

DOI: 10.32517/2221-1993-2022-21-5-16-25

Н. Н. Самылкина, Р. Ф. Кашапова

Московский педагогический государственный университет, г. Москва, Россия

## ИЗУЧЕНИЕ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОТОТИПИРОВАНИЯ В ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КЛАССАХ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ T-FLEX CAD

### Аннотация

В статье представлен опыт использования отечественной программы автоматизированного проектирования T-FLEX CAD для изучения трехмерного моделирования и прототипирования в предпрофессиональных инженерных классах как курса по выбору обучающихся. Рассматриваются достоинства и ограничения учебной версии T-FLEX CAD, проводится краткий обзор задач, при решении которых может быть использована профессиональная программа T-FLEX CAD.

Предлагается практическая работа для начинающих, в которой поэтапно расписано создание ручной соковыжималки для цитрусовых. В конце практической работы предлагаются задания для самостоятельной работы, в ходе выполнения которых учащиеся получают собственный результат моделирования, который можно использовать для создания прототипа изделия.

Материал будет полезен для учителей информатики и технологии, работающих в инженерных или информационно-технологических классах, при преподавании углубленного курса информатики или курса по трехмерному моделированию и прототипированию.

**Ключевые слова:** сквозные цифровые технологии, трехмерное моделирование и прототипирование, предпрофессиональное обучение, программа T-FLEX CAD, моделирование в T-FLEX CAD, отечественный программный продукт.

### 1. Актуальность использования профессионального программного обеспечения для изучения трехмерного моделирования и прототипирования старшеклассниками

В педагогическом сообществе на протяжении достаточно длительного времени и неоднократно обсуждался вопрос о включении основ профессиональных знаний

и умений в учебные предметы на уровне общего образования. На практике отечественная система общего образования всегда опиралась на фундаментальную подготовку по основам наук, но при этом обеспечивала разнообразные возможности дифференциации обучения по содержанию на всех уровнях общего образования. В большей степени это касалось старшеклассников, у которых была возможность освоения основ некоторых профессий, например, на базе учебно-производственных комплексов. Эта идея в современном формате вновь стала

### Контактная информация

**Самылкина Надежда Николаевна**, доктор пед. наук, доцент, профессор кафедры теории и методики обучения математике и информатике, Институт математики и информатики, Московский педагогический государственный университет, г. Москва, Россия; *адрес:* 119991, Россия, г. Москва, ул. Малая Пироговская, д. 1, стр. 1; *e-mail:* nsamylkina@yandex.ru

**Кашапова Регина Фильзатовна**, магистрант 2-го курса, Институт математики и информатики, Московский педагогический государственный университет, г. Москва, Россия; *адрес:* 119991, Россия, г. Москва, ул. Малая Пироговская, д. 1, стр. 1; *e-mail:* 89897818001@mail.ru

**N. N. Samylkina, R. F. Kashapova**

Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia

### STUDYING 3D MODELING AND PROTOTYPING IN PRE-PROFESSIONAL CLASSES WITH THE HELP OF THE T-FLEX CAD PROGRAM

#### Abstract

The article presents the experience of using the Russian computer-aided design program T-FLEX CAD to study 3D modeling and prototyping in pre-professional engineering classes as a course of choice for students. The advantages and limitations of the educational version of T-FLEX CAD are considered, a brief overview of the tasks for which the professional T-FLEX CAD program can be used is given.

A practical work for beginners is proposed, in which the creation of a manual citrus juicer is described step by step. At the end of the practical work, tasks for independent work are provided, during which students receive their own simulation result, which can be used to create a prototype of the product.

The material will be useful for teachers of informatics and technology working in engineering or information and technology classes, when teaching an advanced course in informatics or a course in 3D modeling and prototyping.

**Keywords:** end-to-end digital technologies, 3D modeling and prototyping, pre-professional training, T-FLEX CAD program, modeling in T-FLEX CAD, domestic software product.

актуальной. В переходный период цифровой трансформации различных областей жизнедеятельности, в том числе образования, московский эксперимент по реализации предпрофессиональной подготовки старшеклассников дал определенные положительные результаты в виде конструктивного сотрудничества со школами различных высокотехнологических компаний, вузов, организаций дополнительного образования детей и взрослых.

Для школьной информатики предпрофессиональное обучение старшеклассников является уникальной возможностью обновить и адаптировать содержательную и практико-ориентированную составляющую предмета, расширить проектно-исследовательскую часть с ориентацией на профессии будущего. С точки зрения выбора обновленного содержания информатики для предпрофессиональных информационно-технологических и инженерных классов необходимо учитывать то, что содержание должно относиться к одному или нескольким направлениям сквозных цифровых технологий на основе отечественных разработок, реализуемых в рамках Национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [3]. К сквозным технологиям Национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» относятся новые производственные технологии, в рамках которых изучаются цифровое проектирование и моделирование (CAD-системы, 3D-моделирование и сквозные PLM-системы), а также аддитивные и гибридные технологии (3D-печать) [8].

В настоящее время технологии 3D-моделирования и напечатанные на 3D-принтере предметы все шире используются в жизни и профессиональной деятельности. Целенаправленное обучение трехмерному моделированию начинается в основной и продолжается в старшей школе. Эта тема легко переходит в практическую и проектную деятельность обучающихся.

Для того чтобы создать любой материальный объект с помощью новых производственных технологий, необходимо программное обеспечение — система автоматизированного проектирования (САПР), в которой создается 3D-модель, и программа-слайсер (RepetierHost, Cura, PolygonX и т. д.), которая «нарезает» модель на слои и переводит их в так называемый G-код, т. е. задание для 3D-принтера, и собственно 3D-принтер — устройство, которое способно послойно напечатать виртуальную модель с помощью какого-либо материала, чаще всего пластика [6].

Для профессиональных целей можно использовать различные САПР, учитывая функциональные возможности программного продукта. Так, например, для инженерного моделирования, т. е. создания, как правило, твердотельных моделей, сборных конструкций и чертежей, удобно использовать такие среды, как Autodesk Inventor, Autodesk Fusion 360, T-FLEX CAD, SolidWorks и некоторые другие [4]. В предпрофессиональном обучении старшеклассников накоплен небольшой опыт использования профессионального программного продукта Autodesk Fusion 360 как наиболее востребованного в профессиональной среде. Существующие учебно-методические материалы используют именно Autodesk Fusion 360 [5, 6]. Однако в настоящее время есть ограничения на его использование в России. В сложившихся обстоятельствах стоит обратить внимание на

существующую отечественную программу для трехмерного моделирования и печати T-FLEX CAD, которая по функционалу незначительно уступает Autodesk Fusion 360 и вполне может быть использована для предпрофессиональной подготовки старшеклассников.

## 2. Достоинства и ограничения программы трехмерного моделирования T-FLEX CAD

Компания «Топ Системы», разработавшая T-FLEX CAD, выпустила бесплатную учебную версию программы с поддержкой русского языка, она может быть использована исключительно в ознакомительных и образовательных целях. **Учебную версию программы T-FLEX CAD** можно бесплатно и без регистрации скачать на официальном сайте компании: <https://www.tflexcad.ru/download/t-flex-cad-free/files.php> [9].

Стоит отметить, что образовательную версию от коммерческой отличает **некоторое ограничение функционала**:

- экспорт 3D-моделей осуществляется только в сетчатые форматы;
- импорт 3D-моделей (с точной геометрией) осуществляется только в формате STEP;
- при сохранении документа создается файл в формате, отличном от формата обычной версии T-FLEX CAD (.grs), такой файл недоступен для чтения в коммерческой версии программы;
- отсутствует техническая поддержка по учебной версии T-FLEX CAD.

Программа автоматизированного моделирования T-FLEX CAD может применяться для решения технологических задач (оформление технологических карт, спецификаций), в задачах дизайнера, в конструировании (эскизный проект, черновой чертеж, проектирование изделий) [10].

Как и многие зарубежные программы, T-FLEX CAD помимо достаточной функциональности в области трехмерного моделирования содержит библиотеку стандартных элементов [1]. **Стандартные элементы** — изделия, выполняемые в соответствии с государственным стандартом (ГОСТ): подшипники, пружины, гайки, шайбы, болты и др. [12]. Для каждого элемента в библиотеке заведена 3D-модель. Использовать данные элементы можно, например, при создании сложных сборок: модели самолета, роботов, двигателя машины и т. д. Процесс вставки стандартных элементов организован очень удобно: достаточно перейти в дерево библиотек, найти нужный элемент и перенести в рабочую область. После этого появится диалоговое окно, в котором можно легко и быстро выбрать параметры добавляемого элемента и указать, какому ГОСТу он должен соответствовать.

На официальном сайте компании имеется **онлайн-пособие**, с которым может ознакомиться каждый пользователь [10]. В пособии рассматриваются базовые понятия и терминология T-FLEX CAD, даются основы создания чертежей и моделей, также доступны видеоролики, демонстрирующие методы и принципы создания 3D-моделей. Например, в видеоролике № 15 изучается команда *Ребро жесткости* при работе с металлическими и пластиковыми изделиями.

В программе есть **возможность создавать трехмерную модель двумя способами**:

- от эскиза к 3D-модели — сначала создается двумерный эскиз, а потом на его основе с помощью инструментов (выталкивание, вращение и т. д.) создается трехмерная модель;
- от 3D-модели к чертежу изделия — по трехмерной модели можно получить точные чертежи на изделие, используя операцию проецирования с удалением невидимых линий и операцию получения сечений и разрезов.

Стоит обратить внимание на **принцип двунаправленной ассоциативности** — при изменении параметров чертежа изменяется и трехмерная модель, и, наоборот, изменение параметров трехмерной модели приводит к автоматическому изменению параметров чертежа.

Программа T-FLEX CAD позволяет **создавать трехмерные твердотельные параметрические модели с помощью математических формул** [12]. Так, например, при создании модели квадрата данные о его размерах обозначаются формулами, при вычислении которых появляются значения длины, ширины и высоты. При необходимости внесения незапланированного изменения в геометрию модели в базе данных изменяются только значения размеров. Таким образом, не нужно удалять исходные линии построения.

Стоит отметить, что в T-FLEX CAD, как и во многих зарубежных программах для трехмерного моделирования, разработан **модуль интерактивной генерации фотореалистичных изображений** [11]. Фотореалистичное изображение (рендеринг) — это цифровое изображение прототипа изделия, в котором учитываются материал, из которого будет изготовлено изделие, тени, отбрасываемые объектом, а также такие явления, как отражение и преломление света, сцена (фон). Внешний вид прототипа изделия является одним из важных условий при подготовке рекламных акций и маркетинговых исследований, а также при представлении заказчику или инвестору будущего проекта.

Профессиональный программный продукт T-FLEX CAD решает задачи в области строительства, машиностроения, приборостроения, авиастроения, станкостроения, мебельного производства. Благодаря широкому

функционалу программы ее можно использовать для создания проектов. Компания «Топ Системы» поддерживает развитие профессионального сообщества пользователей и каждый год проводит конкурс инженерных проектов. К участию принимаются профессиональные, учебные и хобби-проекты, выполненные индивидуально или группой участников [2]. Участие в конкурсе инженерных проектов позволит обучающимся ознакомиться с полным циклом создания проекта от идеи до ее реализации и разработать свой индивидуальный проект, который оценят руководители и ведущие специалисты компании «Топ Системы».

За счет поддержки русского языка, простоты интерфейса, большого набора инструментов трехмерное моделирование в среде T-FLEX CAD может стать мощным инструментом для развития у учащихся инженерного мышления, а также повышения интереса к проектной деятельности, которая в дальнейшем может перерасти в стартап.

### 3. Практическая работа для изучения трехмерного моделирования в T-FLEX CAD

В данной статье мы рассмотрим практическую работу, посвященную созданию ручной соковыжималки для цитрусовых. В ходе выполнения работы осваивается среда моделирования, интерфейс, базовые операции, создается эскиз (скетч), а также 3D-модель прототипа изделия на основе его эскиза. В конце работы представлены задания для самостоятельного выполнения, в которых учащийся не только закрепляет полученные навыки, но и в итоге создает собственный проект, который можно презентовать будущему заказчику.

#### 3.1. Установка программы

Перед началом работы скачаем программу. Получить установочные файлы T-FLEX CAD можно, перейдя на официальный сайт разработчика: <https://www.tflexcad.ru/download/t-flex-cad-free/files.php> [9].

Прежде чем начать установку, необходимо проверить соответствие вашего компьютера системным требованиям (рис. 1).

<b>Минимальные</b>	
Операционная система:	Windows 7 x64 (с Пакетом обновлений 1)
Процессор:	Intel или AMD с поддержкой SSE3
Объем оперативной памяти:	2 Гб
Объем свободного дискового пространства:	3 Гб
Видеокарта:	видеокарта с поддержкой OpenGL 3.3 и выше
<b>Рекомендуемые</b>	
Операционная система:	Windows 8.1x64, 10 x64
Процессор:	Core i5 или выше
Жесткий диск:	SSD накопитель
Объем оперативной памяти:	16 Гб и больше
Видеокарта:	высокопроизводительная видеокарта NVIDIA или AMD с памятью 1Гб и выше, а также поддержкой OpenGL 4.2 и выше

Рис. 1. Системные требования для установки T-FLEX CAD

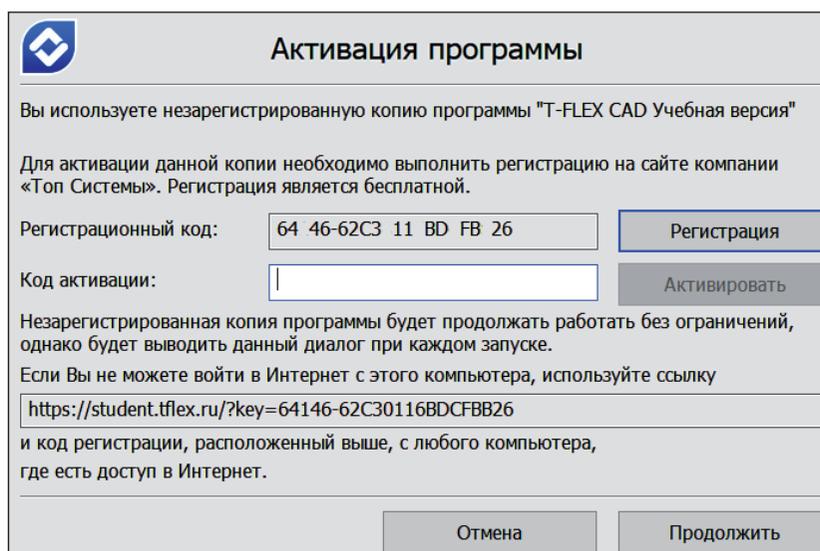


Рис. 2 Активация учебной версии T-FLEX CAD

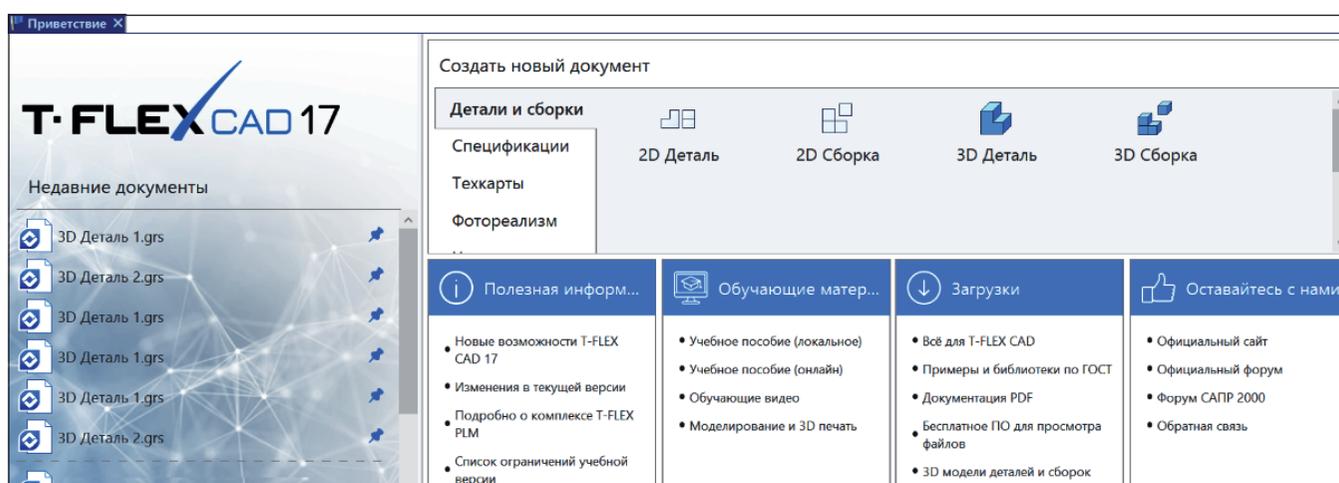


Рис. 3. Страница приветствия

Если компьютер соответствует хотя бы минимальным требованиям, можно начать установку. Загрузите архив с установкой образовательной версии T-FLEX CAD (пакетный установщик) на свой компьютер, распакуйте его во временную папку, запустите файл *Setup.exe* и следуйте указаниям программы установки. Обязательно после установки установите *Компоненты поддержки* и *Библиотеки стандартных элементов*, для этого нужно запустить файл *Setup.exe* из каталога *Компоненты поддержки T-FLEX* и следовать указаниям программы установки.

Когда установка будет завершена, программа автоматически откроется. При запуске учебной версии T-FLEX CAD всегда появляется окно с активацией программы. Для дальнейшей работы нажмите кнопку *Продолжить* (рис. 2).

После проделанных шагов появится страница приветствия, в центральной части которой будут располагаться прототипы для создания чертежей, деталей и других документов (рис. 3). На панели слева будут отображаться уже созданные проекты (при первом запуске она, естественно, будет пуста).

Теперь у нас есть все инструменты, необходимые для того, чтобы создать собственные работы.

### 3.2. Практическая работа «Ручная соковыжималка»

**Цель работы:** создать модель кухонного прибора для выжимания сока из плодов цитрусовых: лимонов, лаймов, небольших апельсинов и т. д. (рис. 4).

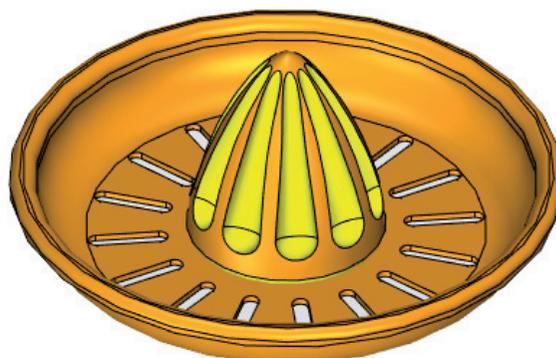


Рис. 4. Общий вид готовой модели соковыжималки

### Шаг 1. Создание конуса цитрус-пресса

На странице приветствия перейдем на вкладку *Детали и сборки* и левой кнопкой мыши кликнем на иконку *3D-Деталь*.

1.1. Начнем создание нового скетча (эскиза, чертежа) с помощью команды *Чертить* из группы *Построения*.

1.2. Выберем плоскость *Вид слева* (рис. 5), так как мы будем изображать вид сбоку, а затем «крутить» его вокруг пространственной оси на полный оборот ( $360^\circ$ ).

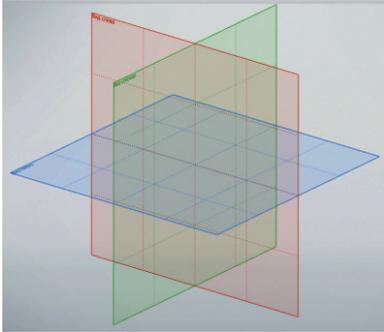


Рис. 5. Выбор плоскости для построения эскиза

1.3. С помощью инструмента *Отрезок* из группы *Эскиз* изобразим перпендикулярные прямые с размерами, приведенными на рисунке 6. Соединим концы отрезков, чтобы получить замкнутый контур, используя инструмент *Сплайн по точкам* из группы *Эскиз* (рис. 7).

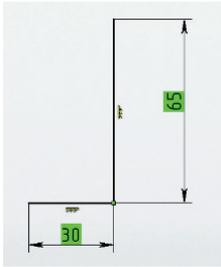


Рис. 6. Построение перпендикулярных прямых



Рис. 7. Создание замкнутого контура

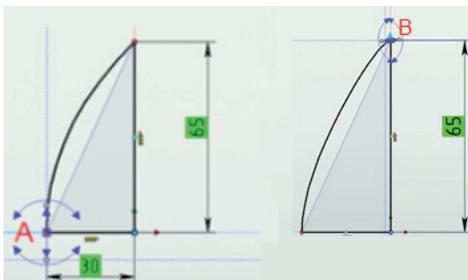


Рис. 8. Вращение конечных точек

1.4. Придадим линии «кривизну», задав угол поворота конечных точек сплайна, как показано на рисунке 5: для точки А угол поворота составит  $90^\circ$  градусов, для точки В —  $185^\circ$  градусов (рис. 8).

1.5. Далее выбираем инструмент *Вращение* из группы *Операции* и выделяем контур полученного профиля, а затем выбираем его вертикальную линию в качестве оси вращения и во вкладке *Основные параметры* задаем угол поворота  $360^\circ$  градусов (рис. 9).

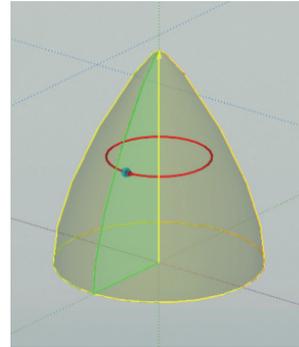


Рис. 9. Вращение профиля

1.6. Для создания основания соковыжималки выберем рабочую плоскость *Вид слева*. С помощью инструмента *Отрезок* от центра конуса влево отложим отрезок длиной 60 мм, затем вверх — отрезок длиной 22 мм и от конца получившейся линии отложим отрезок длиной 5 мм (рис. 10).

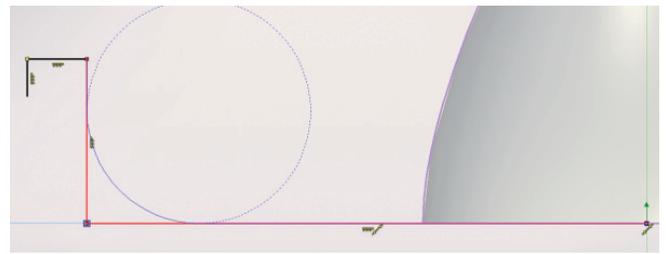


Рис. 10. Эскиз основания соковыжималки

1.7. Закруглим углы с помощью инструмента *Скругление*. Операция скругления заключается в выборе двух отрезков и определении параметра скругления.

Для скругления угла между стенкой и дном основания соковыжималки задается радиус, равный 5 мм. Параметр скругления верхнего правого угла — 4 мм, а левого угла — 3 мм (рис. 11, 12).

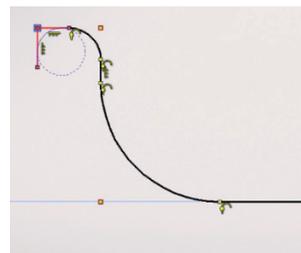


Рис. 11. Скругление верхних углов

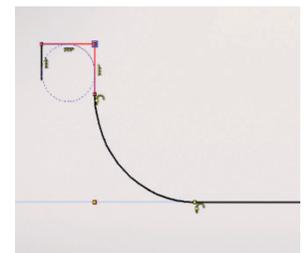


Рис. 12. Скругление нижних углов

1.8. Выберем получившийся профиль и применим к нему инструмент *Вращение* из группы *Операции*, как показано на рисунке 13.

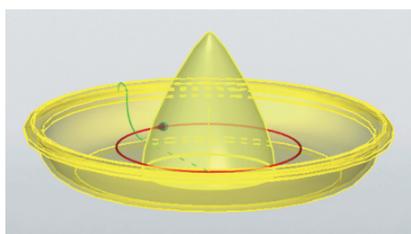


Рис. 13. Вращение профиля

1.9. Готово (рис. 14)! Осталось добавить отверстия и заострить конус.

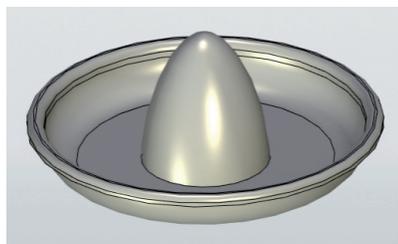


Рис. 14. Основное тело соковыжималки

### Шаг 2. Создание отверстий и ребристых граней

2.1. Для создания вырезов нам понадобится какое-нибудь другое тело. Пусть в нашем случае это будет цилиндр. Откроем группу *Специальные* и выберем инструмент *Примитив* (рис. 15).

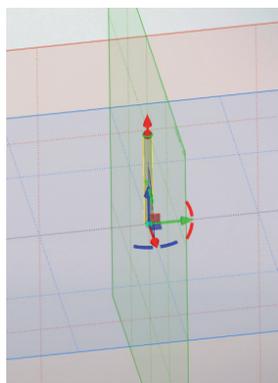


Рис. 15. Создание цилиндра

2.2. Цилиндр создается автоматически в исходной системе координат. Для редактирования размеров введем значения диаметра — 8 мм, высоты — 100 мм.

2.3. С помощью инструмента *Перемещение* переместим цилиндр к конусу таким образом, чтобы поверхности тел соприкасались. И повернем цилиндр вокруг оси *X* на 15 градусов, как показано на рисунке 16.

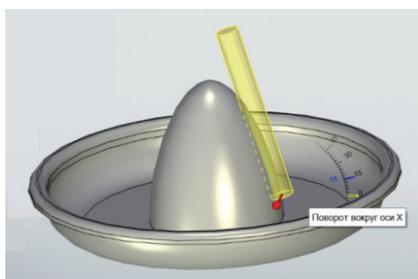


Рис. 16. Расположение цилиндра

2.4. Далее выберем инструмент *Булева* и последовательно щелкнем мышью сначала на конус, потом на цилиндр. При этом в окне параметров мы выберем вычитание (рис. 17); зеленым цветом подсвечивается элемент, из которого удаляют конус, а желтым — удаляемое тело, т. е. сам конус.

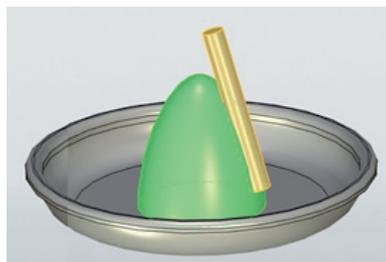


Рис. 17. Вычитание из конуса цилиндра

2.5. В итоге мы получили элегантный вырез (рис. 18).

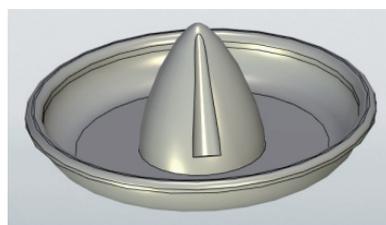


Рис. 18. Результат выреза

Если хочется изменить форму, то можно выбрать другой примитив, проделав те же операции, или можно вернуться по шкале действий к моменту расположения цилиндра и «подвинуть» его в другое место. Изменения коснутся также и дальнейших шагов.

2.6. Остается размножить отверстие по поверхности конуса. Для этого переходим во вкладку операции и выбираем инструмент *Круговой массив*. В основных параметрах указываем свойство *массив граней* и щелкаем мышью по ребру *Булевы*. В свойствах указываем количество копий — 8 штук, с шагом 45 и углом 360 градусов, как показано на рисунке 19. Нажимаем *Завершить* и видим получившийся результат.

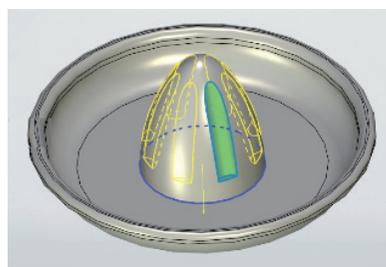


Рис. 19. Массив граней

2.7. Скруглим ребра, чтобы сок от фрукта не скапливался в углах конусной поверхности. Для этого выберем инструмент *Сглаживание* из группы *Операции*, левой кнопкой мыши щелкнем по нижним ребрам отверстий (рис. 20). В параметрах операции указываем радиус 5 мм и нажимаем *Завершить*.

2.8. Готово (рис. 21)!

2.9. Выберем внутреннюю поверхность основания как рабочую поверхность для будущего эскиза.

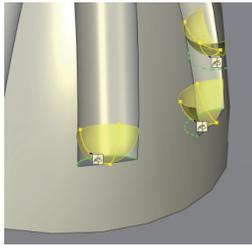


Рис. 20. Сглаживание ребер

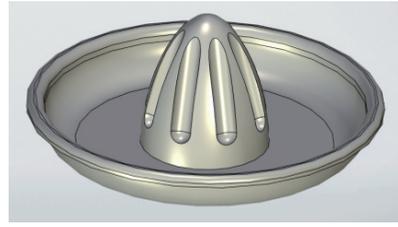


Рис. 21. Готовый конус цитрус-пресса

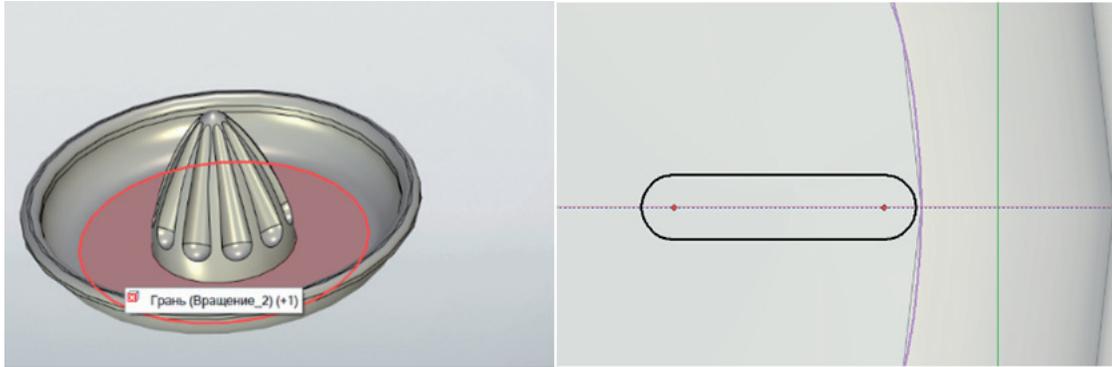


Рис. 22. Создание эскиза паза

2.10. Выберем инструмент *Паз* из группы *Эскиз* и создадим фигуру с радиусом 2,5 мм, длиной 19 мм и шириной 5 мм (рис. 22).

2.11. С помощью указания размера зададим расстояние от центра до паза, как показано на рисунке 23.

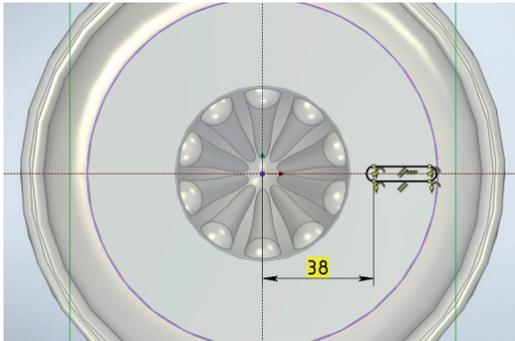


Рис. 23. Расстояние от центра до паза

2.12. Нажимаем *Завершить*. С помощью инструмента *Вытапливание* из группы *Операции* создадим отверстие. Включим режим булевой операции в активной вкладке параметров операции. Выберем эскиз паза, зададим направление вытапливания равным 5 мм, затем нажмем на нижнюю поверхность (рис. 24).

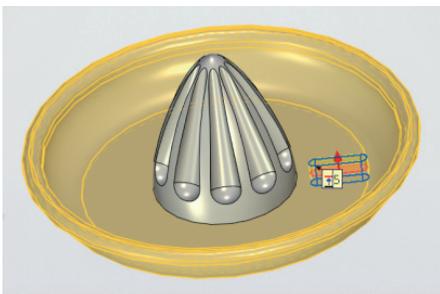


Рис. 24. Создание отверстия

2.13. Создадим копии отверстия с помощью кругового массива граней по окружности вокруг заданной оси. Стоит учитывать, что при создании массива граней никогда не создается новое 3D-тело, только трансформируется уже существующее.

2.13.1. Выберем *Круговой массив* из группы *Операции*. Для начала в основных параметрах выберем режим *Массив граней* и выберем *Круговой* тип размещения. Во вкладке *Поворот (строки)* укажем значения, как на рисунке 25.

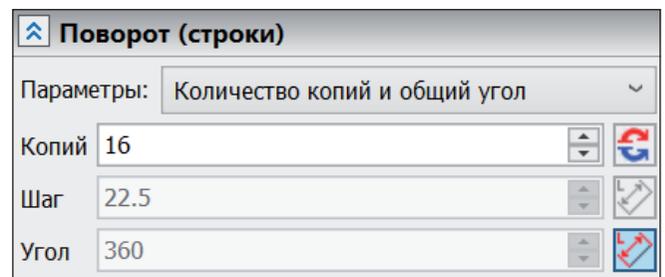


Рис. 25. Значения поворота

2.13.2. Выберем грань паза, а затем ось вращения — ребро основания конуса. Автоматически программа покажет предварительный результат операции (рис. 26).

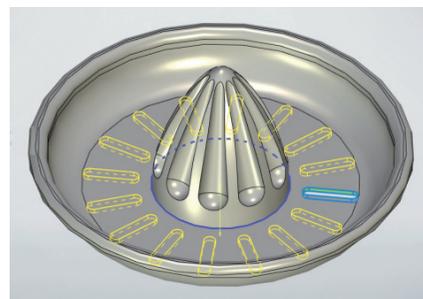


Рис. 26. Предварительный результат создания копий паза

2.14. Наждем *Завершить*. Ручная соковыжималка для цитрусовых фруктов готова (рис. 27).



Рис. 27. Модель соковыжималки для цитрусовых

Осталось применить к ней материал пластик, из которого будет изготавливаться изделие, и сделать фотореалистичное изображение.

**Шаг 3. Применение материалов для создания фотореалистичного изображения**

3.1. Переключимся в режим *Фотореалистичный вид* (рис. 28).

3.2. Рассмотрим основные кнопки на панели инструментов в данном режиме (рис. 29).

- *Параметры изображения* — позволяет задавать параметры генерации изображения. Более подробное описание опции дано ниже.
- *Зафиксировать размер изображения* — позволяет зафиксировать направление взгляда и масштаб изображения. Вращение модели становится невозможным.
- *Приостановить генерацию* — позволяет временно прекратить генерацию изображения. При этом высвобождаются затрачиваемые на этот процесс ресурсы компьютера, в связи с чем повышается производительность.

- *Перезапустить генерацию* — запускает генерацию фотореалистичного изображения заново, при этом происходит сброс текущих результатов.
- Выбор качества генерируемого изображения — в выпадающем списке можно выбрать одно из четырех значений качества изображения. Низкое и среднее качество применяются для черновых вариантов изображений. При выборе такого качества система автоматически высчитывает минимальное количество итераций, необходимое для получения изображений с определенным уровнем «шумов». Для получения наиболее реалистичных изображений нужно выбрать высокое или максимальное качество. При максимальном качестве количество итераций не ограничено. Важную роль в создании реалистичных изображений играет настройка *Качество изображения*. Ее можно изменить с помощью выпадающего списка в окне *Параметры документа* на закладке *3D-Модель* (см. выше). Чем выше качество, тем выше плотность сетки. Для получения наиболее реалистичных изображений рекомендуется устанавливать качество не ниже, чем *Повышенное*. Данный параметр особенно важен при наличии в модели скругленных поверхностей.
- Выбор текущей активной камеры — позволяет выбрать одну из присутствующих в 3D-сцене камер. Изображение будет создаваться в соответствии с положением выбранной камеры.
- *Сохранить изображение* — позволяет экспортировать полученное изображение в файлы растровых форматов \*.bmp, \*.jpg, \*.gif, \*.tiff, \*.tif, \*.png, \*.tga. Для файла можно задать имя и указать, где он будет храниться.
- *Печать изображения* — позволяет вывести полученное изображение на печать.

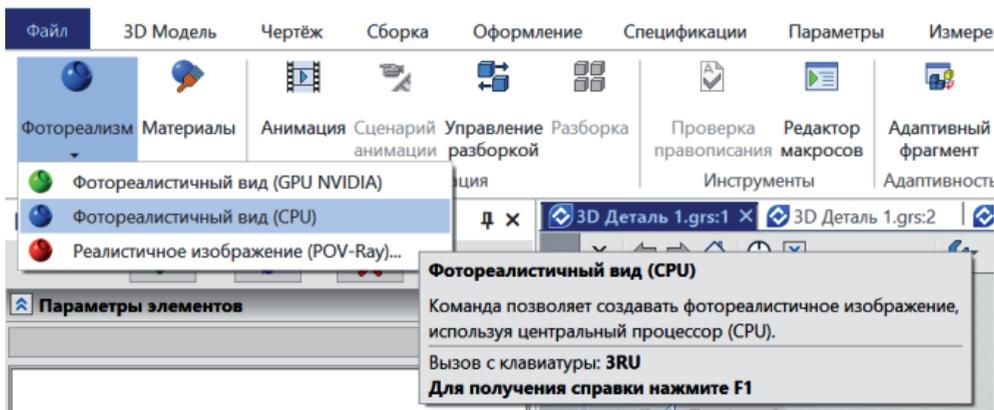


Рис. 28. Режим *Фотореалистичный вид*

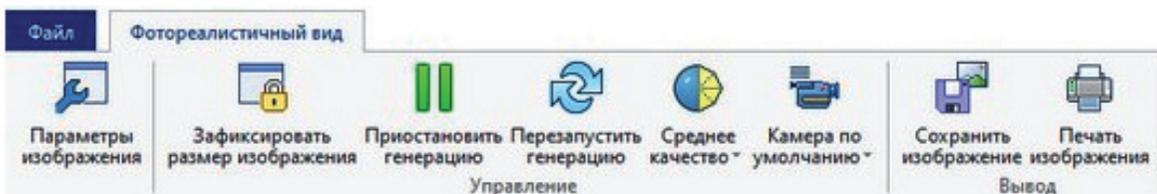


Рис. 29. Панель инструментов в режиме *Фотореалистичный вид*

3.3. Выберем операцию *Наложение материалов* из группы *Расширенные*. После вызова команды в автоматическую становятся доступны опции, позволяющие выбирать грани тела. Автоматически включается опция *Выбрать грань*.

3.4. Выберем все грани тела. В окне параметров наложения материала появятся названия выбранных нами граней (рис. 30).

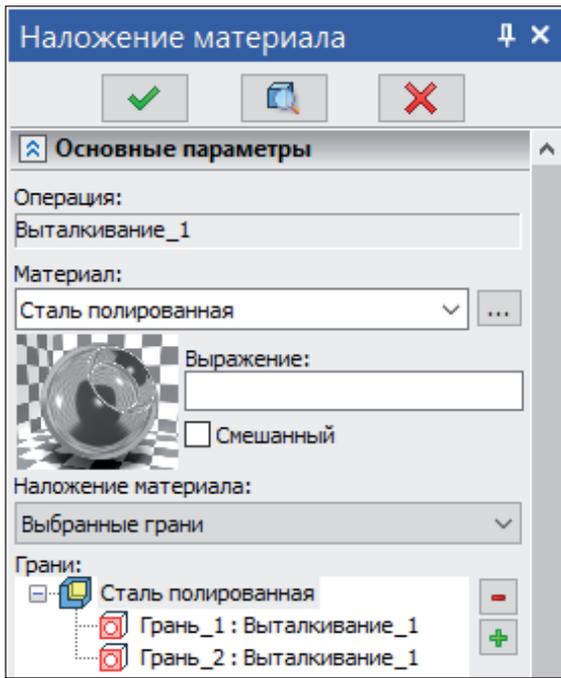


Рис. 30. Выбор граней тела

3.5. Откроем список материалов из вкладки основных параметров, найдем папку *Пластик*, выберем *Оранжевый пластик (матовый)* (рис. 31).

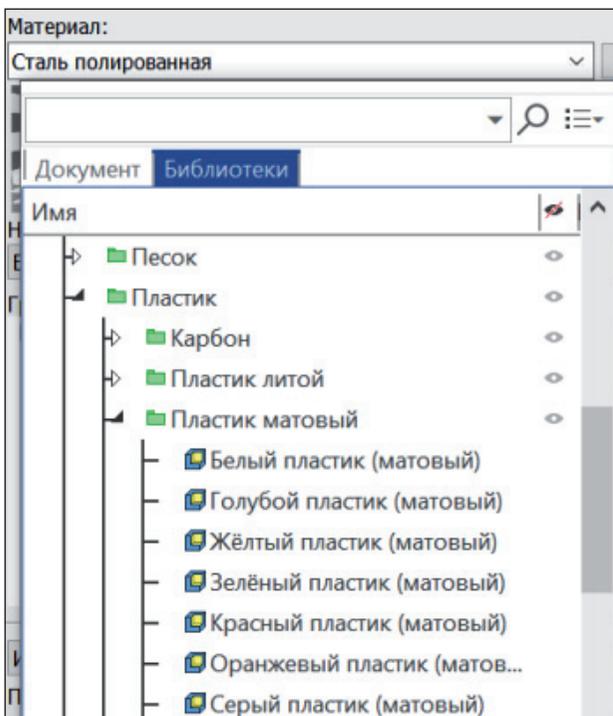


Рис. 31. Выбор материала

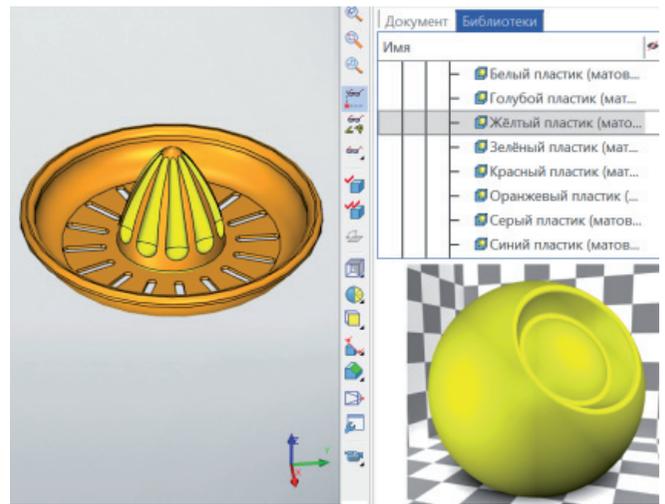


Рис. 32. Применение материала

3.6. Дважды щелкнем мышью на материал. Он «применился» к соковыжималке, но пока доступен лишь для предварительного просмотра. Точно так же «применим» материал, но уже *Желтый пластик* на грани конуса (рис. 32).

3.7. Теперь «соберем» фотореалистичное изображение нажмем на кнопку *Фотореалистичный вид*.

3.8. T-FLEX CAD сразу же начинает постепенное построение изображения.

Качество изображения и скорость его создания во многом зависят от количества итераций. Итерация — вычисление цвета пикселей изображения. Количество итераций зависит от размера изображения, плотности сетки и количества объектов. Количество итераций отображается в нижней части экрана (рис. 33).



Рис. 33. Шкала итераций

**Внимание!** В зависимости от мощности компьютера, сложности модели и установленного качества изображения процесс генерирования изображения может занимать от нескольких минут до нескольких часов. Стоит учитывать, что при изменениях положения и/или угла поворота камеры построение изображения начнется заново.

3.9. По окончании построения мы получим финальное изображение (рис. 34).

3.10. Теперь мы можем зафиксировать размер изображения, а также выбрать цвет фона.



Рис. 34. Финальное изображение

Оптимальные параметры для создания фотореалистичного изображения установлены по умолчанию (рис. 35).

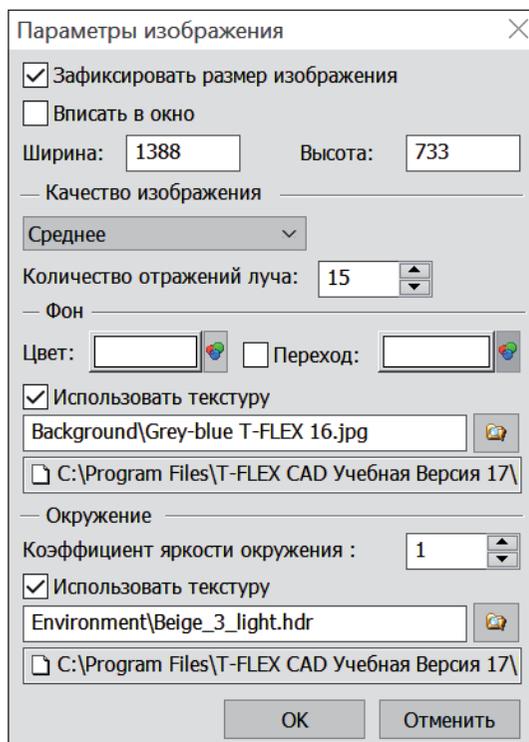


Рис. 35. Параметры рисунка

3.11. Нажимаем кнопку *Сохранить изображение*. Выбираем папку, в которой будет сохранено изображение, задаем имя файлу — *Соковыжималка*, выбираем тип файла и нажимаем *Сохранить*.

Наше фотореалистичное изображение соковыжималки сохранено.

### 3.3. Задания для самостоятельного выполнения

В конце практической работы выдаются задания для самостоятельного выполнения, которые различаются по уровню сложности:

1. Добавьте боковые ручки для соковыжималки.
  2. Примените другой материал к модели соковыжималки.
  3. Создайте собственную емкость под соковыжималку для цитрусовых фруктов. В конце создайте фотореалистичное изображение вашей модели.
- После успешного выполнения заданий у каждого обучающегося появится собственный проект.

### Список источников

1. Библиотеки параметрических элементов для T-FLEX CAD // ЗАО «Топ Системы». <https://www.tflexcad.ru/download/libraries/>
2. Конкурс «Компетенция САПР 2022» в самом разгаре! // ЗАО «Топ Системы». <https://www.tflex.ru/about/news/detail/index.php?ID=4972>
3. Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации». <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB7915v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>
4. Обзор популярных систем автоматизированного проектирования (CAD) // «ПОИИТ» — официальный дистрибьютор Autodesk в России. <https://www.pointcad.ru/novosti/obzor-sistem-avtomatizirovannogo-proektirovaniya>
5. Самылкина Н. Н., Калинин И. А., Салахова А. А., Таранова В. В. Информатика. 8–11 классы: Практикум: в 2 ч. Ч. 1. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2020. 144 с.
6. Самылкина Н. Н., Калинин И. А., Салахова А. А., Таранова В. В. Информатика. 8–11 классы: Практикум: в 2 ч. Ч. 2. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2020. 144 с.
7. Система параметрического автоматизированного проектирования и черчения T-FLEX CAD: учебное пособие / сост. В. К. Лучкин, В. Г. Однолько, В. Х. Фидаров. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. 216 с.
8. «Сквозные технологии» дали новые всходы // ComNews. <https://www.comnews.ru/content/213111/2021-02-15/2021-w07/skvoznnye-tekhnologii-dali-novye-vskhody>
9. Учебная версия T-FLEX CAD // ЗАО «Топ Системы». <https://www.tflexcad.ru/download/t-flex-cad-free/files.php>
10. Учебное пособие для изучения продуктов T-FLEX PLM // ЗАО «Топ Системы». <https://www.tflexcad.ru/download/tutorial/>
11. Функциональные возможности T-FLEX CAD // ЗАО «Топ Системы». <https://www.tflexcad.ru/t-flex-cad/functionality/>
12. T-FLEX CAD. Двухмерное проектирование и черчение. Руководство пользователя. М.: Топ системы, 2004. 678 с.