

КОМПАС-3D V16 Трехмерное моделирование деталей и сборок для 3D-печати

Учебное пособие





Информация, содержащаяся в данном документе, может быть изменена без предварительного уведомления.

Никакая часть данного документа не может быть воспроизведена или передана в любой форме и любыми способами в каких-либо целях без письменного разрешения АО АСКОН.

© 2016 АО АСКОН. С сохранением всех прав.

АСКОН, КОМПАС, логотипы АСКОН и КОМПАС являются зарегистрированными торговыми марками АО АСКОН.

Остальные упомянутые в документе торговые марки являются собственностью их законных владельцев.

Содержание

Введение. Порядок прототипирования	2
Урок № 1. Начало работы в КОМПАС-3D. Операция выдавливания	6
Урок № 2. Операция вращения	12
Урок № 3. Кинематическая операция и параметризация	19
Урок № 4. Операция по сечениям	37
Урок № 5. Операция выдавливания и параметрический массив	62
Урок № 6. Создание матрицы для отливки	78
Урок № 7. Создание модели на основе изображения. Работа с объемным текстом	87
Урок № 8. Создание шаблона для измерения радиусов скруглений	94
Урок № 9. Создание вентиляционной решетки. Массив по сетке	100
Урок № 10. Поверхностное моделирование. Теория	114
Урок № 11. Поверхностное моделирование. Практика	128
Урок № 12. Операция «Оболочка»	138
Урок № 13. Моделирование колеса	149
Урок № 14. Операции «Уклон», «Отверстие» и «Вычесть компоненты». Создание сборки	156
Ответы на вопросы	174
Рекомендации по настройке формата STL	187

Введение

Сегодня технологии 3D-печати становятся широко доступными в образовании и детском техническом творчестве. Многие российские школы располагают современным 3D-оборудованием. При оснащении новых школ наличие профессионального 3D-принтера и программного обеспечения для 3D-моделирования и подготовки моделей к 3D-печати является обязательным требованием.

Чтобы освоить работу на 3D-принтере, на первых порах достаточно воспользоваться готовыми 3D-моделями. Если же необходимо напечататать собственную оригинальную модель, встает вопрос о ее создании в системе автоматизированного проектирования (САПР). Причем изготовление методом 3D-печати должно учитываться на этапе моделирования.

Компания АСКОН разработала уроки по трехмерному моделированию деталей в системе КОМПАС-3D V16 для их последующей печати на 3D-принтере. К каждому уроку прилагаются 3D-модели в форматах .m3d, .a3d и .stl.

В состав учебного пособия включены ответы на наиболее часто встречающиеся вопросы о совместном использовании системы КОМПАС-3D и 3D-принтера. Приведены рекомендации по настройке формата .stl в системе КОМПАС-3D при подготовке модели к печати.

Данные уроки не повторяют Азбуку КОМПАС-3D или стандартные видеоуроки. Они разработаны специально для создания моделей для 3D-печати.

Для кого предназначены уроки

Уроки могут быть использованы при обучении 3D-моделированию и 3D-печати в общеобразовательных учреждениях (в том числе в инженерных классах), учреждениях дополнительного образования, центрах молодежного инновационного творчества.



Порядок прототипирования



1. Разработка трехмерной модели в системе КОМПАС-3D

2. Экспорт геометрии в формат .stl

Па	раметры экспорта	STL ×		
Объекты ✓ Тела Поверхности	Система координат Единицы длины	Начало координат У миллиметры У		
Поверхности Точность аппроксимации Максимальное линейное отклонение Максимальное угловое отклонение Максимальная длина ребра				
[ОК Отм	ена Справка		



3. Открытие файла с геометрией в специальной программе — слайсере, которая обслуживает 3D-принтер.



Основной функцией слайсера является рассечение твердого объекта на множество слоев малой толщины и создание G-кода — набора команд по созданию 2D-изображений (сечений) каждого слоя в плоскости, перпендикулярной оси Z.

Если модель имеет сложную форму, слайсер может создавать поддержки — дополнительные участки материала, которые отделяются после изготовления модели. Кроме разрезки моделей на слои пользователь может использовать дополнительный функционал, к примеру, менять вид, масштабировать, вращать, наносить метки, размножать модели.

4. Отправка G-кода на 3D-принтер.

Отправка осуществляется либо по сети, либо по кабелю, либо записью на носитель (карту памяти).



5. Послойное «выращивание» трёхмерной модели в рабочей камере 3D-принтера.



6. Извлечение готовой модели из принтера.



7. При необходимости отделение от модели поддержек и дополнительная обработка модели.

Если вы не знакомы с основными принципами трехмерного моделирования или не работали ранее в системе КОМПАС-3D, рекомендуем изучить Азбуку КОМПАС-3D, интерактивное учебное пособие, встроенное в систему КОМПАС-3D.

Урок 1. Начало работы в КОМПАС-3D. Операция выдавливания

При первом запуске КОМПАС-3D перед вами появляется окно Вид приложения. Нажмите кнопку ОК. Настройка пока не понадобится.

	Вид приложения
64 разрядная версия КОМПАС-31 Система трехмерного мод	© 2014-2016 АСКОН-Системы проектирования D V16 елирования
Стиль приложения:	Microsoft® Office 2010 V
Цветовая схема:	White Y
Размер значков:	16x16 ¥
 Цветные закладки до Скругленные "корешк Расширенные всплыва 	кументов и [«] панелей зющие подсказки
	ОК Закрыть Применить

После запуска программы вы увидите стартовую страницу.

pele ba Cane Geo Geora D • al al al • C. • S to the di of the e the the spin of the spin	
	KOMI IAC-3D V16 Contraction of the second
	Yeldoo tocdile włdyca (XMIYC 30- Imarcine recube z Chyady terrozatywa Yeldoo tocdile włdyca (XMIYC / Jagine) Calir zanasawa ACIOH
	දිනි පරාලන සාග්යානකාවන් KORINC වූ Minipeer Hairsaw ACIOH ලබා Coll KORINC - 20
	Corpuns. Cogan. Corpus
Parasa	

Чтобы создать деталь, выберите значок **Деталь** на стартовой странице.

Основой любой операции является эскиз. Эскизы располагаются на плоскостях или гранях модели.

Для построения эскиза нажмите кнопку **Эскиз** на панели **Текущее состояние** и выделите нужную плоскость.



Перейдите в режим эскиза. Изображение разворачивается на плоскость экрана. В правом углу появляется значок режима эскиза.

Создайте прямоугольник. Для этого выберите команду **Прямоугольник** в панели **Геометрия.**



Далее можно действовать двумя способами — щелкнуть мышью в двух произвольных местах на экране или ввести значения с клавиатуры.

Введите значение высоты 50 мм. Нажмите кнопку Enter.

Введите значение ширины 50 мм. Нажмите Enter.

Щелкните мышью в любой точке для размещения получившегося квадрата.



Выйдите из режима эскиза. Для этого снова нажмите на кнопку **Эскиз** на панели **Текущее** состояние или на значок режима **Эскиз** в правом верхнем углу рабочего поля модели.



Приступайте к выполнению операции. Запустите команду Операция выдавливания на панели Редактирование детали.



Потяните за характерные точки в окне модели или введите с клавиатуры значение 50 мм, нажав кнопку **Enter** для ввода значения. Нажмите кнопку **Создать объект** или комбинацию клавиш **Ctrl+Enter** для выполнения операции.

В результате получится куб или параллелепипед.



Для сохранения нажмите **Сохранить** в стандартной панели или комбинацию клавиш **Ctrl+S**. Выберите нужную папку для сохранения.



Чтобы передать модель на принтер, необходимо сохранить её в формат STL. Для этого в меню **Файл** выберите команду **Сохранить как**.

В открывшемся окне выберите STL (*.stl) в списке Тип файла.

ν	1мя файла:	куб.m3d	~	Сохранить
T	ип файла:	КОМПАС-Детали (*.m3d)	~	Отмена
		КОМПАС-Детали (*m3d) КОМПАС-Сборки (*m3d) КОМПАС-Технологические сборки (*t3d) Шаблон КОМПАС-Детали (*m3t) КОМПАС-Детали V14 (*m3d) КОМПАС-Детали V15 (*m3d) STEP AP213 (*stp.*step) STEP AP213 (*stp.*step) IGES (*jgs, *iges) ACIS (*sat) Parasolid (*x_t) Parasolid (*x_t) Parasolid (*x_t) Parasolid (*x_t) Parasolid (*x_t) Parasolid (*x_t) Parasolid (*x_t) Parasolid (*x_t) PARD (*jg) STE (*jg) PNG (*jga) Enhanced Metafile (*emf) C3D (*c3d) Pontable Dogument Format (* off)		

Нажмите на треугольник справа от кнопки Сохранить. В открывшемся списке выберите Сохранить с параметрами.

			>	
:	куб.stl	~	Сохранить 💌	
	STL (*.stl)	~	Сохранить	
			Сохранить с параметрами	

Откроется окно **Параметры экспорта STL**. В данном случае ничего менять не нужно. Нажмите кнопку **ОК**.

Параметры экспорта STL					
Объекты ✓ Тела Поверхности	Система координат Единицы длины	Начало координат У миллиметры У			
Поверхности силине. домны пложине прог					
[ОК Отм	ена Справка			

В открывшемся окне выберите Текстовый и нажмите кнопку Начать запись.

Запись файла формата STL 🛛 🗙			
 ✓ Текущий Документ C:\Users\nikonov\Desktop\ Формат 	Выбрать документ <vб.m3d< td=""></vб.m3d<>		
• Текстовый	○ Двоичный		
	Параметры		
Записать в файл	Выбрать <u>ф</u> айл		
C:\Users\nikonov\Desktop\	суб.stl		
Начать запись От	мена <u>С</u> правка		

Поздравляем! Ваша первая собственная модель для 3D-печати готова.

Урок 2. Операция вращения

В этом уроке мы рассмотрим одну из основных формообразующих операций — операцию вращения.



Перейдите в режим эскиза, как было показано в Уроке 1. На панели **Геометрия** выберите команду **Отрезок**.





Подведите курсор к началу координат и укажите точку начала отрезка.



Расположите курсор так, чтобы угол был равен нулю, а под курсором появилась надпись «Выравнивание». Длина данного отрезка не имеет значения, поэтому щелкните мышью, как только линия станет горизонтальной.



Нажмите **Прервать команду** или **Esc** на клавиатуре, чтобы выйти из команды **Отрезок**.

	• × ×		
📃 🚥 Прервать команду			
Постро Прервать выполнение текущей			
	Длина	Угол Сти <u>л</u> ь	~
Отрезок			



Наведите курсор на построенный отрезок и щелкните мышью по нему. Появится **Контекстная панель**. В списке стилей выберите стиль **Осевая**.



Вы создали осевую линию.





Осевая линия является осью симметрии для операции вращения и основным элементом операции вращения. Все дальнейшие построения будут выполняться относительно оси вращения.

Постройте из начала координат ещё два отрезка. Желательно, чтобы первый из них был горизонтальным. Второй отрезок постройте произвольно.



Выйдите из режима эскиза и запустите команду **Операция вращения** на панели **Редактирование детали**. Для запуска команды зажмите на несколько секунд кнопку **Операция выдавливания**. Появится панель с дополнительными командами.





На экране появится фантом операции.

gan (banno banno banno ba Ompun (bundoan) (ban (ban (ba (ban (banno))))) D - 16 - 1 (D - 1 X - 2 (D - 7 M)) (B - 1 X - 1 (B - 7 M)) (D - 1 - 1 (B - 7 M)) (D - 1 - 1 (B - 7 M)) (D - 1 - 1 (B - 7 M)) (D - 1 - 1 (B - 7 M)) (D - 1 - 1 (B - 7 M)) (D - 1 - 1 (B - 7 M)) (D - 1 - 1 (B - 7 M)) (D - 1 - 1 (B - 7 M)) (D - 1 - 1 (B - 7 M)) (D - 1 - 1 (B - 7 M)) (D - 1 - 1 (B - 7 M)) (D - 1 - 1 (B - 7 M)) (D - 1 - 1 (B - 7 M)) (D - 1 - 1 (B - 7 M)) (D - 1 - 1 (B - 7 M)) (D - 1 - 1 (B - 7 M)) (D - 1 - 1 (B - 7 M)) (D - 1 (B - 1 (B - 7 M)) (D - 1 (B - 1 (B - 7
Analysis and and and an advancements Analysis and advancements

На Панели свойств включите тип Тороид.

из:1 — <u>О</u> сь Кривая.(-) Эскиз: <u>Т</u> ип 🙀	Направление 🚱 🗸 С <u>п</u> особ 1 👰 🗸 360.0 ≑ 🛨
🗣 Результат операции 🖀 Свойства	Тороид

Перейдите на вкладку Тонкая стенка и установите толщину тонкой стенки 5 мм.





Создайте объект. У вас должен получиться стакан.



Сохраните его. Затем выполните сохранение в формате STL. В настройках установите значение углового отклонения 1 градус. Это позволит получить объект с приемлемой гладкостью.

Па	араметры экспорта	a STL	×
Объекты	Система координат Единицы длины	Начало координат	
Точность аппроксима	инейное отклонение		-
Максимальное у Максимальная д	гловое отклонение		
	ОКОт	мена Справка	



Вы создали деталь с помощью операции вращения.





В этом уроке мы освоим кинематическую операцию и затронем основы параметризации.

Выполните операцию вращения. Постройте в плоскости ZY следующий эскиз.



Если вы не смогли самостоятельно проставить размеры, то постройте пока два отрезка произвольно.

Переключите тип построения на Тороид.

Построение Исполнения Зоны
- 🗢 🖸 🏶 🔥 💦 Ceveниe (-) Эскиз: 1 — Ось Кривая. (-) Эскиз: Тип 🦣 🕅 Направление 🤤 V Сдособ 1 🙊 V 360.0 🛟 ± С 🛷 🖄 🕅 ФПараметры 🛱 Тонкая стенка 😰 Результат операции 🖀 Свойства
Создайте операцию или отредактируйте параметры



Перейдите на вкладку Тонкая стенка и установите значение толщины 5 мм.



В результате должен получится подобный стакан.



Параметрический эскиз

Сделаем из стакана кружку. Для этого необходимо смоделировать ручку.

Создайте ещё один эскиз в плоскости ZY:





Перейдите на вкладку **Параметризация** и включите **Отображение ограничений** и **Отображение степеней свободы**.



Перейдите на панель Геометрия и запустите команду Сплайн по полюсам.



Произвольно постройте шесть точек сплайна. Желательно получить подковообразную кривую.







Укажите крайние точки кривой. В данном случае указывайте сначала верхнюю точку.



Затем нижнюю точку.





Выровняйте попарно остальные точки.



Перейдите к простановке размеров.

Активируйте панель Размеры.



Запустите команду Авторазмер.





Укажите крайние точки кривой.



В открывшемся окне впишите значение 70 мм и название переменной L. Использование переменной облегчит дальнейшие построения.

Установит	ь значение размера				
<u>В</u> ыражение	70				
<u>З</u> начение	68.2625				
Переменная	L				
<u>К</u> омментарий					
<u>И</u> нформационный размер					
ОК	Отмена С <u>п</u> равка				



Укажите следующую пару точек и задайте размер L-10, т. е. в данном случае вы получите значение размера 60 мм. Переменную можно не переименовывать, в дальнейшем она не понадобится.



Укажите третью пару точек и задайте размер L-20.

The second secon		t.	Установ	ить значение	размера ×
<u>(1)</u>	60±0,37 (v28=L-10)	t, 6,04±0,31	Выражение Эначение Переменная Комментарий Информацион ОК	L-20 46.0375 v29 ный размер Отмена	Стравка



Теперь укажите крайнюю левую и крайнюю правую точки кривой.



Обратите внимание, что размер расположен неровно. Поднимите курсор мыши выше, чтобы размер стал горизонтальным.





Установите значение размера 40 мм и название переменной В.



Укажите размер между средней и правой точками и задайте размер В/2.





Теперь необходимо спозиционировать эскиз относительно остальной части детали. Укажите нижнюю правую точку кривой и начало координат. Чтобы указать начало координат, воспользуйтесь комбинацией клавиш **Ctrl+0**.



Установите размер горизонтально и задайте значение размера 37 мм.





Обратите внимание, что после появления этого размера на всех точках эскиза исчезла одна степень свободы.



Самостоятельно установите вертикальный размер 15 мм от начала координат.





Обратите внимание, что у части точек всё ещё остается степень свободы. Установите ещё два вертикальных размера по 5 мм, чтобы убрать все степени свободы.



Эскиз полностью определен. Выйдите из режима эскиза. Нажмите кнопку в правом верхнем углу.



Теперь вернитесь в первый эскиз и проставьте размеры, если ранее не смогли.



Не забудьте установить ограничения **Горизонтальность** на горизонтальный отрезок и **Вертикальность** на вертикальный отрезок и ось вращения.





Кинематическая операция

Перейдите на панель Вспомогательная геометрия.



Запустите команду Плоскость через вершину, перпендикулярно ребру.



Укажите в качестве ребра Эскиз:2.





Укажите начальную точку кривой.



Появилась вспомогательная плоскость.



Создайте в плоскости эскиз и постройте эллипс с центром в начале координат эскиза. Размеры приведены ниже.



Запустите команду Кинематическая операция.




Укажите эллипс (Эскиз:З), затем кривую (Эскиз:2). Нажмите кнопку Создать объект.



В результате получится кружка.



Сохраните в формате STL. Установите параметры: максимальное линейное отклонение — 0.1 мм, максимальное угловое отклонение — 0.5 градуса. Настройки позволят получить объект с приемлемой гладкостью и небольшого размера.

Параметры экспорта STL			
Объекты Тела Поверхности	Система координа Единицы длины	ат Начало координат миллиметры	
Точность аппроксима. Максимальное ли Максимальное уг Максимальная дл	ии нейное отклонение ловое отклонение	0.100 0.5	
	ОК С)тмена Справка	3

Вы создали деталь с использованием кинематической операции и параметризации.



Урок 4. Операция по сечениям

Урок посвящен ещё одной формообразующей операции — операции по сечениям. Для построения будет использоваться сборка, сопряжения и контекстное редактирование модели.

В результате выполнения урока вы смоделируете переходник с вентилятора на пластиковую канализационную трубу диаметром 110 мм.



Модель вентилятора находится в папке Модели к урокам/Урок 4, файл вентилятор120.m3d.

Модель трубы находится в папке Модели к урокам/Урок 4, файл truba_kanalizatsii16.m3d.



Обратите внимание, что для габарита указана переменная L, задавая которую можно менять длину трубы.



Создание сборки и сопряжений

Создайте сборку.

	Новый документ	×
Новые документы Шаблонь Ва С С С С С С С С С С С С С С С С С С С	Текстовый Специфика Сборка Гехнологи документ	Деталь
	ОК Отмена <u>С</u> прав	ка:



На панели Редактирование сборки запустите команду Добавить из файла.



Выберите файл вентилятора. Укажите произвольную точку.



Введите координаты 0;0;0. Нажмите кнопку **Ось Ү** и нажмите кнопку **Перевернуть ось**. Нажмите кнопку **Создать объект**.





Вентилятор занял нужное положение.



Теперь вставьте трубу.





Выберите способ вставки По сопряжениям.

Построение Исполнения Зоны		
- 😳 🛱 🖸 🗾 🔎 🖉 Опорная точка	167.0	;
Ва По сопряжениям		
Выберите способ размещения компонента		

Выберите сопряжение На расстоянии.

Выбор сопряжения Выбор сопряжения				
На расстоянии				

Введите расстояние 50 мм, укажите ближайшую грань трубы и верхнюю грань вентилятора.





При необходимости переключите ориентацию и направление.



Выберите сопряжение Соосность.



Укажите цилиндрические поверхности вентилятора и трубы.





Нажмите кнопку Создать объект. Получилась конструкция.



Теперь постройте переходник, который соединит вентилятор с внутренней поверхностью трубы.

Выделите ближайшую к трубе грань вентилятора.





Нажмите кнопку Создать деталь.



Введите название файла и сохраните его. Сборка перешла в режим **Контекстное редактирование**. В этом режиме вы будете создавать деталь в контексте сборки. Обратите внимание, что на грани вентилятора автоматически был создан эскиз и вы находитесь в режиме редактирования этого эскиза.





Необходимо спроецировать наружный контур вентилятора. Запустите команду **Спроецировать объект** на панели **Геометрия**.



Последовательно укажите участки, составляющие наружный контур вентилятора. При необходимости модель можно приближать и вращать.



Выйдите из режима эскиза, не покидая режим Контекстное редактирование.

На панели Вспомогательная геометрия выберите команду Плоскость через плоскую кривую и укажите одно из нижних ребер трубы.



Создайте Эскиз на плоскости.

О. Дета О. Дета	
	2



Спроецируйте в эскиз внутреннюю грань трубы.



Выполните разбивку окружности так, чтобы число сегментов совпадало с числом сегментов в первом эскизе.

Сначала сделайте проекционную кривую редактируемой. Для этого последовательно нажмите клавиши **Ctrl+A, Ctrl+X, Ctrl+O, Enter, Ctrl+V, Ctrl+O, Enter, Esc**, чтобы выделить, вырезать и вставить на прежнее место окружность и выйти из команды. Или же сделайте это мышью и кнопками.





Постройте вспомогательную прямую.



Введите в поле Значение угла выражение 45/2. Система автоматически произведет расчет.

	x			
К. т 2		<u>У</u> гол 45/2	Ре <u>ж</u> им 🗾 🗾	

Укажите начало координат. Вспомогательная прямая построена.





Перейдите на панель Редактирование. Запустите команду Разбить кривую на N частей.



Укажите количество участков — 8.

< Построение	К Х Х Х Х Х Х Х Х Х Х Х Х Х Х Х Х Х Х Х			
🤓 🗄 🛛 🔣	оличество участков 8			
Ľ, ▼P	азбиение	Количество участков кривой = 8		
Введите количество	участков на кривой			

Укажите окружность, затем точку пересечения окружности и прямой.





Выйдите из режима эскиза. Запустите команду Операция по сечениям.



Укажите в дереве оба построенных эскиза.





Создайте объект.



Теперь необходимо получить внутреннюю полость. Создайте новый эскиз на верхней грани операции по сечениям.





Спроецируйте в него внутреннюю грань трубы.



Создайте эскиз на нижней грани операции по сечениям.





Спроецируйте в него внутреннюю грань вентилятора.



Запустите команду Вырезать по сечениям.





Укажите два последних созданных эскиза.



Теперь у переходника есть внутренняя полость.





Для сопряжения с трубой необходимо продлить переходник. Для этого новый эскиз не потребуется. Запустите команду **Выдавливание**, укажите верхнюю грань и расстояние 50.



КОМПАС-3D может строить операции выдавливания не только на основе эскизов, но и на основе плоских граней.

Теперь необходимо разместить отверстия под крепёж. Сейчас прикрепить вентилятор к переходнику можно только с помощью шурупов. Сделайте площадки для крепления под болты.

Создайте эскиз на плоскости ZY.





Постройте эскиз. Построение начинайте с оси вращения.



Запустите команду Вырезать вращением.



Получаете объект.





Создайте на одной из полученных площадок эскиз.

Спроецируйте в эскиз все четыре отверстия вентилятора.



Запустите операцию Вырезать выдавливанием.





При необходимости измените параметры Вырезания.



Должна получиться деталь.



Выйдите из режима Контекстное редактирование.





Деталь сливается по цвету с трубой, измените её цвет. Откройте деталь в новом окне.



Выберите в контекстном меню Свойства модели.





Выберите какой-либо отличающийся цвет, например, фиолетовый. Нажмите Создать объект.



Сохраните изменения и вернитесь в исходную сборку.

Запустите режим Сечение модели.



На сечении видно, что пересечений с трубой нет, есть только пересечение с уплотнительной резинкой (обведено красным). Построение выполнено корректно. Выйдите из режима сечения.





Па	араметры эксп	орта STL		×	
Объекты Тела Поверхности	Система коорд Единицы длин	инат Нача. ы милли	по координат иметры	<	
Точность аппроксима	ции				
✓ Максимальное ли 					
Максимальное угловое отклонение 0.7					
Максимальная длина ребра					
	ОК	Отмена	Справка		

Эти настройки позволят получить объект с приемлемой гладкостью и небольшого размера.

Вы создали деталь с использованием операции по сечениям и моделирования в контексте сборки.



Урок 5. Операция выдавливания и параметрический массив

В этом уроке вы еще раз повторите операцию выдавливания и освоите параметрический массив на примере моделирования новогодней ёлки.



Создайте эскиз на Плоскости ХҮ. Постройте два произвольных отрезка разной длины.



На панели Параметризация запустите команду Объединить точки.





Укажите сначала середину одного отрезка, затем середину другого. При указании середины отрезка появляется текстовая подсказка **Ближайшая точка** — это срабатывает привязка.



Не закрывая команду, укажем точку пересечения и начало координат.





Пересечение середин отрезков теперь находится в начале координат.



На панели Размеры запустите команду Авторазмер.





Последовательно укажите отрезки для появления углового размера.



Введите в поле Выражение текст 90/4.

Установить значени	е углового разм 🗙				
	22				
Минита	22				
Секунды	30				
Сскунды	0.0				
 Выражение 	90/4				
Переменная	v10				
Комментарий					
🗌 Информационный размер					
ОК От	мена С <u>п</u> равка				



Получили угловой размер 22,5 градуса.



Выделите отрезки, затем на панели **Редактирование** запустите команду **Копия** по окружности.



Укажите параметры: шаг — 45, количество копий — 4; а также режим с заданным шагом.

	Построе	ние Исполнения 3	Зоны				
	+- 🌚 เว	ХЦентр 0.0	0.0 <mark>W</mark> ar 49	5.0 Коли <u>ч</u> ество	копий 4 🗸 Р	ежим 💟 💭 <u>Н</u> аправ	зление 🏹 🔿
	ц.,	🕂 Копия 🔛 Атри	буты				
Нажм	иите кноп	ку "Создать объект"	для выполнения ког	пирования или изме	ните параметры		



В результате должна получиться подобная фигура. Если длины отрезков почти одинаковые, отмените команду нажатием клавиш **Ctrl+Z**, сделайте один отрезок длиннее и повторите заново.



На панели Редактирование запустите команду Равенство длин.



Нажмите кнопку **Прервать команду** или **Esc**. Снова запустите команду и проделайте аналогичные действия с короткими отрезками.



Выделите всё, затем в Контекстной панели смените Стиль линии на Тонкую.

Запустите команду Непрерывный ввод объектов на панели Геометрия.





Последовательно укажите все концы отрезков.



Укажите размеры отрезков, к которым проставлен угловой размер. Размер короткого отрезка 70 мм и переменная d.



Размер длинного отрезка 100 мм и переменная D.



Если после простановки размера отрезок вдруг соскочил, воспользуйтесь командой **Объединить точки**.






Проведите из центра вертикальный отрезок, измените его Стиль линии на Тонкую.



Проставьте угловой размер между вертикальным отрезком и отрезком с размером 100 мм. Установите значение 0 градусов и переменную а.



Запустите команду Операция выдавливания.





Установите значение расстояния 20 мм, а угол 37 градусов.

В свойствах модели измените цвет на темно-зеленый.



Запустите команду Массив по сетке.



Укажите в дереве Операцию выдавливания и перейдите на вкладку Параметры.



Укажите в дереве Ось Z, количество элементов 5 и шаг 20 мм.



Создайте таблицу изменяемых параметров.

Пос Таблиц Создать изменяет	а изменяемых пере /редактировать табли ых переменных	менных	N <u>1</u> 5	<u>W</u> ar 1 2
	🗊 Выбор объектов	👬 Параметры	😵 Экземплярь	і 🔤 Сво
Создать/редактироват	ъ таблицу изменяемы:	х переменных		

Нажмите кнопку Читать переменные.

Экземг 🎽 Читать переменные	d	v10	v68	v70	
(1,1) Читать переменные	70	22.5	20	37	
(2,1)					
(3,1)					
(4,1)					
(5,1)					

Удалите столбцы переменных со значениями 22,5 и 20 — они не потребуются.

P 🗓 🕍 "	🗘 🙀	¢ 🛄 🚺				
Экземпляр	D	Удалить столбец	v10	v68	v70	
(1,1)	100	Удалить столбец	22.5	20	37	
(2,1)						
(3,1)						
(4,1)						
(5,1)						



Введите в таблицу переменных следующие значения.

Таблица измен	яемых пере	менных				ņ	×
🅭 🗗 🖓 👘	🕏 🖗 🧰	1 📫 🛛 🖽					
Экземпляр	D	а	d	v19			
(1,1)	100	10	70	37			
(2,1)	80	22.5	50	29			
(3,1)	60	0	35	21			
(4,1)	40	22.5	25	20			
(5,1)	20	0	10	9.51			
							_
			OK	Отме	на Справ	ка	
						_	

За три операции у вас получилась ёлка.



Сохраните в формат STL, настройки можно не менять.

Па	раметры экспорта	STL	×
Объекты Тела Поверхности	Система координат Единицы длины	Начало координат миллиметры	> >
Точность аппроксима.	ии нейное отклонение ловое отклонение ина ребра	.00	
	ОК Отч	пена Справка	1

Ёлка готова.





Урок 6. Создание матрицы для отливки

В этом уроке мы разберём, как сделать форму для отливки. Для построения будем использовать булеву операцию «Вычесть компоненты».

Возьмем деталь «ёлка» из Урока 5.



В начале создадим литник для заливки материала в форму. Откройте деталь «ёлка» и создайте эскиз на плоскости ZX.



Выполните операцию вращения на основе эскиза.





Создайте новую сборку.

		H	овый докуме	ент		×	<
Новые докум	енты Шаблон	њ					
	₽		Ē	a	Þ	6	
Чертеж	Фрагмент	Текстовый локумент	Специфика	Сборка	⊂ Технологи сборка	Деталь	
		gorginerri			coopita		
]
			ОК	Отм	ена <u>С</u> пр	авка	

Разместите в начале координат деталь «ёлка».



Укажите плоскость ХҮ и создайте новую деталь.





Создайте следующий эскиз.



Выполните операцию выдавливания с параметрами: направление построения «В две стороны», способ построения первой стороны «До грани» — и указать верхнюю грань ёлки как на рисунке, в способ построения второй стороны «На расстояние» и ввести расстояние 10 мм.





Запустите команду Вычесть компоненты на панели Редактирование детали и укажите в дереве формообразующую деталь (ёлку).



Выйдите из режима редактирования детали. Откройте полученную деталь для редактирования в отдельном окне.





В дереве модели перейдите на вкладку Исполнения и создайте новое исполнение.



Исполнение мы создали, чтобы в предыдущих сборках деталь не изменялась.

В дереве модели вернитесь на вкладку Построение.

Запустите команду Сечение поверхностью на панели Редактирование детали и укажите плоскость XZ.





Ещё раз запустите команду Сечение поверхностью и укажите плоскость ZY.



Сохраните деталь.

Создайте новую сборку.

		Н	овый докум	ент			×
Новые док	ументы Шаблон	њ					
Чертеж	Фрагмент	Текстовый документ	Специфика	Сборка	р Технологи сборка	Деталь	
<u>[</u>			ОК	Οπν	іена <u>С</u> пр	равка	

Добавьте в неё полученное исполнение детали.

	Открытые документы	×
Елка 16. 2.m3d 1.m3d [-01]		Выключить просмотр Исполнение
ОК И <u>з</u> фа	ійла	Справка



Расположите деталь в начале координат.



Запустите команду Массив по концентрической сетке.



Укажите в дереве деталь и ось Z, количество элементов массива — 4.





Запустите режим Сечение модели на панели Вид для проверки полученной модели.



Самостоятельно постройте деталь, которая будет удерживать части матрицы.



Для сохранения матрицы в формат STL, используйте следующие параметры:





Вы создали модель с использованием булевых операций.





Урок 7. Создание модели на основе изображения. Работа с объемным текстом

Урок посвящен созданию трехмерной модели на основе растрового изображения. В качестве примера возьмем логотип КОМПАС-3D. Для построения будем использовать работу со слоями. Здесь же рассмотрим создание объемного текста.

Создайте новую деталь, в ней постройте новый эскиз в плоскости ХҮ. Скопируйте в буфер обмена изображение.



Для копирования изображения из текста урока вызовите с помощью правой кнопки мыши контекстное меню и выберите пункт **Копировать изображение**.





Вставьте изображение в КОМПАС-3D, используя кнопку Вставить или сочетание клавиш Ctrl+V.

Расположите габарит изображения примерно по центру эскиза.



Нажмите левую кнопку, затем выйдите из команды, нажав кнопку **Stop** или клавишу **Esc**. Вставленное изображение будет выглядеть примерно так.



Запустите команду Управление слоями на панели Текущее состояние.



Создайте новый слой.

	Менеджер документа	a .	×
ତ இ Деталь (Тел-1) 중 Слом 한 월 Исполнения 한 슈테 Пересчет размеров	Coздать слой Создать новый слой создать новый слой создать новый слой	 	Прое Комимен
	ОК	Применить Отмена	Справка

Запретите редактирование нового слоя.



Вызовите контекстное меню изображения и выберите Изменить слой.



Выберите созданный слой.



Изображение становится неактивным и не мешает обводить его. Обведите его с помощью окружностей и отрезков.

Для более сложных изображений целесообразно применять сплайны.







Создайте новый эскиз в плоскости ХҮ и постройте в нем прямоугольник.



Выполните Операцию выдавливания в другом направлении относительно первой.





Создайте новый эскиз в плоскости ХҮ. Запустите команду Ввод текста на панели Обозначения.



Измените шрифт, высоту символов, а затем наберите нужный текст.



Запустите команду Вырезать элемент выдавливания на панели Геометрия.

Учтите, что если вы вырежете текст насквозь, тело будет состоять из нескольких частей, что осложнит 3D-печать.





Все шрифты преобразуются в кривые автоматически.

Вместо команды вырезания можно использовать команду выдавливания, только в другом направлении.



Сохраните в формат STL с использованием следующих настроек.

Па	раметры экспор	πa STL	×
Объекты ✓ Тела Поверхности	Система координа Единицы длины	ат Начало координат миллиметры	
Точность аппроксимац	ии		_
✓ Максимальное ли	нейное отклонение		-
1 1 1 1 1		0.1	
Максимальное угл	повое отклонение		-
	· · · ·	1.200	
Максимальная дл	ина ребра		
[ОК С	Отмена Справка	

Вы создали модель на основе изображения с использованием функционала слоев.





Урок 8. Создание шаблона для измерения радиусов скруглений

В этом уроке мы разберём, как сделать модель шаблона для измерения радиусов скруглений с помощью параметрического массива с заданием шага изменения значений переменной.

Создайте новую деталь и постройте в ней новый эскиз в плоскости ХҮ.

Проведите из начала координат вертикальный и горизонтальный отрезки. Задайте равенство длин и установите длину отрезка 7 мм и переменную а.



Запустите команду Операция выдавливания и установите толщину стенки 3 мм, а расстояние 5 мм.





Постройте скругление, в поле Значение введите переменную г.

Запустите команду Массив по сетке. Укажите в дереве операцию выдавливания и скругление.

Затем переключитесь на вкладку Параметры и выберите ось Z в качестве направления.



Запустите команду Таблица изменяемых переменных на панели специального управления.



В открывшемся окне нажмите кнопку Вставить переменные.

通順 2	🎙 😼 I 🥅 🏥 I 📖		
Экземпляр (1,1) (2,1) (3,1)	Вставить переменную Вставить переменную		
		1	

Укажите созданные переменные длины и скругления.

	Текущий документ	Исполнение	
Габлица изменяемых пер	Ина Выражение	Зизиение Папамето	Комментарий
油 唱 🎦 💽 😡 🚺	— (+) Эскиз:1	опичение пириметр	комментории
Экземплар	7.0	7.0 Линейный ра	
(1,1)	Эперация выдавливания: 1		
(2,1)	🗆 Скругление:1		
(3,1)	- v38 r	1.0 Радиус	
	<		>
		ОК Отмена	<u>С</u> правка
	OK	Omenun	

Задайте для длины шаг 0,6 мм, а для скругления 0,5 мм.

Таблица изменяемых переменных									џ	×
ا 🖆 ا 🖨 🥶	🖏 🙀 🔳	** P <u>*</u> ##								
	а	v38								
Значение	7	1								
War	0.6	0.5								
				ок		Отмена		Справи	a	
									-	

Создайте таблицу и вернитесь к редактированию массива. Задайте шаг 5,1 мм и количество элементов 40.



Создайте массив. Набор частей менять не нужно, оставьте галочку Все.





В результате получили подобный объект.



Сейчас он представляет собой набор разных тел, что видно по восклицательному знаку на массиве и на детали в дереве. Включите в дереве режим отображения структуры в модели и раскройте список тел. Тело показано разбитым — это значит, что оно состоит из частей.



Тело, состоящее из частей, не вполне подходит для 3D-печати. Необходимо объединить тела в одно.

Создайте эскиз в плоскости ZX.

Проведите прямоугольник между левой нижней точкой массива и правой верхней.



Выполните операцию выдавливания. Проверьте, получилось ли объединить части тела в одно. Для этого включите в дереве режим отображения структуры в модели и раскройте список тел. Тело одно, и на нём нет восклицательного знака. Обратите внимание, что на значке массива по-прежнему горит восклицательный знак.



Сохраните в формат STL с использованием следующих настроек.

Па	араметры экспорта	STL	×
Объекты Тела Поверхности	Система координат Единицы длины	Начало координат миллиметры	~ ~
Точность аппроксима ✓ Максимальное ли ✓ Максимальное уп Максимальная д	инейное отклонение пловое отклонение лина ребра		
	ОК Опм	ена Справка	

Вы создали модель с помощью параметрического массива с заданием шага изменения значений переменной.



Урок 9. Создание вентиляционной решетки. Массив по сетке

В этом уроке мы смоделируем вентиляционную решетку с использованием массива по сетке.

Создайте новую деталь, в плоскости ХҮ постройте эскиз.



Выдавите эскиз на 10 мм.





На одной из граней получившегося креста постройте эскиз.



Выполните операцию Вырезать выдавливанием на 25 мм.



Постройте массив по концентрической сетке на основе операции **Вырезать** выдавливанием. В качестве оси массива укажите Ось Z.





Создайте на верхней грани эскиз и постройте окружность диаметром 2 мм.



Выдавите полученный эскиз на 2 мм.



Постройте в плоскости ZX эскиз.



Выполните операцию вращения на 45 градусов в прямом направлении.



Постройте на верхней грани получившегося «лепестка» скругление радиусом 1 мм.





Постройте массив по концентрической сетке на основе «лепестка» и его скругления. Ось массива — ось Z, количество элементов — 5.



Постройте в плоскости ХҮ отрезок под углом 45 градусов. Он понадобится в качестве направляющей.



Запустите команду **Массив по сетке**. Последовательно укажите в дереве все выполненные ранее операции. Укажите в качестве направления эскиз, построенный ранее. Установите число элементов 6, шаг 40 мм. Для второй оси установите угол раствора 90 градусов, число элементов 6, шаг 40 мм.



Получили результат.



Постройте в плоскости ХУ эскиз.



Выполните на основании эскиза операцию выдавливания на расстояние 10 мм.




Постройте скругление радиусом 3 мм по краю получившейся плитки.



Выполните на верхней грани операцию придания толщины или операцию выдавливания на 5 мм.





Постройте на верхней грани эскиз.



Выполните операцию Вырезать выдавливанием на 3 мм:





Строим узор.



Если вы не можете построить узор самостоятельно, найдите подходящее изображение, далее действуйте по Уроку 6.

Выдавите узор, при необходимости постройте скругления.





Запустите команду Средняя плоскость с панели Вспомогательная геометрия. Укажите правую и левую грани плитки.



Аналогичную операцию выполните для другой пары граней.







Постройте массив по концентрической сетке. Для этого укажите элементы узора и ось пересечения плоскостей, число элементов массива — 4.





Получили решетку.



Сохраните в формат STL с использованием следующих настроек. Чтобы мелкие закругленные элементы получились качественно, важно установить максимальное угловое отклонение. Линейное отклонение имеет стандартное значение.

Параметры экспорта STL								
Объекты Тела Поверхности	Система координат Единицы длины	Начало координат миллиметры	>					
Поверхности Точность аппроксимации ✓ Максимальное линейное отклонение ✓ Максимальное угловое отклонение ✓ Максимальная длина ребра								
	ОКОт	иена Справка						



Вентиляционная решетка готова.



Урок подготовлен при участии Кирилла Морозова (г. Ижевск), автора блога на портале 3Dtoday.



Урок 10. Поверхностное моделирование. Теория

В предыдущим уроках мы создавали детали методом твердотельного моделирования. Теперь приступим к изучению поверхностного моделирования.

В твердотельном моделировании с самого начала работа идет с телами, отделяющими внутренний объем от остальной части пространства. Процесс построения модели в данном случае аналогичен процессу изготовления моделируемого объекта. Сначала создается некоторая заготовка простой формы. Далее заготовка изменяется необходимым образом. Для этого используются булевы операции над телами, операции построения тонкостенного тела из заготовки, операции скругления ребер, операция построения ребер жесткости и другие операции. С помощью операций телу придается требуемая форма.







В поверхностном моделировании сначала создаются и модифицируются требуемым образом поверхности, описывающие отдельные элементы моделируемого объекта. Эти поверхности обрезают по линиям пересечения, сопрягают друг с другом поверхностями скругления или перехода, а также выполняют над ними другие операции. Затем из полученных поверхностей собирают оболочку. В поверхностном моделировании результирующая оболочка не обязательно должна быть замкнутой. Она может отражать лишь часть (главную часть) моделируемого объекта. Поверхностное моделирование позволяет сосредоточить усилия на сложных формах объекта и широко применяется для проектирования кузовов автомобилей и планеров самолетов.



Виды поверхностей

Базовые поверхности совпадают с базовыми твердотельными операциями и выполняются аналогичным образом.

На иллюстрациях слева направо показаны: Поверхность выдавливания, Поверхность вращения, Кинематическая поверхность, Поверхность по сечениям.



Если требуется закрыть какой-то контур, зазор или отверстие, применяется поверхность Заплатка.





Для создания **Заплатки** можно использовать замкнутую плоскую фигуру, созданную в эскизе, или набор ребер на поверхности, теле или детали.

В Справке КОМПАС-3D указаны следующие требования к контуру Заплатки:

- контур не должен иметь самопересечений;
- если сегменты лежат в одной плоскости или на одной существующей поверхности, то их количество может быть любым, в противном случае не менее двух и не более четырех.

В действительности **Заплатка** будет «стараться» получить результат несмотря на наличие ограничений.



Самопересечение должно быть совсем нерешаемым, чтобы Заплатка не построилась:





Если требуется построить **плоскую поверхность**, можно использовать **Операцию выдавливания**.



Данные плоские поверхности построены на одном и том же отрезке за счет изменения направления выдавливания.

Плоские поверхности можно использовать в качестве Заплаток там, где операция Заплатка дает неподходящий результат. Обычно требуется усекать плоскую поверхность по месту.

Линейчатая поверхность используется для соединения двух кривых. Кривые могут иметь сколь угодно сложную форму. Соединение всегда идет по кратчайшему расстоянию. Если соединение не может быть обеспечено единой поверхностью, то линейчатая поверхность разбивается на сегменты.





Поверхность соединения используется для двух ребер или двух гладких цепочек ребер одной из граней. При этом функционал позволяет настроить тип сопряжения поверхностей, соединение может быть касательным, гладким и перпендикулярным. Если же оставить тип сопряжения неизменным, то результат будет совпадать с линейчатой поверхностью.



Эквидистанта поверхности. Создает поверхность на определенном расстоянии от указанной.

Если установить нулевое расстояние, то создается копия указанной поверхности.





Поверхность по пласту точек и Поверхность по сети точек.

Может быть использована для создания поверхностей из облака точек, например, полученных с 3D-сканера.

Поверхность по сети кривых позволяет создать поверхность на основе двух взаимно пересекающихся групп кривых.





После выбора кривых первой группы, необходимо переключить направление.



При выборе одной или нескольких кривых в другом направлении форма поверхности меняется:





Сшивка поверхностей позволяет объединить разные поверхности в общую группу, чтобы над ними можно было проводить операции как над единым объектом. Также сшивка позволяет получить твердое тело из замкнутого набора поверхностей.



Две разные поверхности — скругление между ними не строится.

Сшитые поверхности — между ними можно построить скругление.







Сшивка с созданием тела.



Усечение поверхности напоминает по функционалу твердотельную операцию вырезания. Только режет поверхности и группы сшитых поверхностей с помощью эскизов, кривых и других поверхностей.





Разбиение поверхности похоже по принципу на усечение с той лишь разницей, что усеченная часть не удаляется, а остается на месте.



Операция **Удалить грань** позволяет удалить грань или поверхность. С её помощью можно удалять лишние поверхности, результаты разбиения поверхности и превращать твердые тела в набор поверхностей (в дереве при этом появляется сообщение о нарушении целостности тела).





Операция Продление поверхности позволяет продлевать существующие поверхности.



Для проверки гладкости поверхностей и сопряжения поверхностей применяется **Режим проверки гладкости**.

Гладкое сопряжение





Края полосок зебры продолжаются по касательной между поверхностями.

Сопряжение по касательной



Края полосок зебры непрерывны между поверхностями, но резко меняют направление.

Стык



Края полосок зебры расположены на разных поверхностях вразнобой.

Режим проверки гладкости позволяет находить небольшие неровности на поверхности.

Данная поверхность выглядит ровной.



Но Режим проверки гладкости показывает концентрические полоски, значит есть небольшая выпуклость.



Эта же поверхность без вмятины. Полоски параллельны.



Урок 11. Поверхностное моделирование. Практика

В этом уроке мы освоим на практике поверхностное моделирование и создадим модель скребка для очистки стекол автомобиля с внутренней стороны.

Постройте эскиз в плоскости ZY.



Запустите команду **Поверхность выдавливания** с панели **Поверхности**. Выдавите эскиз от средней плоскости на 50 мм.





Запустите команду Продление поверхности с панели Поверхности.

Укажите ребра, показанные на рисунке, и выполните продление той же поверхностью на 90 мм.



Запустите команду Удалить грани с панели Поверхности и укажите грани.



Запустите команду Поверхность соединения с панели Поверхности.

Укажите первое ребро, установите условие Перпендикулярность. Натяжение не меняйте.





Укажите второе ребро и так же установит условие Перпендикулярность. Натяжение вновь не меняем.



Аналогично постройте вторую поверхность соединения.



Создайте в плоскости ХҮ эскиз окружности диаметром 1500 мм, расположенную следующим образом.



Данная окружность нужна для получения внутренней окружности стекла. Если размеры скребка не подойдут, то нужно будет изменить именно эту окружность.

Запустите команду Разбиение поверхности с панели Поверхности. Укажите поверхности соединения и эскиз окружности.



Запустите команду Удалить грани с панели Поверхности и укажите грани.



Запустите команду **Линейчатая поверхность** с панели **Поверхности**. Аналогично поверхности соединения укажите сначала одно ребро, показанное на рисунке, затем другое.





Запустите команду Поверхность по сети кривых с панели Поверхности. Укажите два ребра в направлении U.



Переключите на направление V и укажите оставшиеся два ребра, чтобы замкнуть поверхность.



Аналогично постройте вторую поверхность по сети кривых с другой стороны.





Запустите команду Сшивка поверхностей с панели Поверхности. Укажите все созданные ранее поверхности. Установите галочку Создавать тело. Это необходимо, чтобы из набора поверхностей получилось твёрдое тело.



Постройте на передней кромке скребка фаску 4 мм для образования режущей кромки.



Постройте на задней кромке скребка фаску 0,5 мм.





Постройте по краям скребка скругления 3 мм.



Постройте в плоскости ZX эскиз.



Вырежьте данный эскиз через всё.



Постройте скругления 30 мм.





Постройте скругления 20 мм.



При необходимости удлините скребок с помощью Операции выдавливания или Операции придания толщины.





Получили результат.



Сохраните в формат STL с использованием следующих настроек.

Параметры экспорта STL							
Объекты ✓ Тела Поверхности	Система координ Единицы длины	ат Начало координат миллиметры	~ ~				
Точность аппроксима	ши						
Максимальное линейное отклонение							
	· · · ·	0.100					
Максимальное угловое отклонение							
	· · · · · · · · · · · ·	0.5					
🗌 Максимальная дл	ина ребра						
	ОК	Отмена Справка	3				

Вы создали модель с использованием поверхностного моделирования.





Урок 12. Операция «Оболочка»

В этом уроке вы освоите операцию Оболочка на примере мыльницы со сливом воды.

Создайте новую деталь и установите в свойствах нужный цвет.



Постройте эскиз в плоскости ZY.





Запустите команду Операция выдавливания и выдавите получившийся эскиз на 25 мм.



Постройте на передней стенке эскиз.



Постройте скругление радиусом 6мм по всем ребрам кроме верхней грани.





Запустите команду Операция выдавливания. Укажите построенный эскиз и запустите построение вектора.

Построение Ис	полнения Зоны			
	0 b b 🗐	(+) Эскиз:2	💉 Вектор (0.0000,	D. 🌺
	🔊 Параметры	7 ‡Тонкая стенка	Результат операции	Par Ce
айте операцию ил	и отредактируйт	ге параметры		

Выберите способ построение вектора **Угол в плоскости системы координат**: ось Y и угол 10 градусов.



Создайте вектор и постройте операцию выдавливания в два направления: расстояние 1 — 5 мм, расстояние 2 — 20 мм.





Запустите команду **Оболочка** с панели **Редактирование детали**. Укажите верхнюю грань мыльницы и плоскую грань носика. Установите направление внутрь и толщину 2 мм.



Постройте эскиз на нижней грани мыльницы.





Запустите команду **Операция выдавливания**. Установите два направления, расстояние 1 укажите 3 мм, расстояние 2 — 5 мм.



Создайте массив по сетке со следующими параметрами.




Получили результат. Ножки нужны для того, чтобы на них стояла мыльница и с внутренней стороны на ножках лежала подставка.



Построим подставку.

Создайте в плоскости ХҮ новый эскиз. Запустите команду Спроецировать объект с панели Геометрия. Укажите внутренние ребра мыльницы и ножки.



Скопируйте всё содержимое эскиза относительно начала координат.





Создайте новую деталь и новый эскиз в плоскости ХҮ. Вставьте в начало координат содержимое буфера.



Выделите эскиз за исключение окружностей ножек.



Запустите команду Масштабирование на панели Геометрия. Установите масштаб 0,98 и укажите начало координат.





Масштабирование необходимо, чтобы подставка свободно помещалась внутри мыльницы.



В меню Выделить выберите команду По типу и укажите окружности.

Смените Стиль линий окружностей на Тонкие.



Выдавите эскиз на 3 мм.





Скопируйте окружности из предыдущего эскиза и вставьте их в новый эскиз в той же плоскости.

Запустите команду Многоугольник с панели Геометрия.



Вырежьте эскиз и создайте массив этого элемента со следующими параметрами.



При необходимости самостоятельно скорректируйте параметры многоугольника и расположение элементов массива.





Создайте сборку и соберите мыльницу с подставкой:

Сохраните в формате STL подставку со стандартными параметрами, а мыльницу с использованием следующих настроек.

Параметры экспорта STL 🛛 🗙			
Объекты ✓ Тела Поверхности	Система координ Единицы длины	нат Начало миллиме	координат V
Точность аппроксимац	ии		
 Максимальное лин 	нейное отклонение		
	· · · · · · ·	0.100	
Максимальное угл	ювое отклонение		
		1.5	
Максимальная дл	ина ребра		
[OK	Отмена	Справка

Вы создали модель с использованием операции оболочка.





В этом уроке у нас есть возможность показать, как выглядит готовая модель, напечатанная на 3D-принтере.

Repetier-Host V1.6.1 - Деталь1.gcode	
File View Config Printer Server Tools Help	
😲 . 📄 . 💉 🔘 🔍	🗱 🚥 🧊
Connect Load Toggle Log Show Filament Show Travel	Printer Settings Easy Mode Emergency Stop
30 Wow Temperature Curve	Object Placement Slicer Print Preview Manual Control SD Card
G	Print Edit G-Code
	Save to File Save for SD Print
	Printing Statistics
	Laver Count: 28
	Total Lines: 57310
	Filament needed: 3844 mm
A HILL PERHIT	
A THE PERMIT	Visualization
	Show Travel Moves
	Show complete Code Show Single Lawer
	Show Javer Range
	First laver:
Show in Long Oceanmande Older Olderinge OFMer Older Small # Clear Long Colory	1
21:34:51.267 OpenGL version:4.1.10834 Compatibility Profile Context	A
21:34:51.270 OpenGL extensions:GL_AMDX_debug_output GL_AMDX_vertex_shader_tessellator GL_AMD_conservative_depth G 21:34:51.270 OpenGL renderer:ASUS EAH6670 Series	SL_AMD_debug_output GL_AMD_depth_clamp_separate GL_AMD_draw_buff
Disconnected: default -	Idle

Модель подставки для мыла открыта в программе 3D-принтера

Результат 3D-печати.



Урок 13. Моделирование колеса

Создайте эскиз в плоскости ХҮ. Построение проще всего начать с вертикального отрезка, находящегося в 29 мм от начала координат. Выйдите из режима эскиза.



Создайте эскиз в плоскости ХҮ. Обратите внимание на геометрические ограничения. Выйдите из режима эскиза.





После построения скопируйте эскиз относительно начала координат. Выйдите из режима эскиза.



Создайте ещё один эскиз в плоскости ХҮ. Вставьте в него изображение из буфера. Укажите угол 180 градусов и щелкните мышью в начале координат. Выйдите из режима эскиза.





Запустите команду Операция вращения. Укажите первый эскиз и ось Ү. При необходимости отключите тонкую стенку и установите способ построения Сфероид.



Запустите команду Зеркальный массив с панели Массивы. Укажите операцию вращения и плоскость ZX.





Запустите команду Вырезать вращением с панели Редактирование детали. Укажите второй эскиз и ось Ү. Установите величину угла 12,75 градусов.



Ещё раз запустите команду **Вырезать вращением**. Укажите третий эскиз и ось Y. Установите величину угла 12,75 градусов.







Постройте в первой канавке две фаски по 2 мм.

Аналогичные действия проделайте для второй канавки.





Запустите команду **Концентрический массив** с панели **Массивы**. Укажите все выполненные операции, переключитесь на вкладку **Параметры**. Укажите ось Y, число элементов — 16.



Получили колесо.



При необходимости постройте скругления и измените цвет. Также можно сделать вырезы под ось нужной формы.

Так выглядит колесо со скруглениями.





Сохраните в формат STL с использованием следующих настроек.

Па	раметры экспор	рта STL		x
Объекты ✔ Тела Поверхности	Система координ Единицы длины	нат Начало	координат атры	× *
Точность аппроксима	ции			
✓ Максимальное ли	нейное отклонение			-
Максимальное угловое отклонение				
	· · · · ·	1.200		
Максимальная дл	ина ребра			
	ОК	Отмена	Справка	

Вы создали модель колеса.



Урок 14. Операции «Уклон», «Отверстие» и «Вычесть компоненты». Создание сборки

В этом уроке вы научитесь использовать операции **Уклон**, **Отверстие** и **Вычесть** компоненты на примере моделирования держателя для бумажных полотенец. Поскольку держатель состоит из нескольких деталей, вы смоделируете каждую из них и затем соедините в сборку.

Создание втулки

Создайте новую деталь, а в ней эскиз в плоскости ХҮ.

Постройте многогранник с восемью вершинами по вписанной окружности диаметром 64 мм.



Запустите Операцию выдавливания и выдавите эскиз в обратном направлении на 20 мм.



Создайте ещё один эскиз в плоскости ХҮ. Постройте в нём окружность диаметром 40 мм.



Запустите Операцию выдавливания и выдавите эскиз в прямом направлении на 54 мм.



Выделите плоскость ХҮ в дереве. Запустите команду Спираль цилиндрическая с панели Пространственные кривые.





Переключитесь на вкладку Диаметр и выберите способ задания диаметра По объекту.



Укажите верхнее ребро цилиндра.



Вернитесь на вкладку Построение и укажите число витков 3 и шаг 7 мм. Создайте спираль.



В данном случае трёх витков вполне достаточно, соединение не нагруженное. Если вам потребуется резьба большей длины, то можно увеличить количество витков.

Постройте Плоскость через вершину перпендикулярно ребру.



Укажите спираль, затем точку в конце спирали.



Создайте на этой плоскости эскиз и спроецируйте в него точку (конец спирали).





При необходимости разверните эскиз в плоскость, параллельную экрану.



Постройте профиль резьбы. Сделайте заступ (0,3 мм). Он требуется для того, чтобы резьба наверняка слилась с остальным телом и не было граничных эффектов.



Выполните на основе эскиза и спирали Кинематическую операцию. При построении включите тип движения сечения Ортогонально траектории.





Создайте на получившейся грани кинематической операции новый эскиз.



Спроецируйте в эскиз грань. Удалите два вертикальных отрезка, постройте вместо них один отрезок и измените его стиль линии на осевую линию.



Запустите команду Операция вращения. Установите угол 180 градусов.







Постройте на верхней грани цилиндра фаску 5 мм.



Можно сделать более удобный хват...







Сохраните втулку в формат STL с использованием следующих настроек

Па	раметры экспорта	a STL	×	
Объекты Тела Поверхности	Система координат Единицы длины	Начало координат миллиметры	<	
Точность аппроксимации				
Максимальное ли	нейное отклонение		-	
Максимальное уг.	ловое отклонение		-	
	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	200		
Максимальная дл	ина ребра			
[ОК От	иена Справка		

Создание стойки

Создайте новую деталь, а в ней эскиз в плоскости ХҮ.



Запустите Операцию выдавливания и выдавите эскиз на 13 мм.



Создайте эскиз на грани получившегося параллелепипеда.



Постройте эскиз.







Запустите **Уклон** с панели **Геометрия** и укажите верхнюю грань основания и вертикальную стенку. Установите уклон наружу и угол 8 градусов.





Постройте между наклонной гранью и основанием скругление радиусом 20 мм.



Запустите команду Отверстие с зенковкой и цековкой с панели Геометрия. Данная команда строит отверстие с фаской и отверстием большего диаметра.



Установите параметры отверстия: диаметр отверстия — 4 мм, глубина — 30 мм, диаметр цековки — 8 мм, глубина цековки — 5 мм.



Переключитесь на вкладку **Размещение**. Щелкните по грани основания, отмеченной на рисунке.

Укажите опорные объекты 1 и 2, как показано на рисунке. Установите расстояние 1 — 25 мм, расстояние 2 — 23 мм. Активируйте опции **Перпендикулярно поверхности** и **Обрабатывать навес**.



Создайте отверстие. Обратите внимание, что благодаря опции **Обрабатывать навес** цековка автоматически прорезала тело детали.





Запустите команду Зеркальный массив с панели Массивы, укажите в Отверстие, затем активируйте выбор плоскости и укажите Плоскость ZY.



Постройте фаску 3 мм с двух сторон большого отверстия в детали. Сохраните деталь.





Создайте сборку. Вставьте стойку в начало координат сборки.



Добавьте в сборку втулку. Переключитесь на способ размещения компонента **По сопряжениям**. Выберите сопряжение **Соосность**.



Укажите грань отверстия в стойке и цилиндрическую грань втулки. Втулка изменит своё положение.



Выберите сопряжение Совпадение объектов.



Укажите вертикальную грань стойки и грань втулки. Для этого удобно использовать дополнительное окно. Нажмите **Создать объект** для завершения размещения компонента.



Выберите в дереве Стойку и в контекстном меню выберите Редактировать на месте.





Запустите команду Вычесть компоненты панели Геометрия.



Укажите в дереве втулку. Установите коэффициент масштабирования 5 %. Нажмите **Создать объект**. Выйдите из режима редактирования детали. В диалоге сохраните изменения.





Переключите закладку на деталь Стойка. В отверстии появилась ответная резьба.



Можете добавить на стойку скругления.





Сохраните стойку в STL с использованием следующих настроек

Па	араметры экспорт	a STL	×
Объекты ✓ Тела Поверхности	Система координа Единицы длины	т Начало координат миллиметры	> >
Точность аппроксима	ции		
Максимальное ли	инейное отклонение		-
	· · · · ·		
✔ Максимальное уг	ловое отклонение	.200	
✔ Максимальная дл	лина ребра 5		
	ОК От	гмена Справка	3

Держатель для бумажных полотенец готов.



Ответы на вопросы

1. Если вы хотите быстрее приступить к изучению нового функционала

начните с изучения Азбуки КОМПАС.

Азбуки находятся в меню Справка — Азбуки и приемы. Сначала рекомендуем изучить Азбуку КОМПАС-График, потом Азбуку КОМПАС-3D и только после этого Приемы работы в КОМПАС-3D.

В Азбуках существуют «волшебные кнопки», нажав которые вы подсвечиваете нужные команды на панелях.



Благодаря «волшебным кнопкам» вы пройдете интерактивную Азбуку намного быстрее, чем будете читать текст или смотреть видеоуроки. Всего за пару вечеров можно понять основы функционала системы КОМПАС-3D.



2. Как сдвинуть изображение вправо или влево в режиме эскиза?

Если вы находитесь в режиме эскиза и вам нужно сдвинуть изображение вправо или влево, не смещая плоскость, нажмите кнопку **Shift** и, нажимая колесо мыши, передвигайте изображение. Если вы случайно сдвинули изображение, то выделите плоскость, нажмите правую кнопку и в контекстном меню выберите **Нормально к**...



3. Как объединить все компоненты сборки в одно тело?

Для объединения компонентов сборку необходимо сохранить её как деталь. Откройте меню **Файл — Сохранить как**. Выберите тип файла КОМПАС-Детали (*.m3d), выберите **Сохранить с параметрами**.

<			>	
Имя файла:	Сборка.m3d	~	Сохранить	
Тип файла:	КОМПАС-Детали (*.m3d)	¥	Сохранить	
			Сохранить с параметрами	



В открывшемся окне Параметры сохранения в деталь выберите Объединить тела и компоненты в одно тело.

Параметры сохранения в деталь	x
Общие настройки	
✓ Сохранять массу	
✓ Сохранять центр масс	
Учитывать скрытые компоненты	
Преобразования	
• Объединить тела и компоненты в одно тело	
О Специальное преобразование	
Удалить историю построения	
🗹 Преобразовать компоненты	
В тела	
○ В детали-заготовки	
Без истории	
ОК Отмена Справка	

Учтите, что процесс может быть длительным. Сохранение сборки из 2500 компонентов в деталь занимает около 40 минут.



Веломобиль. Автор — Дмитрий Котляр (Кривой Рог)





4. Как перемещать отрезки, окружности и другую геометрию в эскизе?

Основным способом позиционирования объектов является простановка размеров, но есть и другие.



Для перемещения и редактирования геометрии существуют инструменты на панели **Редактирование**.

Команда Сдвиг.

Допустим, есть эскиз





Выделите его с помощью мыши или нажатием комбинации клавиш Ctrl+A.



Если объект выделен, он меняет цвет.



Запустите команду Сдвиг на панели Редактирование.




Введите параметры сдвига по оси X, например 5 мм, и нажмите клавишу Enter.

Затем по оси Y для наглядности введите 0, чтобы смещение было только в одном направлении, и нажмите Enter.



В результате эскиз переместился на 5 мм вдоль оси Х.





Команда Поворот

Выделите объект с помощью мыши или нажатием **Ctrl+A**. Затем запустите команду **Поворот**.



Укажите точку центра поворота. Введите значение угла поворота и нажмите Enter.





На объект наложены ограничения «Горизонтальность» и «Вертикальность». Они будут потеряны. Нажмите Да в диалоге



Получили результат.





5. Как улучшить качество отображения?

По умолчанию в КОМПАС-3D установлены настройки графики для лучшей производительности системы. Если вам нужна не производительность, а красивое изображение, настройте точность отрисовки.



Для этого измените настройки точности.

В меню Сервис — Параметры выберите Текущая деталь - Точность отрисовки и МЦХ и установите Точность отрисовки на максимум

	Параметры	? ×
Систена Новые документы Текущая деталь Свойства абсолотной СК Свойства аокальных СК Свойства объектов Настройка списка свойств Настройка списка свойств Свойства листового тела Свойства листовостово тела Свойства листовостово тела Свойства листовостово тела Свойства листово тела Свойст	Текущее окно Точность отрисовки и МЦХ —Точность отрисовки Грубо Точно Количество 6724 —Точность расчета МЦХ —Низкая Высокая (быстрее) (недленнее)	
	ОК Отмена	а Справка

Чтобы улучшить качество отображения в сборке, необходимо настроить качество в каждой детали.



6. Как построить окружность, концентрическую с другой окружностью?

Наведите курсор на другую окружность. Если параметрический режим включен, то срабатывает привязка Центр или Ближайшая точка. Если по какой-либо причине вы работаете не в параметрическом режиме, тогда нажмите правую кнопку мыши в контекстном меню **Привязка - Центр** и укажите окружность или дугу.



7. Если при проецировании спроецировалось много кривых.

Воспользуйтесь библиотекой Проверка документа.

Запустите менеджер библиотек, зайдите в папку **Прочие** и запустите библиотеку **Проверка документа**.

🔇 Стартовая страница 🖉 🔊	Деталь БЕЗ ИМЕНИ2 Х	
хево нодели Ф X		
(т)Начало колозичат		
814 3cost		
	1	
	T T	
	• X	
торение Исполнения Зоны		
namen furfamoren		
Библиотеки КОМПАС	Авторасстановка позиций	
— 🛅 Механика	КОМПАС-Макро	
Оснастка инструмент	Проверка документа	
Примеры библиотек	Распознавание зл-моделен	
Прочие	Пар серенстве инструменты	
Cooper		



🚦 1.0 🗸 🚧 🛃 Систенный сл	
	A DECAN DECANDED A
Дереврирания 9 ж	
Y N For all CO St.	
6 0 00 00 000	
S Atrana (Tex-0)	
 Странало координат 	
A	
2	
A	
74	
•,	
1.	
1	
0,	
e,	
(),	
£U	
13	
2	
e9,	
7	
7	
耳	
10	
<i>4</i> .	
Fb.	
5	
-	
237 10	
Построение Исполнения Зоны	
Managaran Galemanar	-
п роверка документа	
	72 Проверки свизей обозначений позиций
	Справка
Technorman KOMDAC	

Выберите команду Проверка наложения элементов.

Нажмите **ОК** в открывшемся окне.

Проверка нало:	жения элементов
Тип линий	Объекты вида
✓ <u>B</u> ce	○ Все слои
	Активные слои
🗹 Отрезки <u>п</u> рямых	_ Іекущий слой
✓ <u>О</u> кружности	Отрисовка ошибок
🗹 Дуги окружностей	Справо Сп
Анализировать <u>ч</u> астичн	ные перекрытия
🗌 Проверку выполнить дл	пя всех видов
OK	Отмена Справка

Повторяющиеся элементы подсветились, нажмите Да в диалоге, чтобы удалить их.

Image: Contropose //
Tochowe // Rubers Journal Measure downers Journal Descept subscenses Journal
Tectorese Kraness 3ns Meexep Schorese Corpose Kraness 3ns Meexep Schorese Corpose gargeeni Corpose
Тостороне Исталения Зони Межанде Бологон Проседор сулита
Иннециер Боблогтес Проверка докулиента Да Проверка наложения элемнотов
Проверка документа 2 Проверка наложения элементов
ісі і іросерхе размеров 2- Поревска самані обольчений познций
Справка
📷 Библиотеки КОМПАС 👋 Проверка документа



8. Если показывает, что эскиз не замкнут.

Вернитесь в режим эскиза. Запустите менеджер библиотек. Перейдите в раздел **Прочие** и запустите библиотеку **Сервисные инструменты.**

Построение Исполнения Зоны Менеджер библиотек	
Библиотеки КОМПАС Механика Оборудование Сснастка, инструмент Примеры библиотек Прочие Сварка	Авторасстановка позиций КОМПАС-Макро Менеджер типовых элементов Ф. Проверка документа Ф. Распознавание 3D-моделей Сервисные инструменты
Библиотеки КОМПАС	🚯 Сервисные инструменты

Перейдите на вкладку библиотеки и запустите команду Проверка замкнутости для всех объектов.

Іенеджер библиотек	
 Сервисные инструменты Выравнивание объектов Инструменты Операции с контурами Операции с спецификацией Отверстия и резьбы Поворот объектов 	Контур по границе области Контур по двум контурам Проверка замкнутости для всех объектов Проверка замкнутости для всех объектов со стилем "Основная" Проверка замкнутости для выделенных объектов
🖥 Библиотеки КОМПАС 🏶 Проверка документа	Сервисные инструменты

Незамкнутые объекты подсвечиваются на экране красными кружками.

0
Сообщение библиотеки
Оставить точки?
Да Her

Замкните эскиз в показанных местах.



9. Размер файлов при сохранении в формат STL.

Ознакомьтесь с рекомендациями по настройке формата STL. Чем точнее настройка, тем больше размер итогового файла и тем дольше будет выполняться сохранение.

10. Проблемы с драйверами на Windows 10 или со встроенной графикой.

Отключите аппаратное ускорение. В меню **Сервис — Параметры** выберите **Система -Графический редактор - Управление изображением**. Уберите галку **Использовать аппаратное ускорение**.

		Параметры	?	
Система Новые документы Текущий	чертеж	Текущее окно		
Файлы Фейлы Осшие для докулентов Ослитенье слявоя - Систенные слявоя - Систенны координат - Редактирование - Характерные точки - Растровые объекта, ваятые в - Приявлян - Приявлян - Систены соординат - Приявлян - Систены соординат - Систены соординат - Систены координат - Систены координат - Систены координат - Растровые объекта, ваятые в - Приявлян - Приявлян		Управление изображениен Управление изображение Управление и изображение Управлениен Управление и изображение Управление Управлениен Управление		
< · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	(C.)			

Если это не помогло, то отключите **Дополнительный буфер изображения**. Выберите **Система - Редактор моделей - Управление изображением**. Уберите галку **Дополнительный буфер изображения**.

Параметры		? ×
Система Новые документы Текущая	еталь Текущее окно	
 Брафический редактор Текстовый редактор Редактор спецификаций 	Управление изображением	
 Прикладные библиотеки Редактор моделей 	Шаг перемещения изображения модели (% окна) 10.00	•
Сетка Линейки прокрутки	Шаг угла поворота модели (гр.) 15.00	-
Системные линии — Библиотеки конструкторских э.	Коэффициент изменения масштаба 1.20	×
Изненение ориентации Перспективная проекция	Использовать аппаратное ускорение	
ЛСК Исполнения	Использовать дополнительный буфер изображения	
 Зеркальное отражение Размеры и обозначения 	Прозрачность	
Габарит Зоны МЦХ	 Сетчатая Реалистичная 	
 Эпрощения Эпрощения Отчеты 		
	ОК Отмена	Справка

Если у вас возникли вопросы, ответ на который не удалось получить в этом разделе, задайте их на Форуме пользователей ПО ACKOH <u>http://forum.ascon.ru/</u> и в группе КОМПАС-3D в ВКонтакте <u>http://vk.com/kompas_home</u>.



Рекомендации по настройке формата STL

Начиная с версии V15.1 в КОМПАС-3D изменился диалог настройки параметров сохранения в формат STL. Если ранее настройка зависела от параметров точности, установленных для детали, то в новой версии появился диалог **Параметры экспорта STL**.

Па	араметры экспорта	STL ×
Объекты	Система координат Единицы длины	Начало координат У миллиметры У
Точность аппроксима	ции	
Максимальное ли и и и и и и и и и и и и и и и и и и	инейное отклонение	•
 Максимальное уп 	гловое отклонение	
1 1 1 1 1	7.2	00
✔ Максимальная д	лина ребра 2.3	72
	ОК Отм	Справка

Диалог параметров записи в формат STL. Описание

Диалог появляется на экране при экспорте модели в формат STL. В формат STL существующие в модели поверхности передаются в виде многогранных поверхностей с треугольными гранями. Процесс и результат построения конечного числа не перекрывающих друг друга треугольников, стыкующихся между собой по общим сторонам, называется **триангуляцией**. Отрезки, соединяющие вершины треугольников, называются **ребрами**.

В диалоге настраиваются параметры триангуляции.





Описание элементов управления

Элемент	Описание
Объекты	Группа опций позволяет управлять экспортом объектов модели. При включении соответствующих опций экспортируются следующие объекты: – тела, – поверхности.
Система координат	Список позволяет выбрать СК, в которой записываются координаты вершин и векторов нормалей треугольных граней. Список недоступен, если в модели существует только абсолютная система координат.
Единицы длины	Список позволяет выбрать единицу длины для записи координат вершин и векторов нормалей треугольных граней.
Точность аппроксимации	Группа опций, позволяющая задать параметры аппроксимации. Хотя бы одна опция из группы должна быть обязательно включена.
Максимальное линейное отклонение	Включение опции позволяет задать максимально допустимое отклонение по нормали треугольной грани передаваемой поверхности от исходной поверхности.
	Отклонение можно задать с помощью «ползунка». Для изменения величины отклонения перемещайте «ползунок» по шкале между позициями крайней левой («грубо») и крайней правой («точно»). Диапазон допустимых значений зависит от габаритов модели. Нужное значение можно ввести вручную в поле справа от шкалы.
Максимальное угловое отклонение	Включение опции позволяет задать максимально допустимый угол между нормалями смежных треугольных граней передаваемой поверхности. Отклонение можно задать с помощью «ползунка». Диапазон допустимых значений углового отклонения 45–0.1 (в градусах).
	Нужное значение можно ввести вручную в поле справа от шкалы. При этом максимально допустимое значение 90.
Максимальная длина ребра	Включение опции позволяет задать максимальную длину ребра. Диапазон допустимых значений зависит от габаритов модели.

После завершения настройки параметров нажмите кнопку **ОК**. Для выхода из диалога без записи файла нажмите кнопку **Отмена**.



Результаты сохранения с разными параметрами для шара диаметром 50 мм

Для оценки результата используется Microsoft 3D Builder.

При одновременном выборе нескольких опций для создания файла используется значение наиболее точного параметра. Поэтому в приведенных примерах показаны результаты только с одной выбранной опцией.



Максимальное линейное отклонение

Максимальное угловое отклонение



Максимальная длина ребра





Размеры файлов

Увеличение точности сохранения в STL приводит к значительному возрастанию итогового файла.

Максимальное линейное отклонение

Допустимые значения для шара диаметром 50 мм: 0,001 – 1 мм.

Значение	Размер файла
1 мм	38 кб
0,5 мм	72 кб
0,2 мм	169 кб
0,1 мм (умолчательный параметр)	355 кб
0,05 мм	703 кб
0,025 мм	1378 кб
0,01 мм	3496 кб
0,001 мм	34748 кб

Максимальное угловое отклонение

Допустимые значения для шара диаметром 50мм: 0,1 – 45°.

Значение	Размер файла
45°	18 кб
35°	29 кб
20°	91 кб
7,2° (умолчательный параметр)	703 кб
5°	1458 кб
3°	4050 кб
1°	36450 кб
0,1°	3644964 кб



Максимальная длина ребра

Допустимые значения для шара диаметром 50мм: 0,04374342 – 86,6025 мм.

Значение	Размер файла
40 мм	11 кб
35 мм	11 кб
30 мм	16 кб
25 мм	21 кб
20 мм	38 кб
15 мм	59 кб
10 мм	136 кб
5 мм	545 кб
2,372 мм (умолчательный параметр)	2485 кб
1 мм	13859 кб
0,75 мм	24640 кб
0,5 мм	55442 кб
0,1 мм	1387963 кб

Если вы заметили ошибки в Учебном пособии или у вас есть предложения по его дополнению, напишите нам на <u>edu@ascon.ru</u>.