

Предыдущая статья о продукте Netfabb (“Autodesk Netfabb – комплексное решение для аддитивно-го производства”) была опубликована в *Observer* #1/2018.

# Autodesk Netfabb: подготовка моделей к 3D-печати в рамках единого продукта

©2020 ПОИНТ

Перед тем как перейти к знакомству с *Autodesk Netfabb*, скажем несколько слов о 3D-печати. Этот аддитивный процесс означает создание трехмерных объектов на 3D-принтере путем печати материала слоями, на основе спроектированной 3D-модели.

Программа *Autodesk Netfabb* специально разработана для подготовки и моделирования процесса 3D-печати. В этой статье описываются её основные возможности.

## 1 Создание исходной геометрии

Чтобы подготовить 3D-модель в среде *Netfabb* к процессу 3D-печати, её надо иметь. Есть два способа получения такой модели:

- создание геометрии непосредственно в самом комплексе *Autodesk* с помощью облачной САПР *Fusion 360*;
- импортирование из других программ.

### ✓ Создание геометрии в *Autodesk Fusion 360*

САПР *Fusion 360* (рис. 1) предоставляет пользователю обширные возможности моделирования (поверхностное, твердотельное, параметрическое, свободное, сеточное), а также инструменты для инженерного анализа, встроенные средства генеративного проектирования (*Generative Design*) и САМ-инструменты для подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ.

Комплектации *Ultimate* и *Premium* уже содержат *Fusion 360*, а в случае использования версии *Standard* эту программу надо приобретать дополнительно.

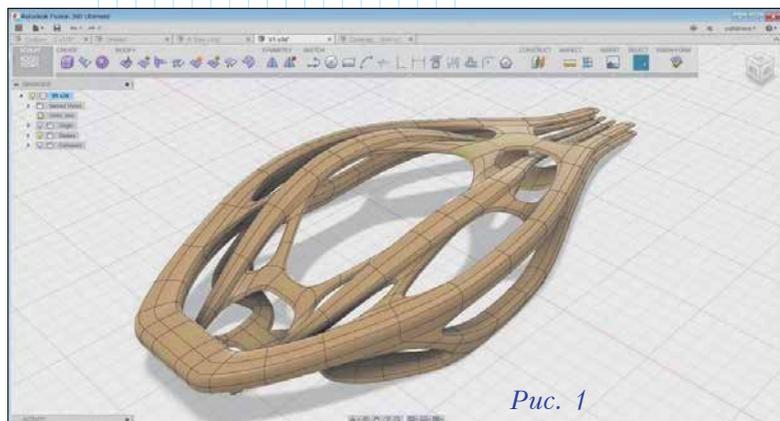


Рис. 1

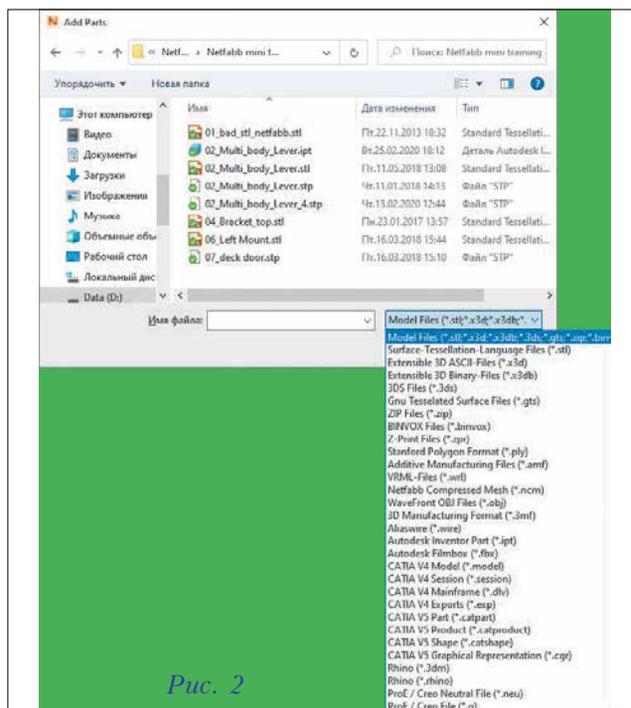


Рис. 2

### ✓ Импортирование САД-моделей

Чаще всего 3D-модели для работы в среде *Autodesk Netfabb* получают путем импортирования файлов, подготовленных в других САПР. Напрямую, в исходном формате, загружаются файлы *Autodesk Inventor*, *CATIA*, *Rhino*, *NX*, *Pro/ENGINEER*, *Autodesk Alias* и др. Геометрия, спроектированная в тех системах, которых нет в списке, легко импортируется в *Autodesk Netfabb* через один из популярных нейтральных форматов (рис. 2).

В отношении нейтральных форматов можно сказать, что несомненным плюсом является их поддержка множеством различных 3D-систем. Но обратная сторона такой популярности заключается в том, что каждая программа обрабатывает их по-своему, и это может приводить к различным ошибкам или неточностям при импортировании геометрии. Таким образом, перед отправкой на печать такая геометрия должна быть исправлена. Система *Autodesk Netfabb* позволяет делать это как вручную, так и в значительной мере автоматически (рис. 3).

Следует отметить, что пользователи *Netfabb* могут напрямую работать с облачным хранилищем *Autodesk*, а также имеют возможность коллективной работы. Пользователь делится ссылкой, которая открывается через браузер, и другой пользователь в любом уголке планеты увидит проектные решения коллег (рис. 4).

## 2 Методы оптимизации геометрии модели

### ✓ Решетчатые структуры

Основной и самый распространенный метод оптимизации конструкции основан на том, что внутренний объем 3D-модели заполняется решетчатыми структурами (рис. 5). Понятие решетчатых структур довольно обширно – ими могут быть как соединения простых элементов, так и поверхностные элементы, а также их комбинации. В системе имеется ряд встроенных типов заполняющих структур, а также и редактор, позволяющий генерировать новые типы структур.

Когда внутренний объем заполняется почти невесомой, но в то же время прочной решеткой, конструкция не только будет меньше весить, но и напечатается быстрее, чем монолитная.

### ✓ Оптимизированные решетчатые структуры переменной плотности

В системе *Netfabb* реализована функциональность, позволяющая оптимизировать модель с решетчатой внутренней структурой так, что конструкция превращается в систему из оболочек переменной толщины, заполненную решетчатыми структурами переменной плотности, оптимизированными под нагрузки, действующие на проектную модель. При этом не только минимизируется масса, но и обеспечивается необходимая прочность конструкции в заданных пределах (рис. 6).

### ✓ Оптимизация топологии

Оптимизация топологии базируется на функционале решателя *Autodesk Nastran*: с его помощью в проектируемой детали вычисляются (и затем удаляются) те зоны, которые не участвуют в обеспечении необходимой прочности, что позволяет облегчить конечную конструкцию.

### ✓ Generative Design – порождающее проектирование

В этом случае пользователь задает лишь общие параметры проектируемой детали: области поиска конструктивного решения, области препятствий, неизменяемые

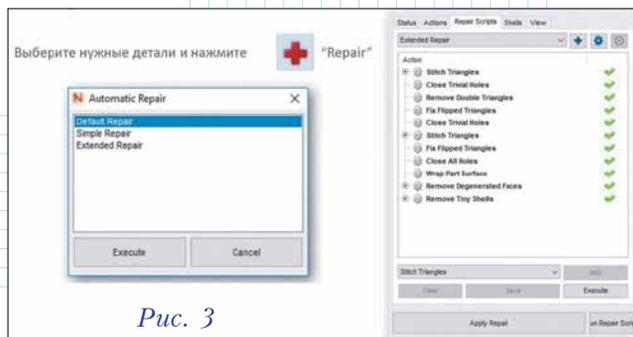


Рис. 3

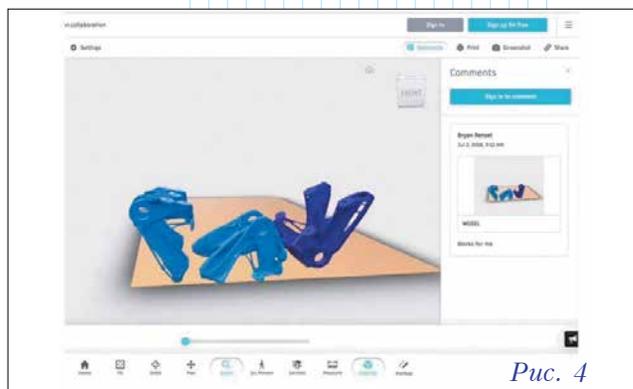


Рис. 4

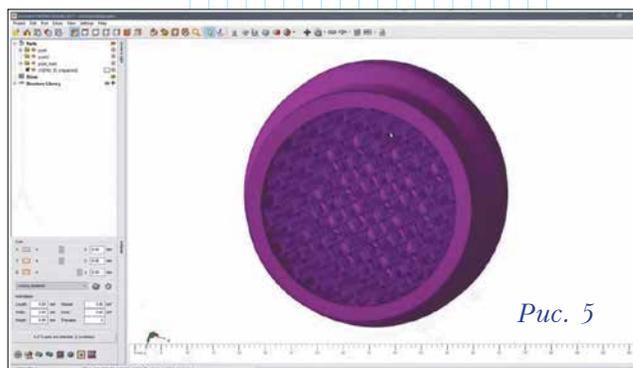


Рис. 5

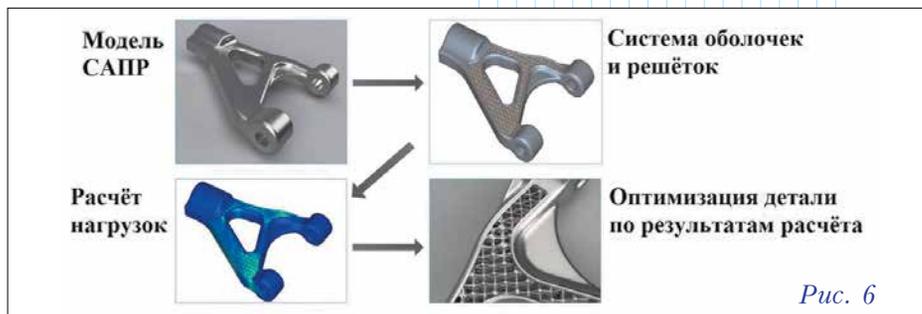


Рис. 6

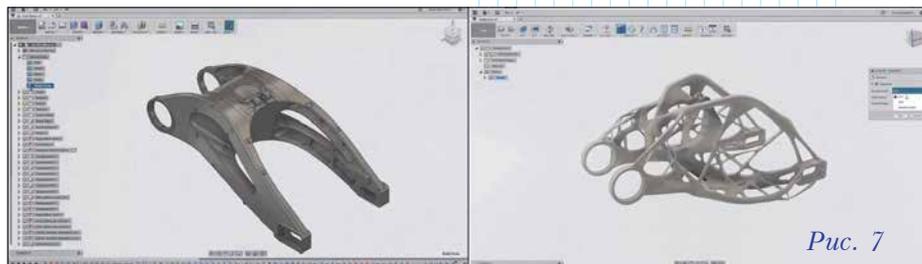


Рис. 7

элементы и зоны и др. В рамках заданных параметров программа сама сгенерирует и предложит несколько возможных форм деталей. Пользователю остается выбрать из них оптимальную форму, соответствующую необходимым требованиям (рис. 7). Вычисления осуществляются в среде *Fusion 360*.

### 3 Подготовка к печати

#### ✓ Расположение детали в рабочей области

*Autodesk Netfabb* автоматически подбирает оптимальное положение печатаемой детали в рабочем пространстве конкретного 3D-принтера. Пользователь должен только указать критерии оптимальности и допустимые изменения, после

чего программа предложит несколько вариантов – остается лишь выбрать наиболее подходящий из них (рис. 8).

#### ✓ Создание поддержек

Еще одно важное свойство программы – возможность автоматически создавать поддерживающие деталь структуры разных типов, под разные технологии (рис. 9). Поддержки редактируются под различные требования, и при изменении положения детали могут автоматически обновляться.

Тонко настроенные пользователем типы поддержек можно сохранить в качестве шаблона для последующего использования в других проектах.

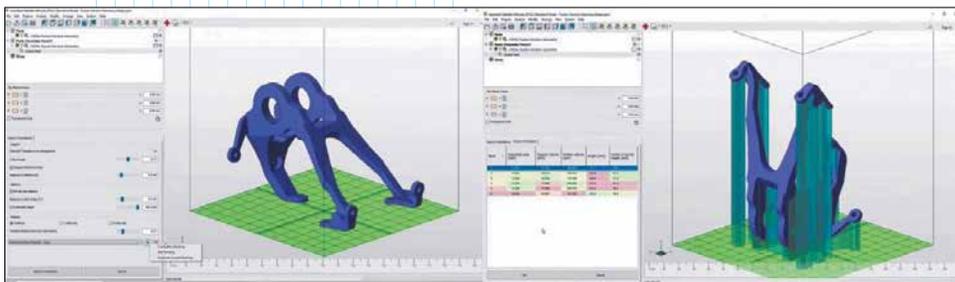


Рис. 8

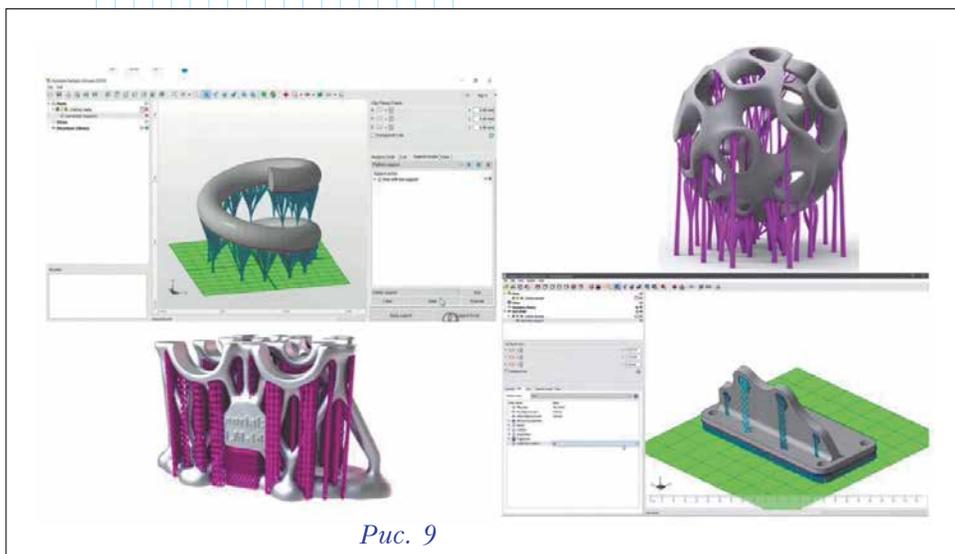


Рис. 9

#### ✓ Автоматическое пакование

Эта возможность используется при необходимости максимально загрузить всё оборудование на производстве, увеличить скорость печати и количество изготавливаемых деталей. С помощью этой функциональности рабочее пространство принтера максимально плотно заполняется множеством одновременно печатаемых деталей. При этом *Autodesk Netfabb* автоматически проследит за соблюдением заданных пользователем ограничений и правил заполнения (рис. 10).

#### ✓ Обширная библиотека машин

Чтобы приносить практическую пользу, система должна сопрягаться с существующим на рынке оборудованием.

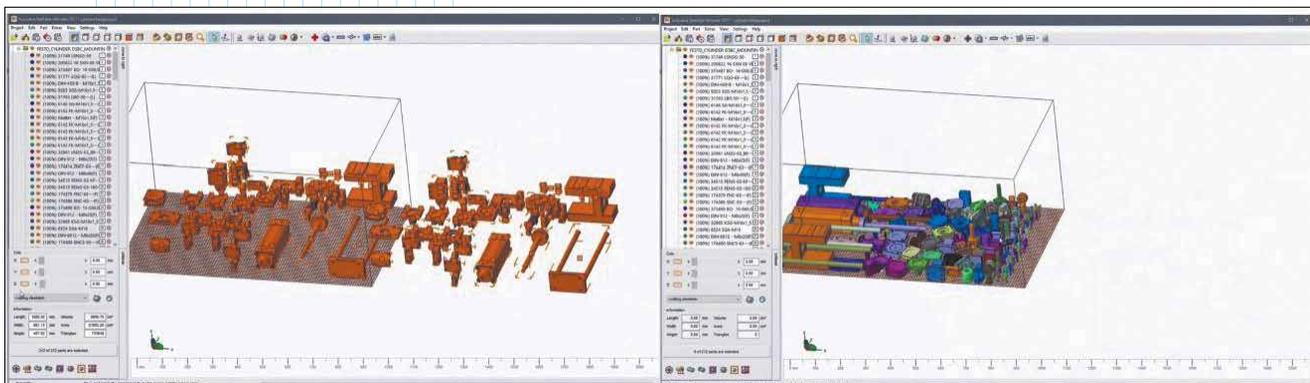


Рис. 10

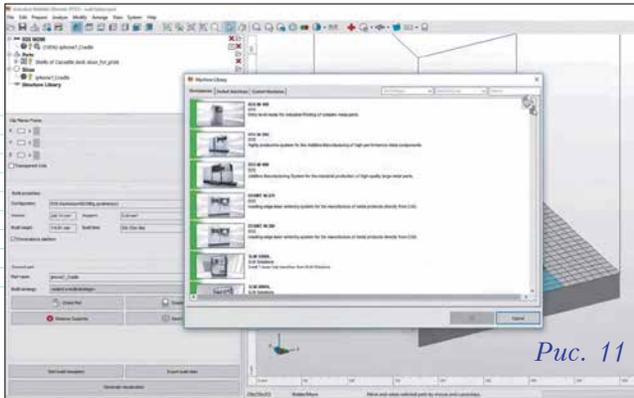


Рис. 11

Autodesk Netfabb знает практически все наиболее распространенные машины – это относится к рабочему пространству и используемой технологии печати (рис. 11). Если же какой-то 3D-принтер всё-таки отсутствует в библиотеке, пользователь может задать его параметры вручную.

✓ **Утилита тонкой настройки УП**

Любой 3D-принтер по сути являет собой станок с ЧПУ, но только с аддитивным инструментом, а значит для его функционирования требуется управляющая программа (УП). Утилита, которую предлагает Autodesk Netfabb, позволяет редактировать УП на низком уровне в визуальной форме – в том числе с помощью встроенного языка программирования *LUA Scripts*.

4 **Анализ процесса печати**

Процесс 3D-печати, особенно из металлического порошка, очень дорогостоящий и длительный,

и здесь пользователь может столкнуться с рядом проблем:

- неточная 3D-печать;
- хрупкость материалов;
- многократная подстройка моделей и неудачные попытки печати;
- слишком позднее выявление ошибок.

Для исключения этих проблем предназначен модуль *Netfabb Simulation*, функционал которого позволяет:

- имитировать процесс печати из металлопорошка;
- прогнозировать возможные проблемы;
- визуализировать деформации и напряжения, возникающие в конструкции;
- компенсировать деформации;
- уберечь 3D-принтер от повреждений.

5 **Финальная обработка результата печати**

В состав входящего в Netfabb решения *Fusion 360* включен мощный *CAM*-модуль, который позволяет запрограммировать предварительную или завершающую обработку деталей на станке с ЧПУ. Такая возможность еще более расширяет границы применения этого программного комплекса для подготовки аддитивного производства.

В заключение отметим, что Autodesk Netfabb поставляется в трех вариантах, сравнить которые можно по представленной таблице. Таким образом, каждый пользователь может выбрать наиболее подходящую для себя версию, отталкиваясь от ряда предложенных возможностей.

 <b>Таблица сравнения версий</b>			
STANDARD	PREMIUM	ULTIMATE	SIMULATION
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Работа с пластиком</li> <li>✓ Работа с моделями САПР и фасетными сетками</li> <li>✓ Импорт прямых и нейтральных форматов</li> <li>✓ Анализ и исправление сеток</li> <li>✓ Редактирование моделей</li> <li>✓ Настройка печати</li> <li>✓ 2D пакование</li> <li>✓ Создание отчетов</li> <li>✓ Экспорт</li> <li>✓ Слайсинг</li> <li>✓ Конвертация Mesh в BREP</li> </ul>	<p><i>Netfabb Standard, плюс:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Работа с металлом</li> <li>✓ Расширенные инструменты построения поддержек</li> <li>✓ Автоматическое 3D пакование</li> <li>✓ Ручное редактирование ячеистых структур</li> </ul> <p><b>Fusion 360</b></p> <p>Генеративный дизайн во Fusion 360</p>	<p><i>Netfabb Premium, плюс:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Автоматизация (LUA скрипты)</li> <li>✓ Selective Space Structures</li> </ul> <p>Оптимизация ячеистых структур</p> <p>Тонкая настройка траекторий инструмента</p> <p>Имитация печати из металлов (ограничено)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Имитация процессов печати SLM/LPBF и DED/DMD из металлов</li> <li>✓ Полнофункциональный решатель</li> <li>✓ Создание собственных режимов печати (PRM)</li> <li>✓ Облачные расчеты</li> </ul>