

Плотников А.А. (МГТУ «МАМИ», г. Москва)

Петров П.А. (ООО «Центр прототипирования и дизайна МГТУ «МАМИ», г. Москва)

Сапрыкин Б.Ю. (ООО «ИПК «3D-Технология», г. Москва)

## **Комплексное решение для подготовки современного производства:**

### **T-Flex CAD - netfabb Studio - V-Flash FTI 230**

Современное производство сложно представить без ставших незаменимыми CAD систем и получивших в последние годы широкое распространение в общих и специальных отраслях промышленности новейших технологий 3D печати, реверс-инжиниринга и аддитивного производства.

Системы автоматизированного проектирования прошли долгий эволюционный путь от обычных «электронных кульманов» до сложных PDM и PLM систем, которые в настоящее время позволяют не только создавать, но и управлять производством изделия на каждой этапе - от разработки концепции до его утилизации. В последние годы широкое распространение получили RP технологии – технологии быстрого прототипирования, которые существенно упростили процесс вывода изделия на рынок и подарили производителям ряд неоспоримых преимуществ по сравнению с традиционными методами. Функциональные образцы, мастер модели, модели для демонстрации и даже готовые изделия – всё это можно получить быстрым прототипированием.

Учитывая быстрорастущий и развивающийся рынок CAD и RP систем, потребитель начинает задаваться вопросом, какое решение будет для него оптимальным?

Конечно же, всё будет зависеть от целей и задач, которые ставит перед собой современное предприятие. Исходя из них и будет подбираться комплексное решение.

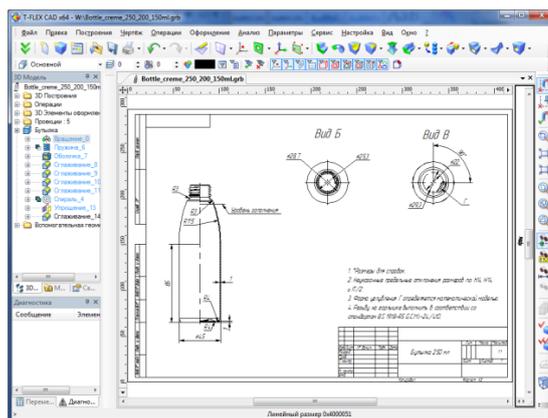
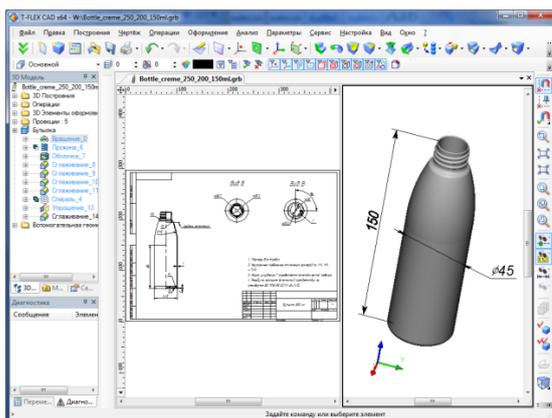
В качестве отправной точки возьмём небольшую инжиниринговую компанию, целью которой является предоставление на рынке комплекса услуг, связанных с подготовкой изделия к производству. Как правило, деятельность таких компаний связана с выполнением разносторонних инженерно-технических проектов, целью которых является проектирование нового изделия или модернизация существующего. Процесс проектирования включает в себя моделирование концепции, выполнение расчётов, подготовку конструкторской и технологической документации. После завершения этих этапов изготавливается опытный образец. На промежуточных стадиях проектирования для оценки разных вариантов конструкции, их собираемости, визуальной привлекательности применяются RP технологии, позволяющие получить физическую модель. Кроме того, с помощью RP технологий можно изготовить и опытный образец – это позволит существенно сократить затраты на разработку.

Теперь остаётся подобрать программный продукт и оборудование, которые обеспечат работу такой компании. Предположим, перед компанией стоит задача выполнения

проекта по проектированию тары или упаковки. Какие средства помогут ускорить подготовку серийного или мелкосерийного производства?

### Выбор системы автоматизированного проектирования.

Для небольшой компании в первую очередь важна стоимость такой системы. На рынке их выбор достаточно велик. Остановимся на программном продукте T-Flex CAD, разработанном ЗАО «Топ Системы». Почему? Программа имеет мощный 3D редактор, позволяет проектировать и моделировать сложные параметрические модели и сборки, по которым с лёгкостью готовится конструкторская и технологическая документация. Помимо этого систему можно дополнить модулями для выполнения инженерных расчётов (CAE) и модулем для работы с ЧПУ, а T-Flex DOCs поможет управлять данными внутри компании. Всё это позволяет назвать продукт T-Flex системой сквозного проектирования. Ну и главный козырь – сравнительно небольшая стоимость такого комплекса.



### Выбор установки быстрого прототипирования.

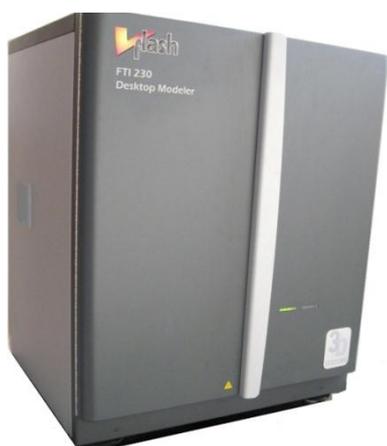
С выбором RP оборудования дело обстоит несколько сложнее. На рынке присутствует несколько крупных компаний-производителей – Z Corporation, 3D Systems, Objet, Stratasys, EnvisionTech и ряд других. Каждая из этих компаний предлагает широкий спектр компактных или промышленных установок, разработанных на основе собственных уникальных технологий быстрого прототипирования. Среди них выделяются технологии получения прототипов из АБС-пластика (FDM - послойное наложение расплавленной полимерной нити), фотополимера (FTI - послойный перенос изображения за счет формирования пленочного слоя), гипса (InkJet - струйное моделирование - нанесение связующего компонента или основного материала модели через многосопловые головки), порошкового композита и др.

Для инжиниринговой компании опять же ключевым фактором при выборе такого оборудования остаётся его стоимость в совокупности с техническими характеристиками. Наиболее приемлемый вариант - компактный 3D принтер или небольшая установка,

которую можно будет с лёгкостью установить и обслуживать – промышленные установки хоть и обладают значительно превосходящими характеристиками по габаритным размерам получаемых прототипов и их точности, но чрезвычайно дороги и требуют специального обслуживания. Такое удовольствие остается прерогативой крупных предприятий.

Как выбрать принтер? Прежде всего, нужно определиться с областью, в которой вы собираетесь его применять – потребуется информация о характеристиках материала, точности печати, её максимальном разрешении, себестоимости, размерах рабочей зоны принтера.

На текущий момент на рынке самое выгодное предложение - от компании 3D Systems – 3D принтер V-Flash FTI 230\*. Основные преимущества – цена и потрясающие точность (толщина слоя - 0,102 мм) и разрешение (768x1024 точек/дюйм) печати для установок такого класса. Материал прототипа - FTI-полимер, по свойствам близкий к пластику (плотность - 1,11г/см<sup>3</sup>, модуль упругости - 1550 МПа, прочность при изгибе - 53 МПа, цвет - кремовый). Конечно, существуют бюджетные варианты принтеров, печатающих из гипса или АБС – пластика, но их стоимость достаточно высока.



Итак, имея мощную систему трёхмерного моделирования и проектирования и 3D принтер, сможет ли инжиниринговая компания обеспечить качественное выполнение услуг, или для этого потребуются вспомогательные ресурсы?

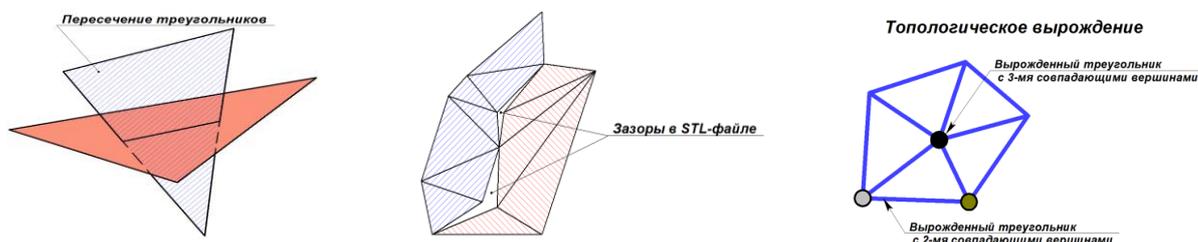
Если говорить про компоненты всего комплекса, то каждый из них в отдельности обеспечит требуемое качество и скорость работы. Но при передаче данных из CAD системы для печати на 3D принтер может потребоваться вспомогательный ресурс.

Известно, что общепринятым и основным форматом передачи данных из системы автоматизированного проектирования для установок быстрого прототипирования является STL-формат (представление трёхмерной модели в виде поверхностной сетки треугольников). Так вот, с экспортом в этот формат и могут возникнуть некоторые сложности. Если тело имеет достаточно простую конфигурацию, то экспорт и последующая печать могут пройти гладко и без сбоев. Но если тело криволинейно, имеет сложные поверхности и изгибы, отверстия, то могут возникнуть некоторые проблемы с

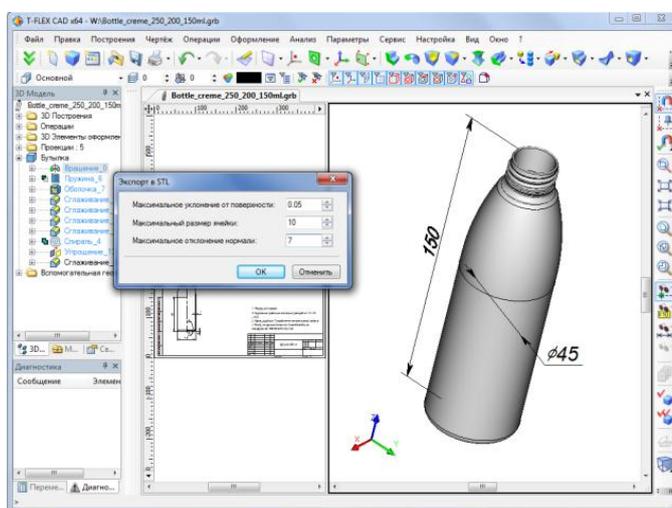
---

\* Официальный дистрибьютор на территории РФ - компания Три Д Формат ([www.3d-format.ru](http://www.3d-format.ru))

входными данными для печати (треугольники STL-файла могут пересекаться, накладываться друг на друга, просто отсутствовать в нужном месте и т.д.).



Для установки быстрого прототипирования любой марки и конфигурации, в частности, для 3D принтера, важно высокое качество входных данных – это одно из главных условий получения качественного прототипа. Как же получить качественный STL-файл?

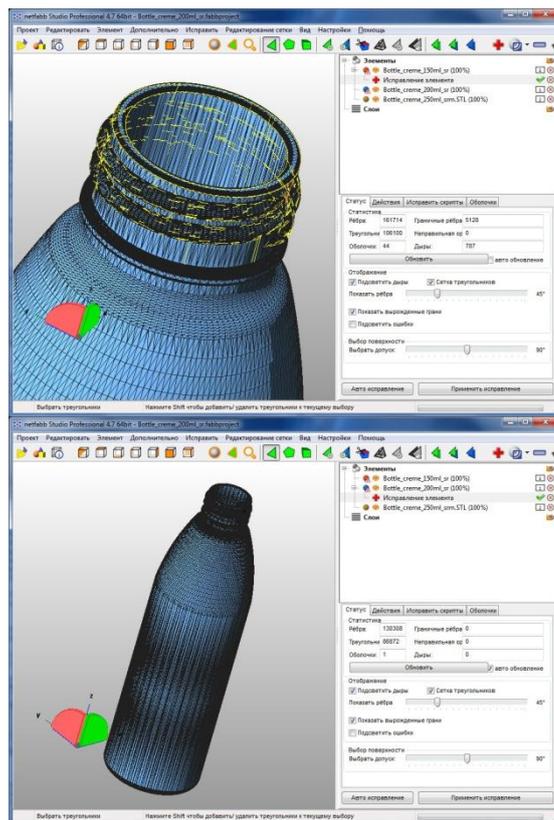
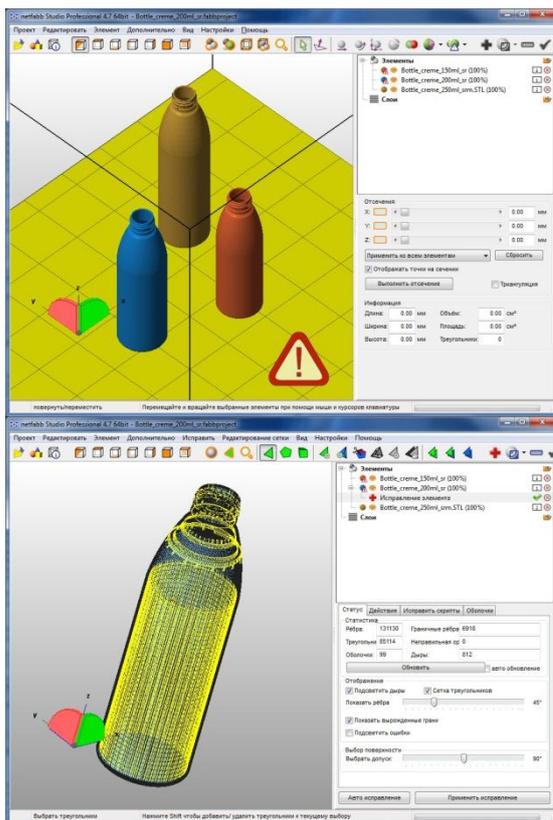


Первичный STL-файл получается экспортом из системы автоматизированного проектирования (в нашем случае это T-Flex CAD), но требует диагностирования и при необходимости доработки. Опция экспорта в формат STL системы T-Flex CAD имеет ряд настроек, обеспечивающих Пользователя возможностью получения качественной STL-сетки.

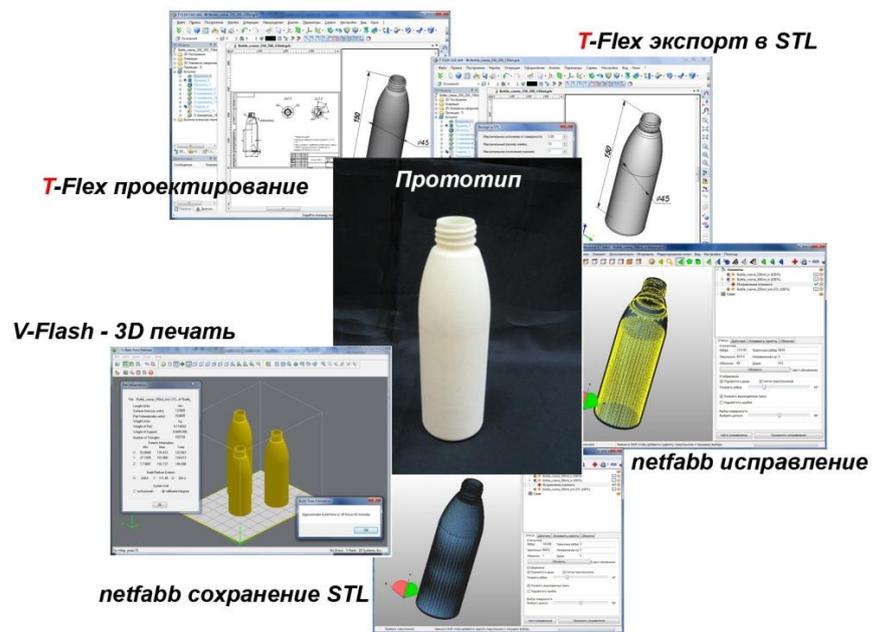
Существуют также специализированные программы, которые предоставляют пользователю такую возможность. Выбор их, нужно сказать, более чем скромнен. По крайней мере на российском рынке официально присутствуют всего несколько производителей, среди которых выделим компании Materialise и netfabb\*, предлагающих очень интересные и функциональные продукты для обработки STL-файлов. Разница в возможностях – минимальна, а вот разница в цене заставляет обратиться в первую очередь к продуктам компании netfabb – netfabb Studio Professional и netfabb Studio Basic. Чем же они так хороши? Начнём с того, что netfabb Studio Basic совершенно бесплатное приложение, позволяющее проводить базовые операции по редактированию STL-файлов.

\* Официальный представитель компании netfabb GmbH на территории РФ - компания 3D-Технология ([www.3d-rptechnology.com](http://www.3d-rptechnology.com))

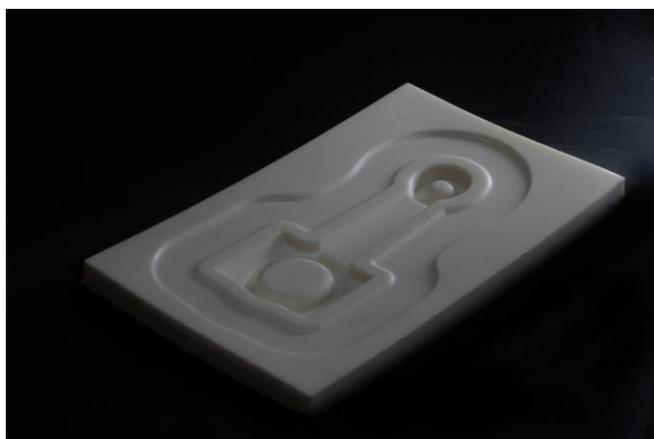
Конечно, для обработки сложных файлов его возможностей будет не достаточно, вот тогда всё внимание нужно направить в сторону коммерческого продукта - netfabb Studio Professional. Хороша эта программа тем, что STL-файлы обрабатываются в ней быстро и довольно просто, при этом размер установочного файла – чуть больше 10 Мб! Существует развитое видео-пособие, в котором показана работа основных компонентов. Ну а дружелюбный к пользователю интерфейс сформирует окончательную положительную оценку потенциального покупателя. Цена продукта очень привлекательна, прежде всего, из-за модульной структуры программы. Клиент может выбрать самостоятельно набор модулей, которые он будет использовать при работе. На сегодняшний день это, наверное, самое выгодное предложение в сегменте таких программ.



Сформировав наше комплексное решение для небольшой инжиниринговой компании, понимаем, что оно не затратно, функционально и обеспечивает работу фирмы на довольно высоком уровне. T-FEX CAD, netfabb Studio Professional и V-Flash FTI 230 прекрасно взаимодействуют друг с другом и позволяют выполнять сложные комплексные проекты в кратчайшие сроки.



Предлагаемое готовое решение одинаково хорошо подходит для реализации задач, взятых из различных отраслей промышленности и производства. Например, в авиастроении при проектировании турбинных и компрессорных лопаток, в машиностроении при проектировании деталей сложной формы, в штамповом и литейном производствах при проектировании инструмента.



И самое главное. 3D принтер V-Flash хорошо адаптируется под образовательный процесс высших образовательных учреждений. Технологию FTI и принтер V-Flash применяют в вузах Америки, Европы, Азии, Российской Федерации. В России освоение технологии FTI началось с 2010 г. и на данный момент технология работает в трех университетах: МГТУ "МАМИ" (Московский государственный технический университет «МАМИ»), ВолгГТУ (Волгоградский государственный технический университет), УрГУПС (Уральский государственный университет путей и сообщений).

При подготовке статьи использовались материалы, представленные на интернет-сайтах: [www.3d-rptechnology.com](http://www.3d-rptechnology.com), [www.netfabb.com](http://www.netfabb.com), [www.rp-center.com](http://www.rp-center.com), [www.kai prototyping.com/ru](http://www.kai prototyping.com/ru).