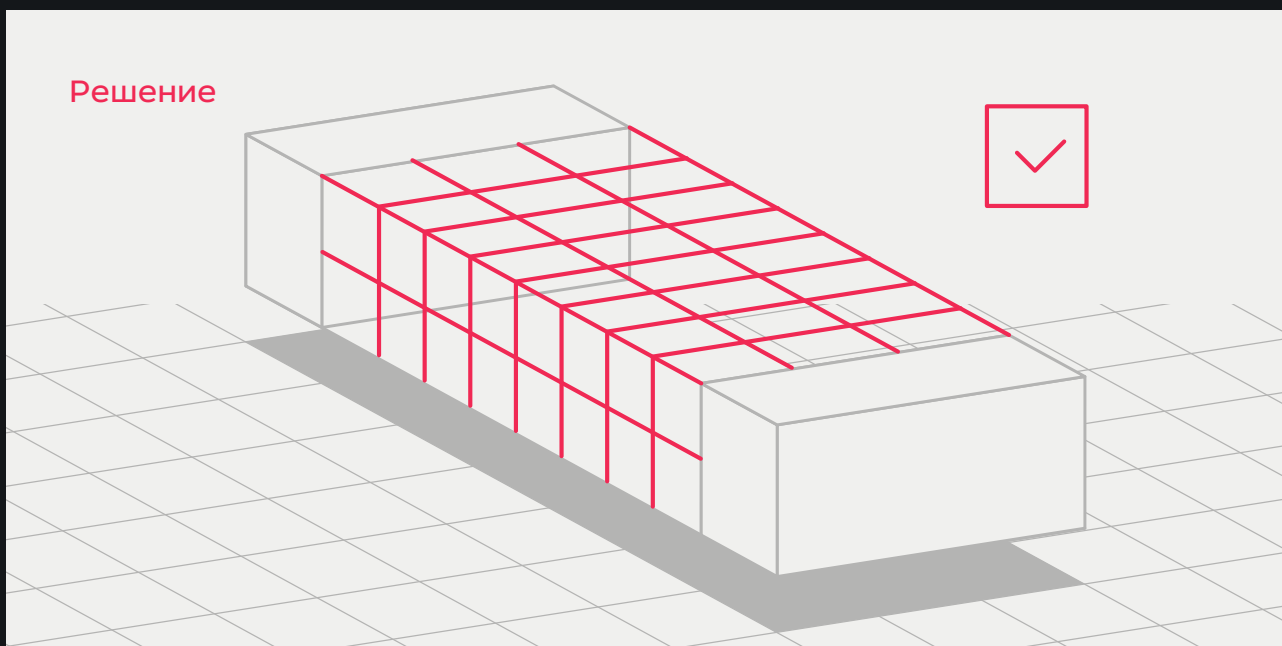


Вид после печати

Габариты: 337 x 63 x 307 мм

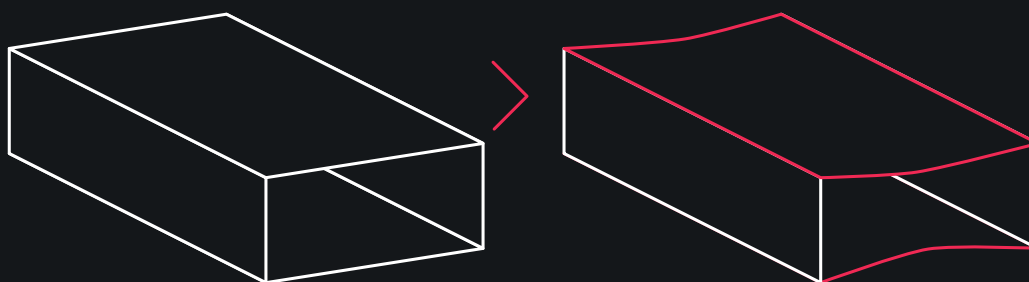
Толщина стенки: 2,5 мм

### Решение



## Искривление плоских деталей

При такой толщине стенок (**1,2 мм**) плоские части конструкции может «повести», и изделие потеряет форму. Чтобы избежать деформации, рекомендуем изначально планировать стенки изделия толщиной **от 5 мм**. При меньших значениях возникает риск искривления детали.



Вид в макете

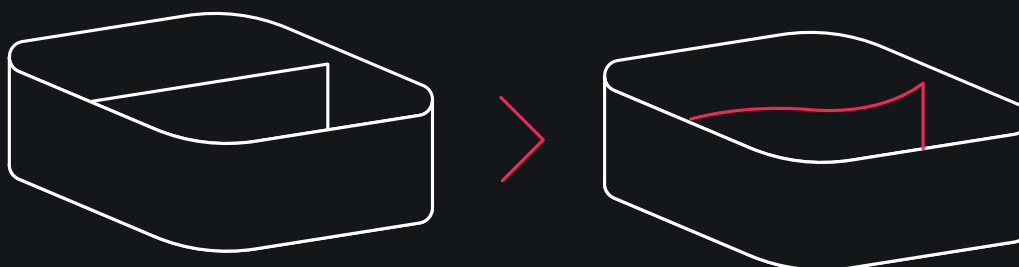
Вид после печати

Габариты изделия: 147 x 222 x 66 мм

Толщина стенки: 1,2 мм

## Деформация внутренней перегородки

При недостаточной толщине внутренняя перегородка может потерять форму. Рекомендуем учитывать такую возможность при создании 3D-модели и делать внутренние конструкции толщиной **не менее 0,8 мм**.



Вид в макете

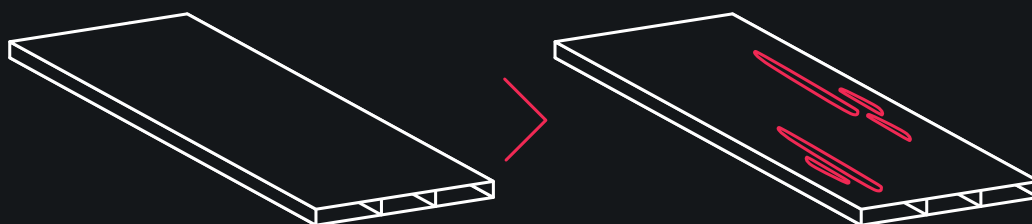
Вид после печати

Габариты: 81 x 80 x 34 мм

Толщина стенки: 0,25 мм

## — Деформация тонкостенных элементов из-за выхода горячего воздуха

При печати габаритных моделей с тонкими стенками возможно изменение формы изделия из-за того, что при выходе из закрытого пространства горячий воздух может «сварить» деталь изнутри. Чтобы избежать таких случаев, рекомендуем по возможности разделять крупные модели: это позволит безопасно изъять порошок во время постобработки и правильно вывести горячий воздух при печати.

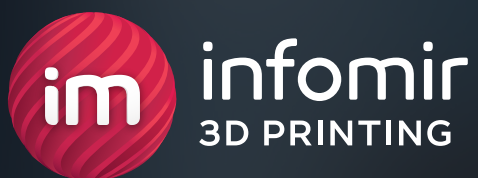


Вид в макете

Вид после печати

Габариты: 155 x 378 x 32 мм

Толщина стенки: 1,5 мм



## **INFOMIR 3D PRINTING — ТОЧНОЕ ВОПЛОЩЕНИЕ ВАШИХ ИДЕЙ!**

**+380 (99) 075 59 95**

**3dprint@infomir.com**

**facebook.com/infomir.eu**

**instagram.com/3dprint\_infomir**

**Перейти на сайт**