

## AUTODESK INVENTOR КАК СРЕДСТВО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ

*А.В. Климкович, Г.Ф. Винокурова*  
(г. Томск, Томский политехнический университет)  
E-mail: [k.vg@mail.ru](mailto:k.vg@mail.ru)

## AUTODESK INVENTOR AS A PROTOTYPING TOOL

*A.V. Klimkovich, G.F. Vinokourova*  
(Tomsk, Tomsk Polytechnic University)

**Abstract.** Prototyping has always been one of the most important parts in the design. Now, with the proliferation of 3D printing, prototyping process greatly accelerated. The article deals with Autodesk Inventor, a program that greatly simplifies the rapid prototyping. Descriptions of the problems associated with the use of 3D printing and formats for this.

**Keywords:** Autodesk Inventor, prototyping, rapid prototyping, 3D printing

**Введение.** Сейчас, количество новых изобретений, усовершенствований, открытий на порядок выше того, что было полвека назад. Это стало возможным благодаря большому количеству факторов, но давайте рассмотрим одну из конечных стадий внедрения разработки – прототипирование. Это быстрая реализация базовой функциональности, с минимальными усилиями и затратами на создание модели, для анализа работы системы в целом.

**Быстрое прототипирование.** Это направление развивается с 1980 года и достигло наибольшего распространения после распространения 3D-печати. Основной задачей быстрого прототипирования является создание физического объекта или модели с минимально возможными затратами времени. Зачастую первые образцы быстрого прототипирования служат для оценки и улучшения эргономики и дизайна, не выполняя полезных функций.

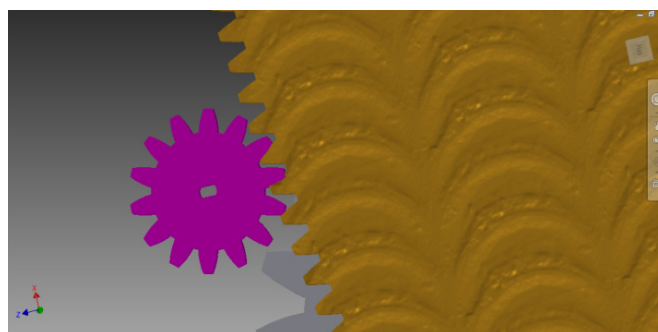
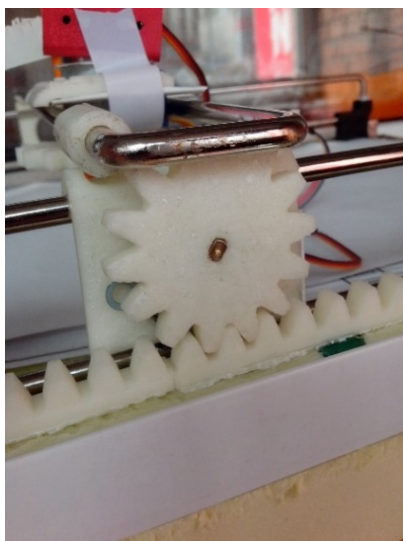


Рис. 1. Зубчатая передача (цвета и материалы изменены для наглядности)

**Autodesk Inventor.** Быстрое прототипирование подразумевает наличие модели в формате STL для 3D-печати. Одно из преимуществ использования таких комплексов как Inventor от компании Autodesk заключается не только в возможности создавать и в ходе работы изменять конфигурацию деталей. Не менее важна возможность создания сборочных моделей с визуализацией взаимодействия объектов системы и выявлением возможных ошибок проектирования, а также предварительно рассчитывать нагрузки и износ этих деталей в системе. Это снижает расходы на создание дополнительных прототипов и проведение нагрузочных тестов. Кроме того, Inventor включает в себя модули для расчёта разного рода передач, что сильно экономит время. Однако за счёт физических и технологических ограничений печати весьма сложно рассчитать необходимый модуль и количество зубьев с необходимым передаточным числом. На рис. 1 приведён пример рассчитанных зубчатых колёс для учебного проекта, на котором отчётливо виден разрыв между колёсами, вызванный ограничениями размеров печатаемой модели и погрешности печати, учтённые при расчёте передачи. Это в последствии сделало проблематичным достоверный расчёт нагрузок на данную передачу. Стоит отдельно отметить, что Autodesk Inventor имеет возможность преобразования деталей

в формат STL и изменения некоторых параметров этого формата, что ускоряет процесс быстрого прототипирования и не требует привлечения дополнительного ПО.

**Проблемы и неудобства быстрого прототипирования.** До недавнего времени быстрое прототипирование могли позволить лишь крупные компании. С распространением доступных 3D-принтеров это стало доступно почти каждому. Но появилась проблема, с единым форматом для печати. STL хранит данные в виде набора треугольных плоскостей и нормалей к ним. В первых 3D-принтерах это было необходимо, но сейчас теоретически возможно производить печать в векторном виде, используя одновременное передвижение по трем плоскостям, что решило бы проблему точности в приведённой модели STL. Для простейших моделей и принтеров это не имеет большого значения, но аппаратное приведение STL к единичному шагу двигателя принтера приводит к нежелательным погрешностям в сложных моделях. Так же хотелось бы отметить, что на данный момент основными материалами для печати являются пластики ABS и PLA. Они достаточно прочны для того, чтобы делать из них сложные визуальные модели, но нагрузки на эти пластики очень ограничены, что не позволяет быстро делать модели с большой нагрузкой. В рамках реализации учебной модели зубчатая передача, приведённая выше, была распечатана на оборудовании среднего класса. Как видно на фото (рис. 2), в рабочей модели под нагрузкой зубья находятся в более плотном соприкосновении, чем при расчёте.



*Рис. 2. Распечатанная зубчатая передача учебного проекта*

**Вывод.** Autodesk Inventor представляет широкие возможности для создания 3D моделей и сборок из них. Кроме того, с учётом отсутствия специальных расширений, учитывающих погрешности и ограничения 3D-печати, наборы материалов и изменяемые допуски исполнения деталей позволяют производить приблизительные расчёты и делать незначительные правки перед печатью модели, которых вполне достаточно при работе с концепцией прототипов. Наличие открытой лицензии для обучающихся, а также планы, представленные на сайте издателя, о создании специального расширения увеличивают возможности этого инструмента для быстрого прототипирования.

#### **Список литературы**

1. Варфел Т.З. Прототипирование. Практическое руководство. – М.: Манн, 2013. – 240 с.
2. Концевич В.Г. Твердотельное моделирование в Autodesk Inventor. – М.:ДиаСофтЮП, 2008. – 672 с.