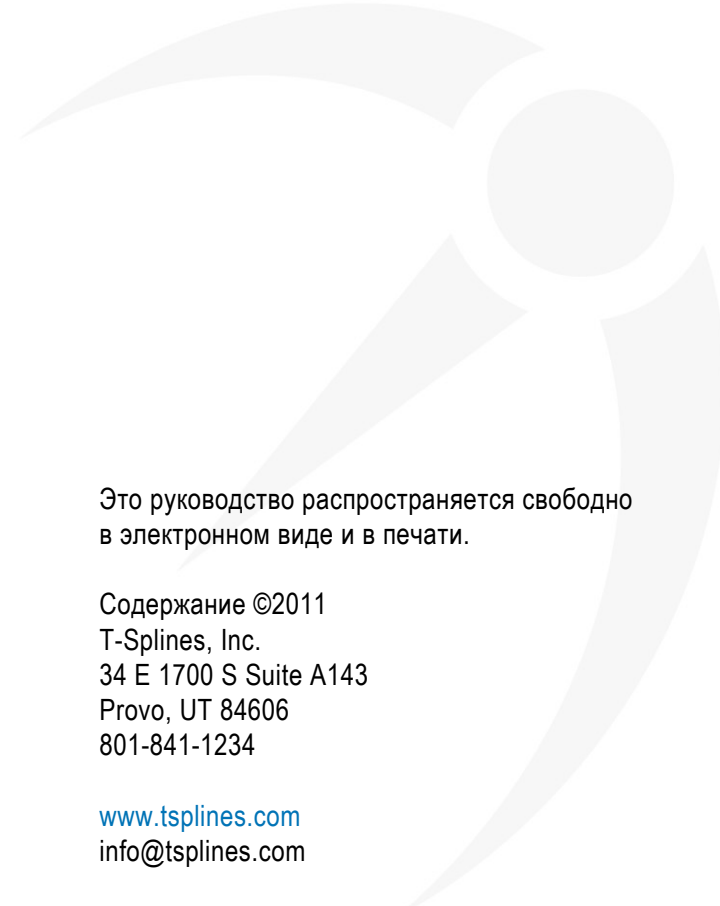


# T·Splines3

руководство пользователя



Модель автомобиля в масштабе 1:24, созданная с T-splines для Rhino, [www.theoutside.biz](http://www.theoutside.biz)



Это руководство распространяется свободно  
в электронном виде и в печати.

Содержание ©2011  
T-Splines, Inc.  
34 E 1700 S Suite A143  
Provo, UT 84606  
801-841-1234

[www.tsplines.com](http://www.tsplines.com)  
[info@tsplines.com](mailto:info@tsplines.com)

Версия руководства: от 06 Апреля 2011

# Содержание

<b>Новые функции и возможности в T-Splines 3</b>	<b>4</b>	Манипуляторы: Перемещение, вращение и масштаб	61	Выделение суммированием Grow	119
Цели и подтверждения	5	Грани, края, вершины и точки касания	63	Выделение вычитанием Shrink	119
Предположения	5	Режим относительного перемещения	63	Выделение продольного цикла	120
<b>Часть I: Знакомство с T-Splines и Rhino</b>	<b>6</b>	Горячие клавиши	64	Выделение поперечного цикла	122
<b>1. Обучение Rhinoceros</b>	<b>7</b>	Опции режима редактирования	64	Группирование	122
<b>2. Как T-Splines интегрирован в Rhino</b>	<b>8</b>	Выделение кистью	64	<b>18. Дополнительные команды</b>	<b>123</b>
<b>3. Чем полезен T-Splines</b>	<b>9</b>	Настройка множителя	64	Построение поверхности по кривым	123
<b>4. Техническая поддержка</b>	<b>13</b>	Мягкое манипулирование	65	Разделение кривых	134
<b>Часть II: С чего начать</b>	<b>14</b>	Настройка общей скорости	65	Инвертирование нормалей	135
<b>5. Установка плагина T-Splines</b>	<b>15</b>	Режим сглаживания и кубический режим	66	Извлечение основного многоугольника	135
Активация	15	Использование команд Rhino вместе с T-Spline	67	Выравнивание группы точек	136
Панель инструментов T-Splines	16	<b>13. Добавление и удаление геометрии</b>	<b>68</b>	Вес	136
Меню T-Splines	16	Разбиение грани	69	Натягивание поверхности	137
Настройки T-Splines	16	Добавление контрольной точки	71	Интерполирование поверхности	137
<b>6. Создание поверхностей T-Splines</b>	<b>19</b>	Вставка края	77	Анализ графика искривления краёв	138
Из примитивов	20	Создание складки	80	<b>19. Восстановление сетки T-spline</b>	<b>139</b>
Из прямых	24	Точки касания	80	Создание универсальной формы	142
Лофтинг	37	Экструзия грани	84	<b>Приложение 1: команды Rhino и T-splines</b>	<b>143</b>
Трубчатые поверхности	40	Экструзия края	86		
<b>7. Преобразование MESHs и NURBs в T-Splines</b>	<b>43</b>	Экструзия кривой	87		
Преобразование NURBs в T-Splines	43	Утолщение	88		
Преобразование MESHs в T-Splines	46	Дублирование граней	90		
<b>Часть III: Создание поверхностей T-Spline</b>	<b>48</b>	Удаление детали, части поверхности	91		
<b>8. Анатомия поверхности T-Spline</b>	<b>49</b>	Удаление складок	94		
<b>9. Типы вершин</b>	<b>50</b>	Заполнение дыр	95		
Точки на поверхности	51	Сварка точек	96		
Точки касания	51	Разрезание по краям	98		
T-точки. Концевые линии детали	52	Добавление грани	98		
Звездообразные точки. Непрямоугольные грани	52	Перемычка	99		
<b>10. Стандартизация</b>	<b>56</b>	Сварка краёв	101		
<b>11. Обрезка T-Spline</b>	<b>56</b>	Совмещение поверхностей	104		
Альтернатива обрезке в T-spline	57	<b>14. Моделирование с симметрией</b>	<b>107</b>		
<b>Часть IV: Моделирование с T-Spline</b>	<b>59</b>	<b>Часть V: Как экспортировать T-Spline</b>	<b>109</b>		
<b>12. Трансформация. Режим редактирования</b>	<b>60</b>	<b>15. Преобразование T-spline в NURBS</b>	<b>110</b>		
		Определение областей разделения	111		
		<b>16. Преобразование T-spline в mesh</b>	<b>112</b>		
		<b>Часть VI: Усовершенствованное моделирование</b>	<b>115</b>		
		<b>17. Усовершенствованный режим редактирования</b>	<b>116</b>		
		Горячие клавиши	116		
		Выделение кистью Paint	118		

---

## Добро пожаловать в T-Splines v.3 для Rhino!

Прежде всего, мы выражаем благодарность за то, что вы используете T-Splines. Мы очень рады, тому что многие проектировщики используют наше программное обеспечение для создания своих моделей. Моделирование очень интересная и увлекательная отрасль, и мы чувствуем себя счастливыми, от того, что имеем возможность контактировать с большим количеством современных разработчиков на планете.

Одно из приоритетных направлений в разработке программного обеспечения T-Splines состоит в том, что всегда существует много возможностей и вариантов в усовершенствовании T-Splines для Rhino, потому что это основано на общей технологии. Мы надеемся, что вы останетесь довольны тем изменениям, которые мы добавили в третью версию. Особенность этого выпуска не только в добавлении новых инструментов, но и в увеличенной скорости, основанной на оптимизации программного кода. Нами сделано много для того, чтобы помочь вам быстрее создавать и редактировать органичные модели, подходящие для производства. Мы надеемся, что вам понравится улучшенная панель инструментов T-Splines v.3.

Пожалуйста, поддерживайте с нами контакт. Если у вас имеются проблемы или наоборот; какие либо наработки для совместного использования с нами, звоните в любое время по телефону 801-841-1234.

Для краткого видео обзора новых функций этого выпуска, посетите нашу страничку <http://www.tsplines.com/newfeatures>

С уважением,  
**Мэтт Зедерберг**, CEO, T-Splines,  
Inc. 12 апреля 2011

## Цели и предположения

Добро пожаловать в T-Splines для Rhino, программу, позволяющую помочь разработчикам создавать и редактировать пластичные, органичные формы для прототипирования и изготовления. Это руководство было написано со следующими целями и предположениями:

### Цели

Написано так, чтобы читатель понял:

1. Что такое T-Splines.
2. Как моделировать с помощью T-splines.
3. Как конвертировать из T-Splines в NURBS.

### Предположения

1. Пользователь никогда не использовал T-Splines.
2. Пользователь никогда не использовал полигональное моделирование.
3. Пользователь ознакомился с основами моделирования в Rhino и завершил обучение Rhino Level I.

### Примечания:

**Красный** указывает на активизируемую по щелчку, ссылку в руководстве.

**Синий** указывает на гиперссылку в интернете.

**Полужирный** курсив используется для команд Rhino и T-Spline.

## Подтверждения

Особая благодарность штату разработчиков McNeel и всем T-Splines v3 бета тестерам.  
Моделирование: Кайл Хоукэнс.

Перевод на русский язык Алексей Куклин jemstone@rambler.ru 20 августа 2011

**Примечание:** T-Splines - зарегистрированная торговая марка T-Splines, Inc. Rhinoceros и Rhino - зарегистрированная торговая марка компании Robert McNeel & Associates. Все другие названия продуктов - зарегистрированные торговые марки их соответствующих правообладателей.

Часть I  
Знакомство с T-Splines и Rhinoceros





# Rhino<sup>®</sup>

NURBS modeling for Windows

## 1. Обучение Rhinoceros

### Что такое Rhino?

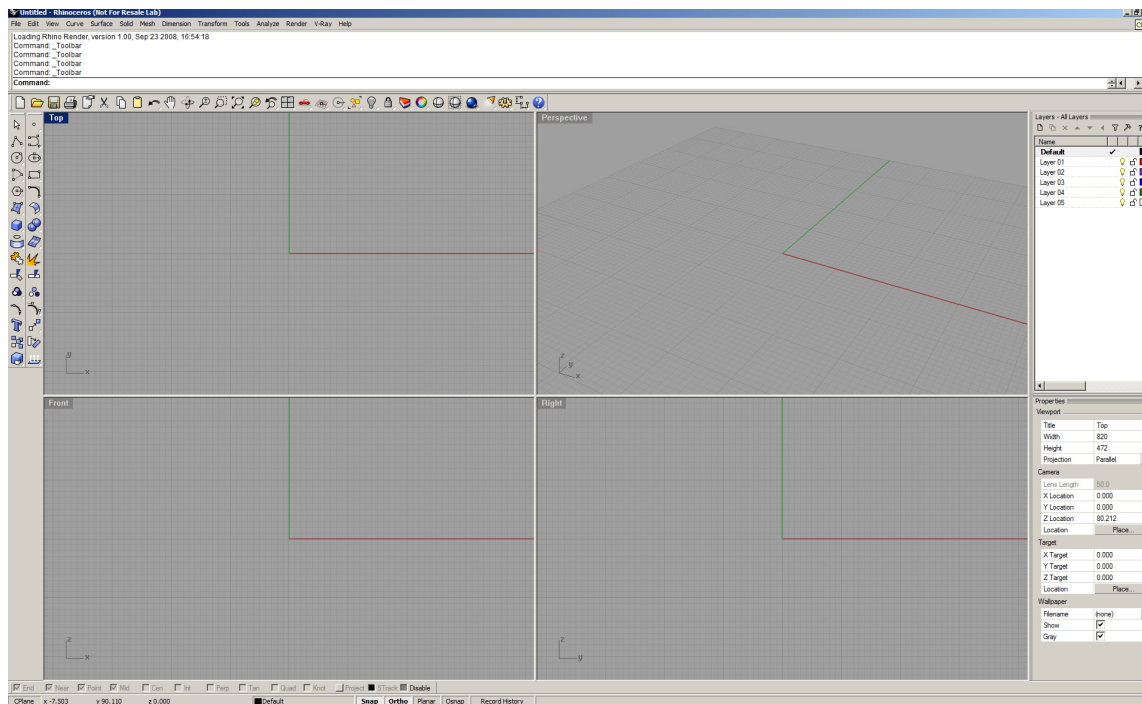
Rhinoceros - мощный пакет 3D моделирования для Windows. В Rhinoceros можно создавать, редактировать, анализировать, и преобразовывать NURBS (неоднородные рациональные сплайны Безье) кривые, поверхности, и твердые частицы, чтобы получить 3D проекты для производства.

Rhinoceros используется во многих отраслях проектирования, включая ювелирные изделия, кораблестроение, самолётостроение, механизмы, архитектуру и обувь.

### Как изучить Rhino?

Rhino 4 поставляется с обучением Level I и Level II, на каждом установочном CD. Если у вас нет своего CD, то можете загрузить обучение бесплатно с сайта [www.rhino3d.com/training.htm](http://www.rhino3d.com/training.htm).

Это руководство T-Splines предполагает, что читатель уже завершил обучение Rhino 4. Если вы не имеете лицензионную копию Rhino, то можете загрузить бесплатную демо-версию с веб-сайта Rhino (TSplines работают и с демонстрационной версией Rhinoceros).



Рабочее окно Rhino



Bjorn Syse  
<http://www.syse.se/>



Joaquin Laborda  
<http://www.trumdesign.com.ar>



Lorenzo Banchini



Giorgio Gurioli



Ricardo Amaral  
<http://pareldesign.blogspot.com/>



Thomas Parel  
<http://pareldesign.blogspot.com/>

## 2. Как T-Splines интегрирован в Rhino.

### Представление поверхностей T-spline!

T-Splines - мощная технология для проектирования поверхностей в CAD. T-Splines совместим с традиционной технологией NURBS, и предлагает существенные улучшения в возможностях редактирования и простоты использования.

T-Splines позволяет разработчикам:

- Создавать пластичные органичные формы
- Быстро и легко их редактировать
- Экспортировать модели без дополнительного конвертирования

### Почему стоит моделировать в T-Splines совместно с Rhino.

T-Splines добавляет несколько новых операций и инструментов, чтобы генерировать поверхности свободной формы как в полигональном моделировании. T-Splines, можно использовать для создания всей модели, или только для того, чтобы добавить органичные компоненты к моделям Rhino. T-Splines дополняет Rhino.

Использование T-Splines даёт пользователям Rhino возможность простым, интуитивно понятным способом изменять форму модели, и помогает дизайнерам сократить время между воображением и фактической 3-D моделью.

### Как T-Splines работает совместно с Rhino

T-Splines - полностью интегрированный плагин Rhino. К стандартной панели инструментов Rhino добавлены инструменты T-Splines. Справка T-Splines доступна через меню помощи Rhino. Многие команды Rhino работают и с поверхностями T-Splines (см. **приложение**).

Примеры из галереи T-Splines. T-Splines упрощают создание пластичных, органических форм.



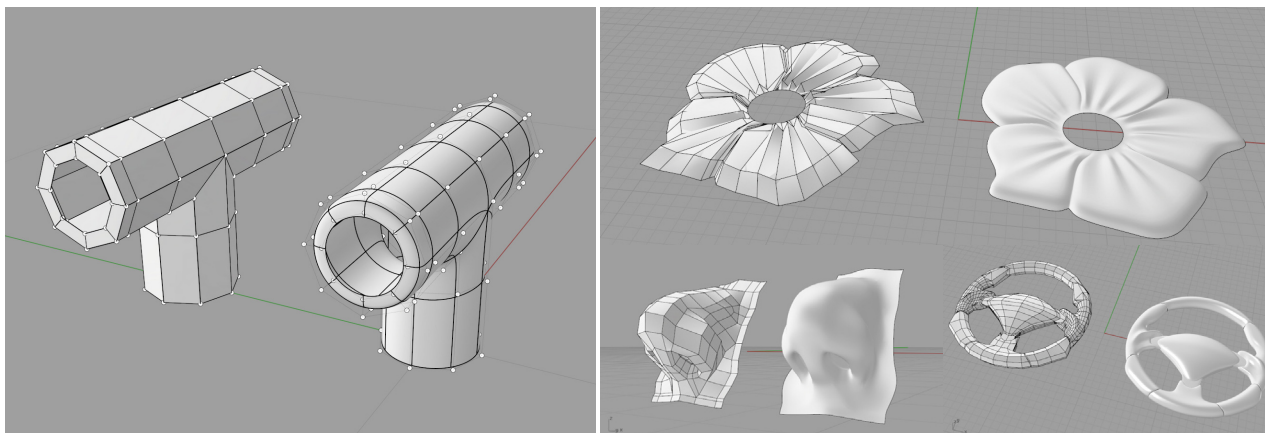
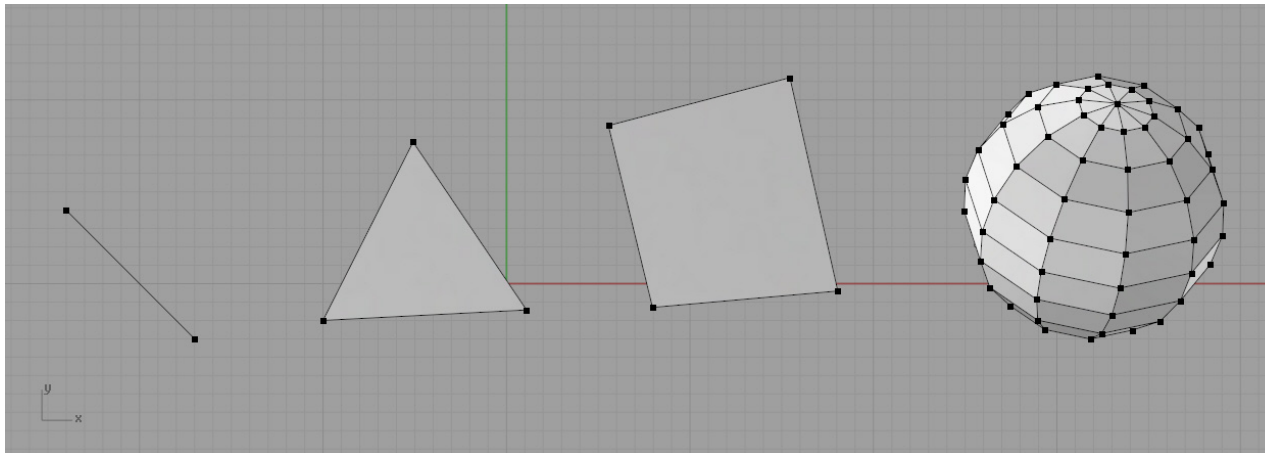
### 3. Чем полезен T-Splines.

Многие операции в версии 3.0 T-Splines основаны на полигональном моделировании, установленном стандарте в анимации и компьютерной графике. Полигональное моделирование используется, чтобы создавать органические, доступные для редактирования модели быстро и интуитивно понятно. Другие операции в T-Splines основаны на более традиционном подходе генерирования поверхностей от кривых.

#### T-Splines полигональное моделирование.

В 3D компьютерной графике, для предоставления поверхности смоделированных объектов, используются многоугольники (полигоны). Основным объектом, используемым в полигональном моделировании, является вершина, точка в трёхмерном пространстве. Две вершины, соединённые прямой линией, становятся краем. Три вершины, соединённые друг с другом тремя краями, становятся треугольной гранью, которая является самым простым многоугольником. Четыре примкнутых края (четвёрки) и треугольники являются наиболее распространёнными формами, используемыми в полигональном моделировании. Группа многоугольников, которые соединены вместе совместно используемыми вершинами, называется mesh. Mesh состоят из множества плоских гранёных поверхностей.

Формы полигонального моделирования: край, треугольник, четверка, mesh.

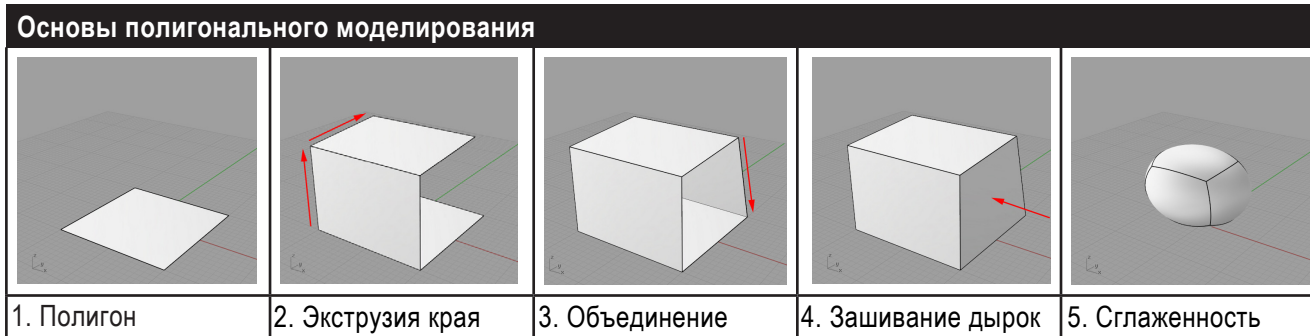


Поверхности T-spline могут быть просмотрены на мониторе двумя способами: в **кубическом режиме** или в **режиме сглаживания**. Кубический режим самый быстрый и простой способ визуализации T-spline, в этом случае поверхность модели выглядит как бы состоящей из множества многоугольников. Сглаженный режим выглядит естественно и реалистично, словно гладкая, пластичная поверхность.

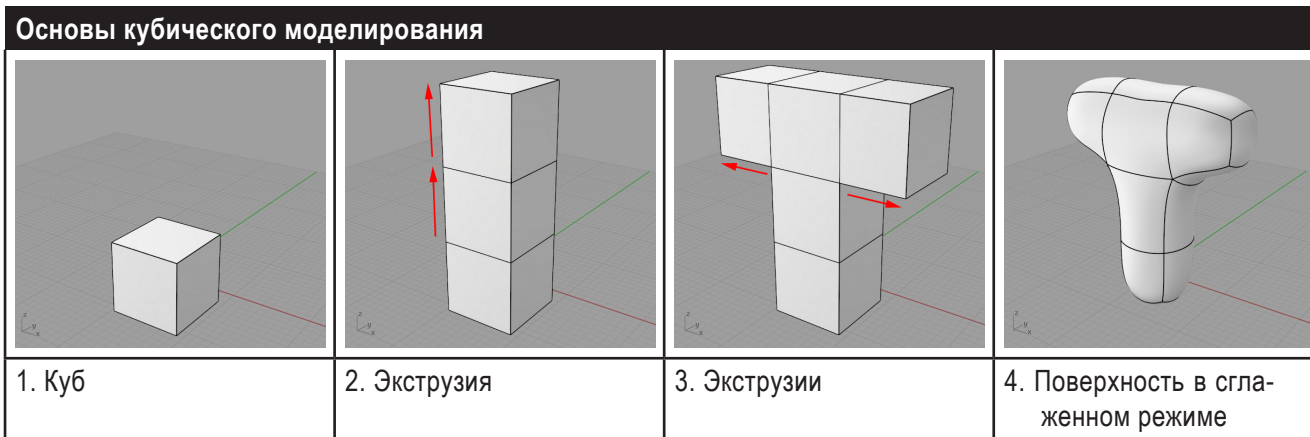
Примеры кубических моделей и соответствующие сглаженные поверхности.

Создать поверхность T-spline, посредством многоугольного моделирования, можно разными способами; это и базовое полигональное моделирование, и кубическое моделирование, и создание поверхности **от линий**.

Полигональное моделирование основано на размещении отдельных вершин. Такие операции, как добавление **многоугольников**, **Subdivision поверхности**, **экструзия сегментов** и **объединение краёв**, очень распространены в полигональном моделировании.

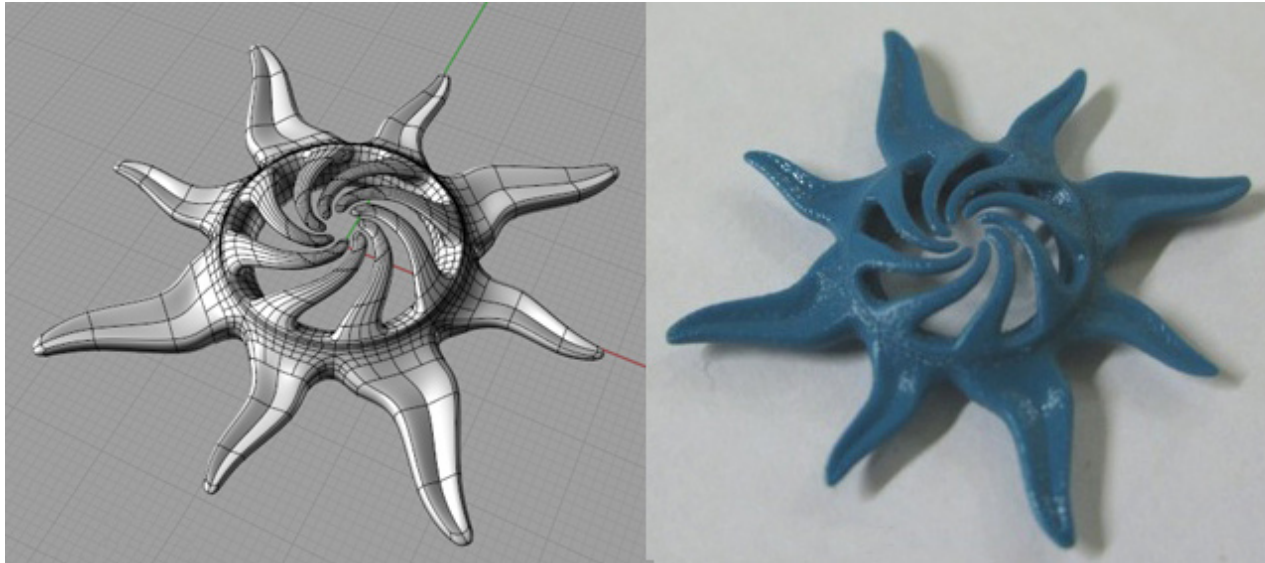


**Кубическое моделирование** (Subdivision modeling) начинается с простого **куба**, и затем изменяет этот куб, используя **экструзию**, чтобы постепенно добавить к модели детали. Заключительная поверхность это сглаженная версия кубической модели.



Кубическое и полигональное моделирование весьма зависимы друг от друга и часто используются вместе на одной модели. В то время, как кубическое моделирование легче и быстрее в использовании; полигональное моделирование более универсально и учитывает более подробное детализирование и управление формой. Процесс проектирования, который использует оба этих подхода, может быть адаптирован ко многим определенным ситуациям в моделировании.

**Уникальность полигонального моделирования T-Splines.** T-Splines - программное обеспечение, которое комбинирует NURBS и полигональные методы моделирования вместе в единственном потоке операций. Дополнительно, T-Splines улучшает традиционные полигональные операции моделирования, представляя возможность **менять области** и детали локально, не изменяя и не деформируя общую поверхность модели.

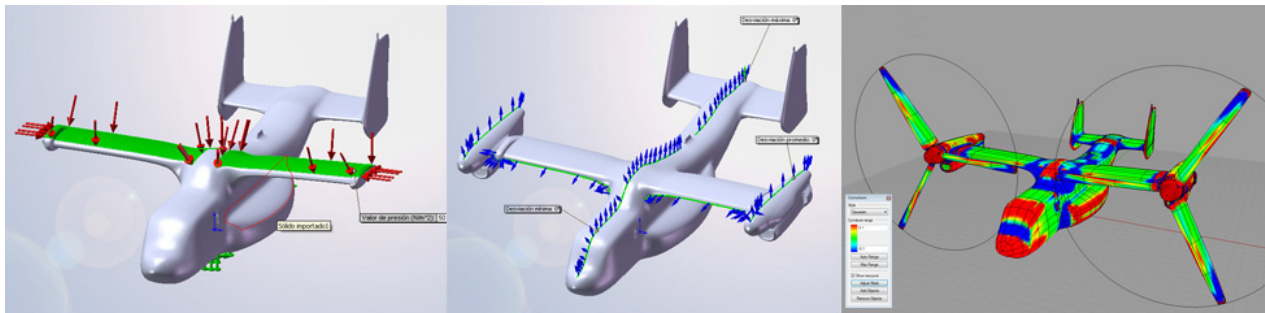


### Совместимость поверхностей T-splines и NURBS.

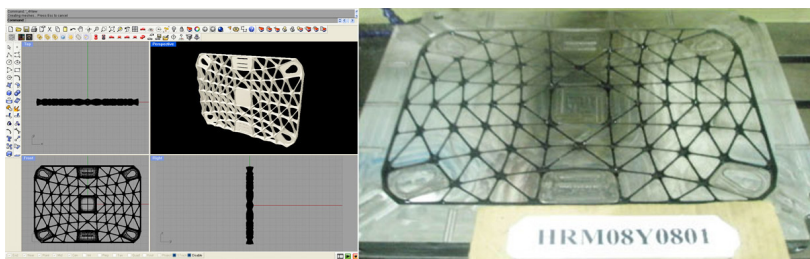
Все поверхности T-Splines на 100 % **совместимы с NURBS** и имеют независимое разрешение. Это означает, что вы можете масштабировать объект так близко, как пожелаете и никогда не увидите никакого фасетирования, точно так же, как и поверхности NURBS. Модели, сделанные в других пакетах программного обеспечения, использующих “Subdivision” поверхности (популярные поверхности, используемые в анимации), не являются совместимыми с NURBS. Эта совместимость поверхностей NURBS и T-Splines даёт уникальное преимущество перед другими продуктами.

Совместимость с NURBS позволяет универсальному полигональному моделированию использовать поток операций, который приводит к технологичной геометрии NURBS Rhino. Любая модель T-Splines может использоваться как для визуализации, так и для производства (механическая обработка на ЧПУ, лазерная резка, 3D прототипирование, анализ, и т.д.).

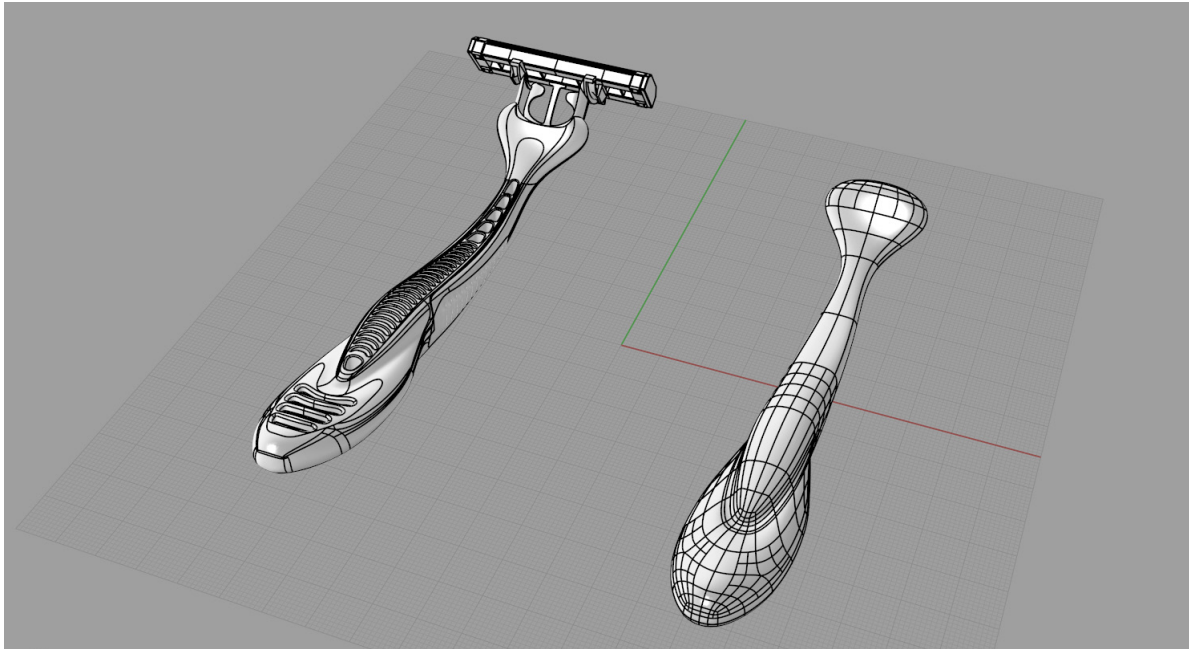
Пример прототипа, использующего поверхности T-spline.



Анализ модели T-spline. Давление (слева) и отклонение (в центре), анализ сделанный в SolidWorks, и анализ искривления (справа), сделанный в Rhino.

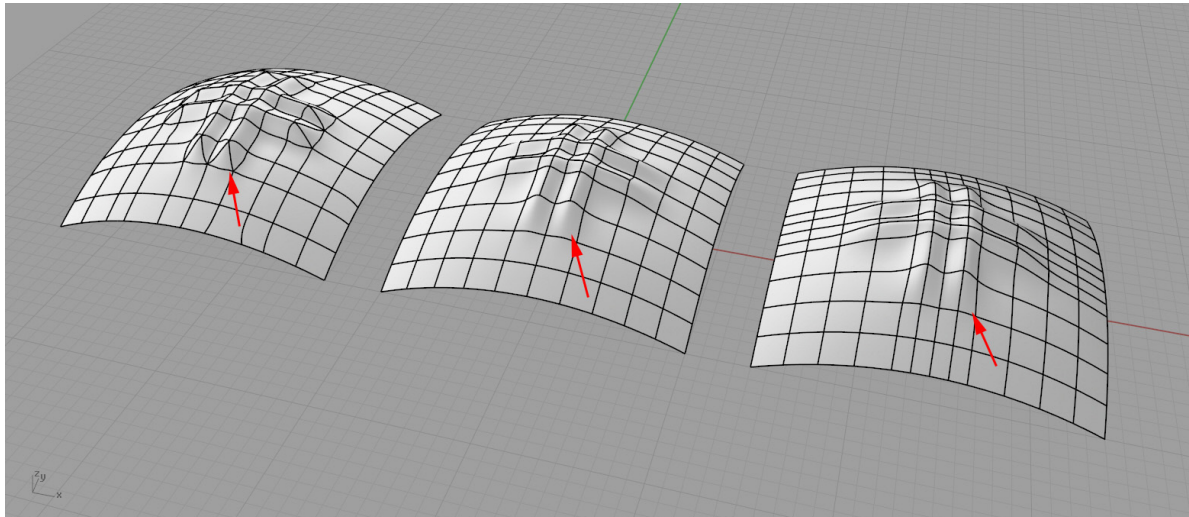


Пример модели произведенной в T-spline. Предоставлено: Collins Machine & Tool Co.



Совместимость NURBS и T-splines позволяет разработчику смешивать методы моделирования. Вы можете создать поверхность T-spline с инструментами T-Splines и затем использовать **любые инструменты Rhino**, такие как: Булевы переменные, сопряжения, деформацию, или инструменты анализа. Любая поверхность T-spline может быть обработана как поверхность Rhino, используя команды Rhino.

Пример модели со смешанными потоками операций T-splines и NURBS. Начальная поверхность T-spline справа, и заключительная модель, детализированная в NURBS, слева.



### Области локальной детализации

Другое важное различие между T-splines и традиционным полигональным моделированием в том, что T-splines содержит T-точки. Они объяснены далее в разделе анатомии T-spline, но в основном, T-точки уменьшают сложность поверхности конечными точками контрольных линий в середине поверхности. У поверхности будет гладкое искривление. Subdivision поверхности не имеют T-точек, вместо этого они заканчивают деталь треугольниками или звездообразными точками. Это создаёт артефакты затемнения в изображениях, что мешает управлять поверхностным искривлением. У NURBS нет пересечений линий или T-точек.

Пример триангуляции mesh (слева), T-spline с T-точками (в центре) и поверхность NURBS (справа).

## 4. Техническая поддержка

В дополнение к этому руководству существуют онлайн ресурсы, чтобы помочь вам изучить T-Splines, так же как и справка, которая идет вместе с плагином.

- Справка** Команды T-Splines задокументированы в справочном файле T-Splines. Справка может быть вызвана из меню “Пуск”, найдите группу “T-Splines for Rhino”, где выберите “TSplines for Rhino Documentation.” Также вы можете получить доступ к справке изнутри Rhino, выбрав “Command Help” из меню “Help”, или щёлкнув по любой команде TSplines, или нажав F1.
- Сайт T-Splines** Веб-сайт T-Splines, [www.tsplines.com](http://www.tsplines.com), содержит множество учебных материалов и свободных для скачивания моделей T-spline.
- Форум T-Splines** Задайте вопросы по T-Splines и получите ответы от других пользователей в службе технической поддержки T-Splines на форуме T-Splines: [www.tsplines.com/forum](http://www.tsplines.com/forum)
- Техническая поддержка** Техническая поддержка доступна по электронной почте или по телефону.  
Email: [tech@tsplines.com](mailto:tech@tsplines.com)  
Телефон: +1 (801) 841-1234 Оператор доступен с понедельника по пятницу с 9 до 5 часов.
- Дополнительная услуга** По вашему запросу мы можем сделать вашу модель, и отправить вам завершённую модель с сохранёнными шагами, и с видео, показывающем, как это сделать. Это услуга платная. Подробности здесь: [www.tsplines.com/products/services.html](http://www.tsplines.com/products/services.html)

Часть II:  
С чего начать

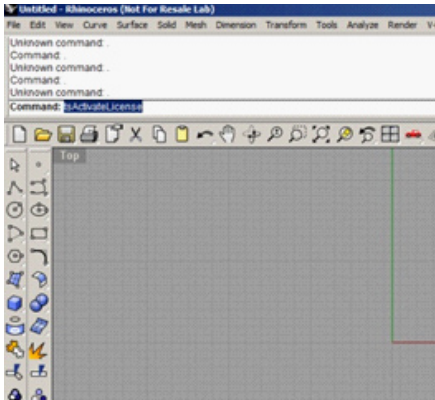


## 5. Установка плагина T-Splines

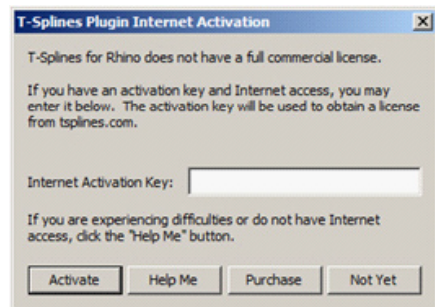
### Активация

Установка T-Splines для Rhino:

1. Загрузите плагин T-Splines для Rhino с сайта [www.tsplines.com/latestversion.html](http://www.tsplines.com/latestversion.html) (Если вы уже устанавливали демонстрационную версию, то нет никакой потребности загружать плагин снова.)
2. Установите плагин T-Splines для Rhino.
3. Откройте Rhinoceros 4 или 5.



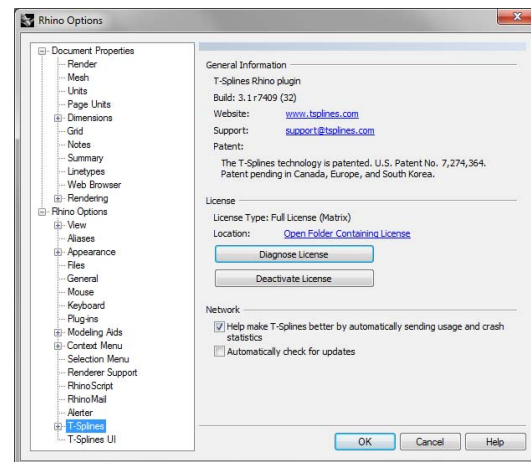
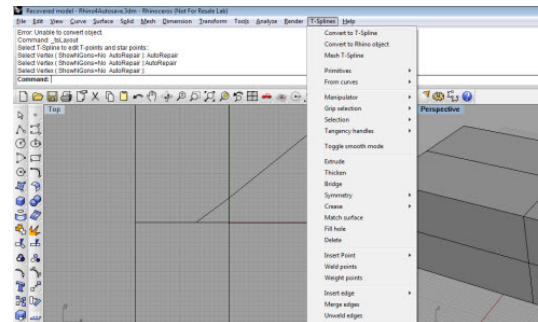
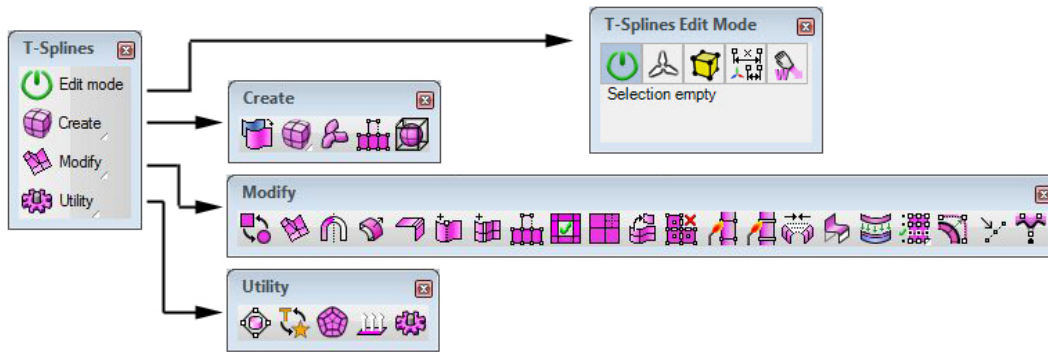
4. Введите команду ***tsActivateLicense***.



5. Введите свой Ключ Активации (Activation Key)

6. Если вы испытываете трудности в установке, или не имеете доступ в интернет, нажмите кнопку "Help Me". Появится инструкция для того, чтобы активировать ваш плагин без доступа в интернет.

Чтобы пустить в ход лицензию, пожалуйста, обратитесь к документации, которую вы получили, когда покупали свой плагин; или отправьте письмо на электронную почту [rhino@tsplines.com](mailto:rhino@tsplines.com) для справки.



## Панель инструментов T-Splines

После того, как вы установите T-Splines и запустите Rhino, в панели инструментов появится панель T-Splines. Эта панель может стыковаться с другими панелями инструментов Rhino. Дополнительные инструменты появляются, если при щелчке удерживать какую либо из кнопок. Если вы случайно потеряли панель инструментов T-Splines, то можете её восстановить, введя в командную строку **Toolbar**, где из списка панелей инструментов, можете выбрать панель T-Splines.

## Меню T-Splines

Меню T-Splines появится в основном меню, сразу же, после установки.

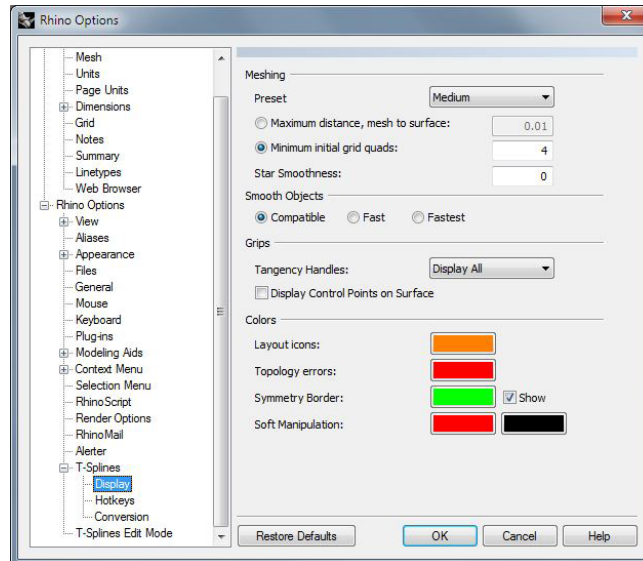
## Настройки T-Splines

T-Splines интегрируется с основными настройками Rhino, включая цветовую настройку, режимы отображения, и т.д. у T-Splines также есть свои собственные опции для цветов, преобразования, горячих клавиш, и дисплея, которые доступны в основном окне опций Rhino под разделом T-Splines. Они также доступны через значок опций T-Splines, или команду **tsOptions**. Страница параметров T-Splines включает:

## Основная страница

Информация о номере версии и лицензии. Здесь вы можете деактивировать свою лицензию.





## Display

**Meshing:** устанавливает качество mesh для T-splines. Есть два режима.

1. Максимальное расстояние, поверхности mesh. Дает лучшие meshes чем (2).
2. Минимальные начальные четверки сетки. Каждая поверхность T-spline начинается с набора четверок Meshes на стороне, и более надежна. Качество mesh можно установить из Object Properties.

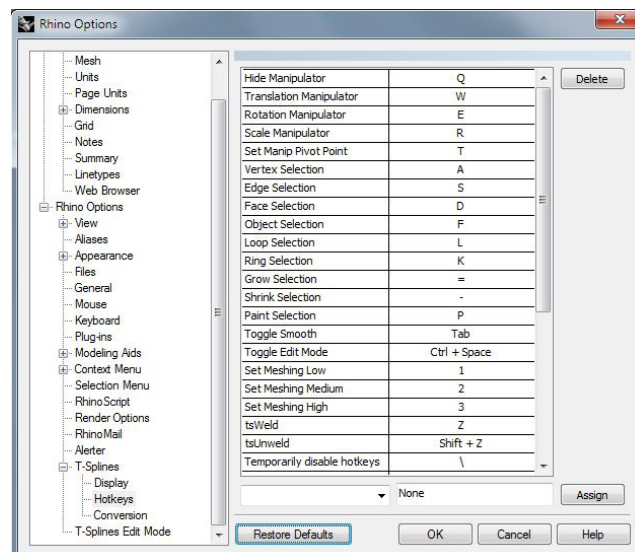
**Star Smoothness:** Управляет сглаженностью возле звездообразных точек.

**Smooth T-Mesh:** Эта опция позволяет вам выводить на экран T-splines в режиме гладких, плоских или затемненных поверхностей. Эта опция по умолчанию выключена, и является самой полезной, работая с очень большими моделями, где T-Splines режим Smooth медленно срабатывает. При использовании опции Smooth T-Mesh, модель ответит быстрее, когда вы передвигаете контрольные точки, добавляете геометрию, и т.д.

**Tangency Handles:** Показывает дополнительные контрольные точки для более удобного управления краями, границами и складками.

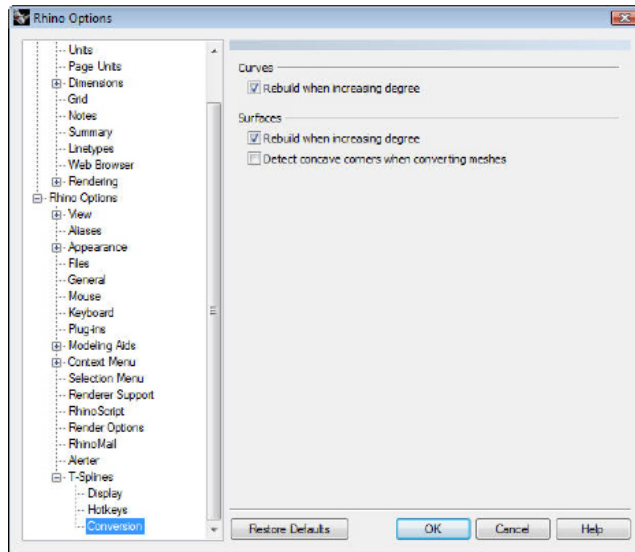
**Display Control Points on Surface:** позиционирование контрольных точек на поверхности модели, а не в пространстве.

**Color:** определяет цвета для специальных опций T-Spline. Опции цвета необходимы для выделяемых объектов. Работы над T-Splines также могут быть совмещены с опциями цвета Rhino.



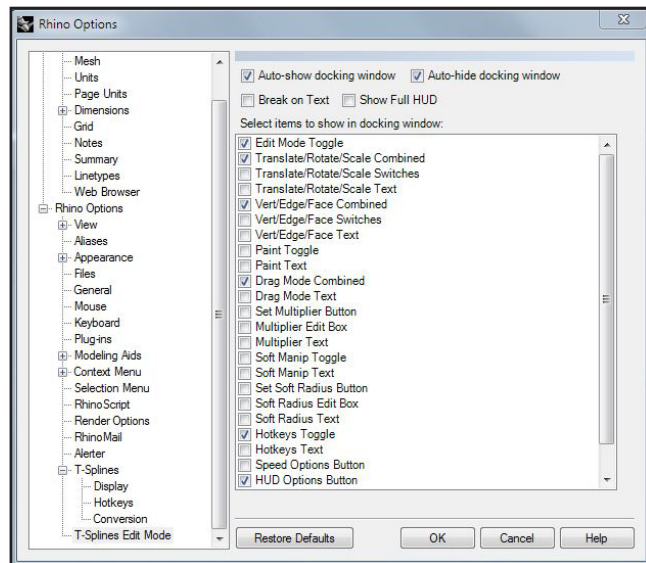
## Горячие клавиши

Присвоение горячих клавиш командам T-Splines и Rhino. (см. режим редактирования).



### Преобразование.

Опции для преобразования поверхностей из Meshes в T-splines.



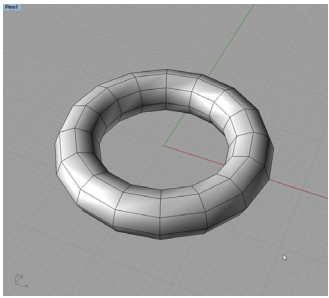
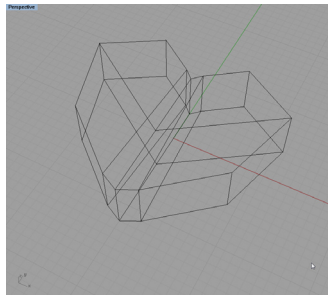
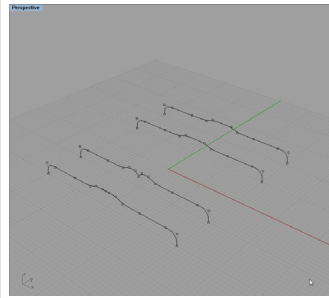
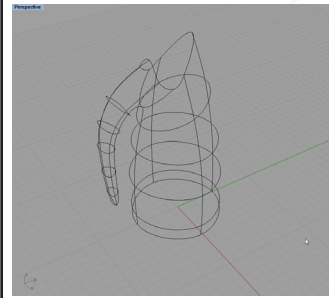
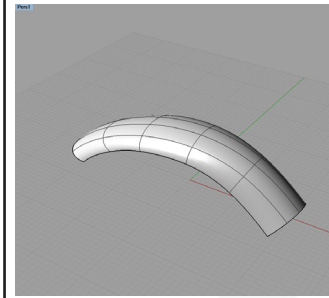
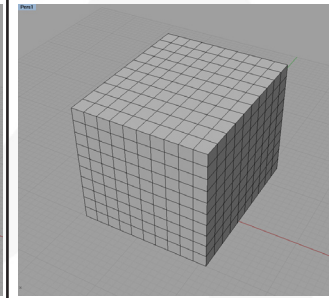
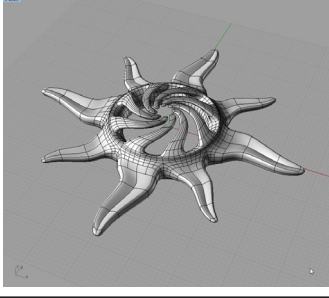
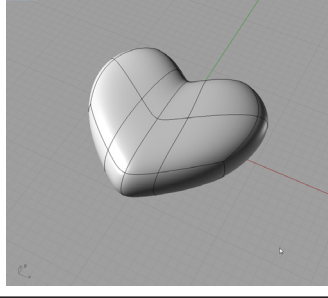
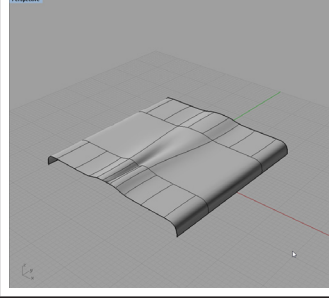
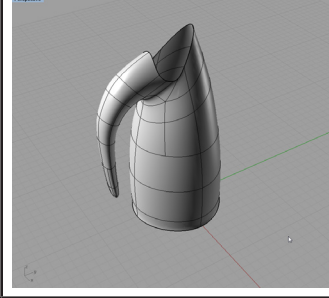
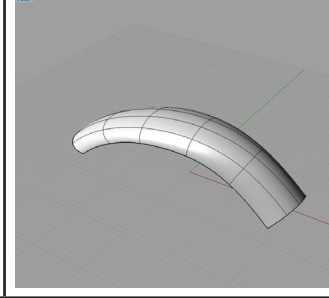
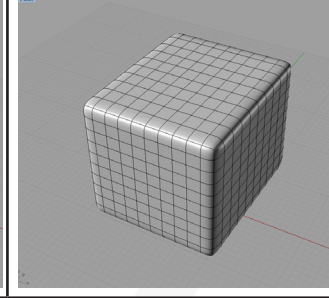
### Режим редактирования T-Splines

Опции, элементы которых, выводятся на экран в плавающем окне режима редактирования.

## 6. Создание поверхностей T-spline

Существует шесть способов генерирования поверхностей T-spline. Поверхности T-spline могут быть созданы **из примитивов**, **из контрольных кривых**, **вытянуты из кривых (Lofting)**, и **построены по сетке кривых**. Поверхности T-spline могут также быть сгенерированы преобразованием **из NURBS** и преобразованием **из Mesh**. Каждый подход может использоваться как для создания полной модели, так и для подготовки основной модели для дальнейшего редактирования.

Создание поверхности T-spline из примитивов, линий, и лотфинг будут объяснены в этой главе. Построение **по сетке кривых** будет объяснено позже.

Способы создания T-spline поверхности					
От базовой формы		От кривых		От поверхности	
Из примитивов	По линиям	По кривым (лотфинг)	По сетке кривых	Преобразование из NURBS	Преобразование из MESH
					
					
Начните с примитива, смоделируйте более сложную поверхность.	Создайте поверхность из полигональных сегментов.	Создайте поверхность по кривым, ограничивая области локальной детали.	Создайте поверхность по сетке кривых.	Начните строить с NURBS, а затем преобразуйте его в поверхность T-spline.	Начните строить в MESH, а затем преобразуйте его в поверхность T-spline.
Сложность: просто	Сложность: средняя	Сложность: средняя	Сложность: сложно	Сложность: просто	Сложность: просто

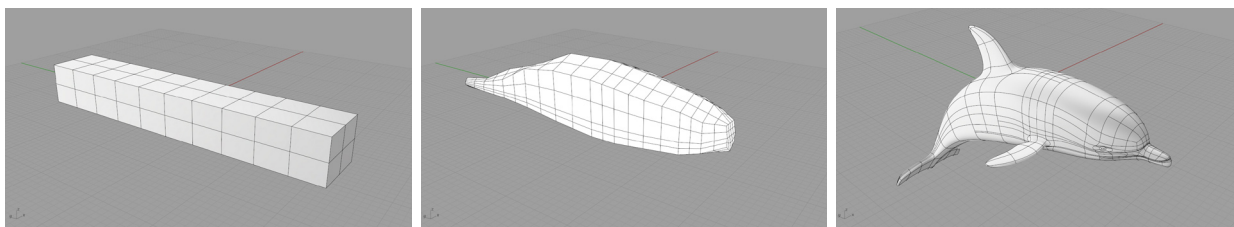


### Создание T-splines от основных (примитивных) форм

Использование примитивов - один из способов начать моделирование. Это геометрические фигуры, которые могут быть отредактированы и объединены, чтобы создать сложные модели. В T-spline используются шесть основных примитивных форм: куб, полигон, сфера, цилиндр, конус, тор и новая форма - квадбол.

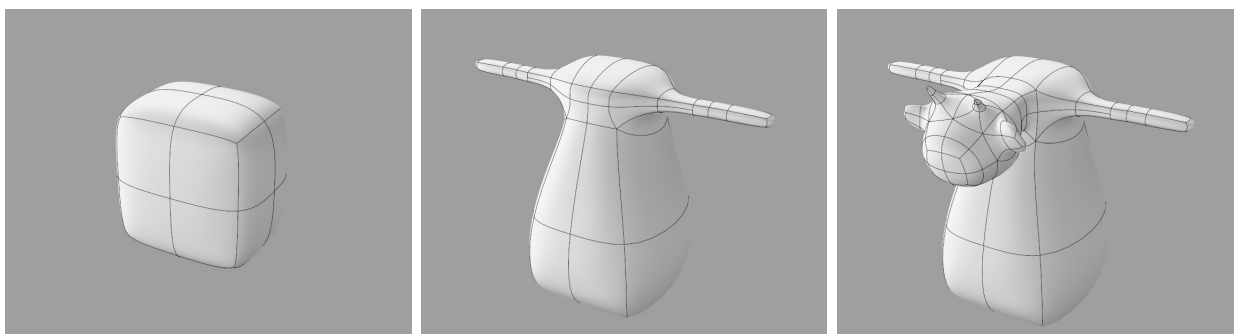
Примитивы T-Splines								
		Куб	Полигон	Сфера	Цилиндр	Конус	Тор	Квадбол
Симметрия	Осевая	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да
	Радиал	Нет	Нет	Да	Да	Да	Да	Нет
Настройка геометрии		X=2 Y=2 Z=2 Количество граней в каждом направлении.		VerticalFaces=4 AroundFaces=8 Вертикальные грани перпендикулярны оси окружности, а кольцевые грани параллельны оси окружности.				



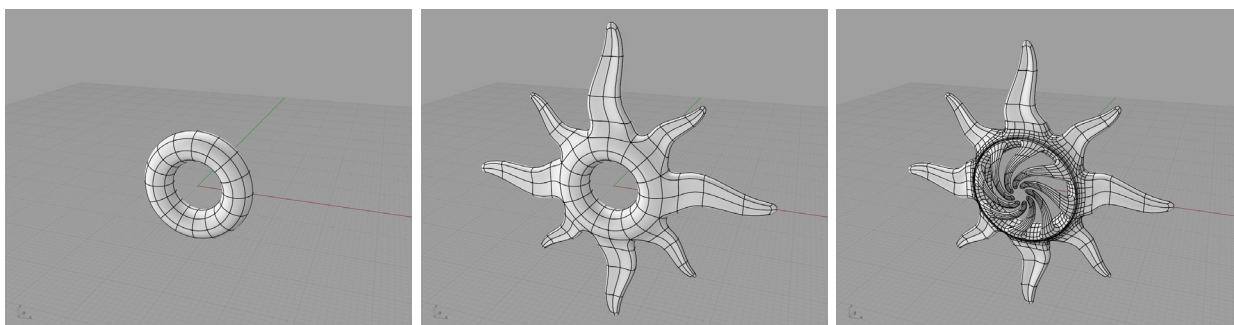


**Использование примитивов в кубическом моделировании:**  
Примитивы могут использоваться в качестве начальной точки для моделирования объекта; начните с примитива, который примерно соответствует форме вашей заключительной модели.

Модель с использованием примитива Куб.

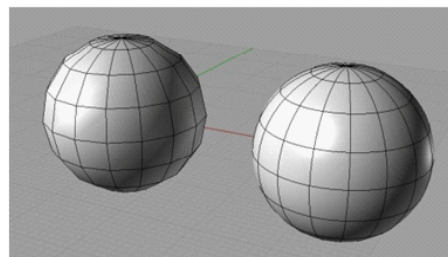


Модель с использованием примитива Куб.



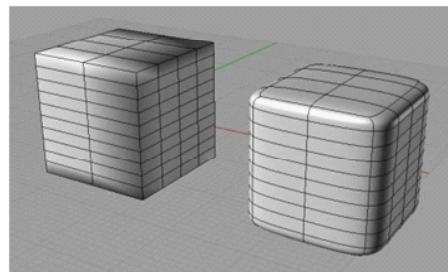
Модель с использованием примитива Тор.

После того, как оригинальные примитивы сгенерированы, их можно переместить куда угодно в сцене, если конечно у них нет симметрии. Поддерживающие симметрию примитивы должны оставаться вдоль основной оси симметрии. По умолчанию примитивы создаются в режиме сглаживания, но как и все T-splines, их можно переключить, чтобы включить **кубический режим**, для более быстрого редактирования.



## Примитивы в кубическом режиме и в режиме сглаживания

Примитив Сфера (Вертикальные грани=8 Горизонтальные грани=16)



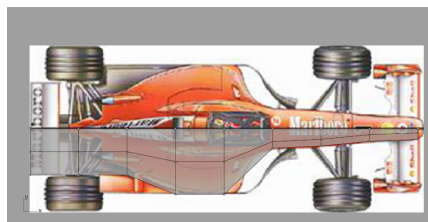
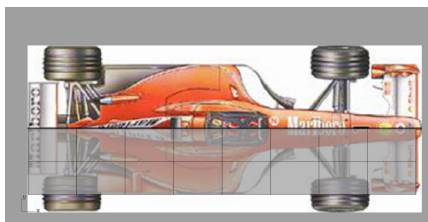
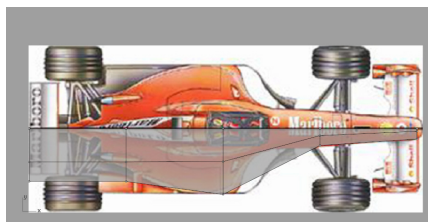
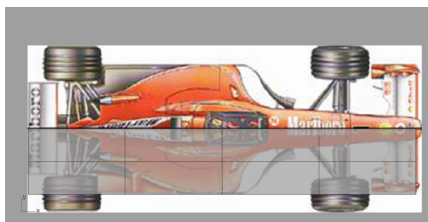
Примитив Куб (Xграни=2 Yграни=4 Zграни=10)

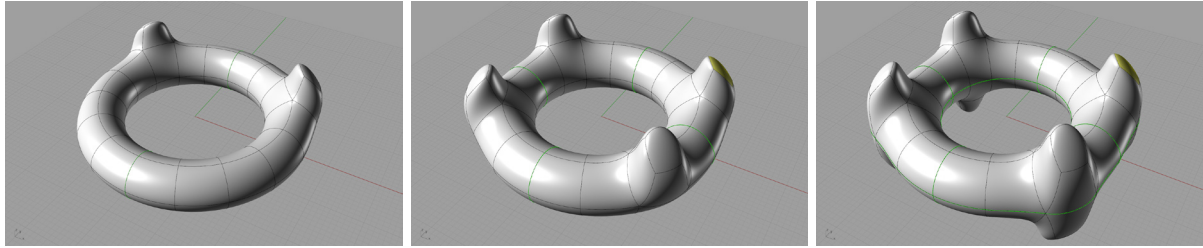
## Опции командной строки

### Грани

Примитивы могут быть созданы с любым количеством граней. Выберите число, которое даёт достаточное количество контрольных точек, чтобы получить грубую форму для вашей модели, а дополнительные точки для детализации можно добавить позже.

Например; работая с изображением, таким как этот автомобиль Формулы1, четыре грани по оси X не обеспечивали достаточной детализации, чтобы получить основную форму автомобиля, но уже восемью гранями стало вполне достаточно.

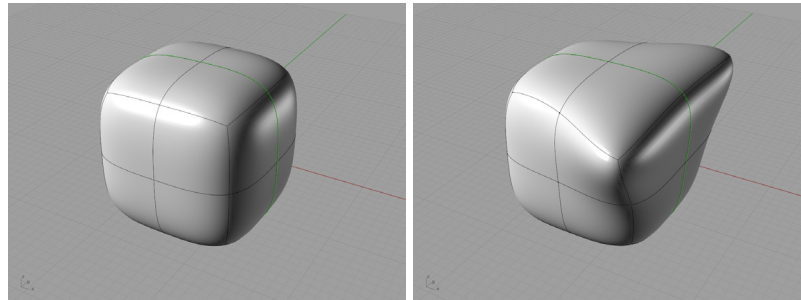




### Симметрия

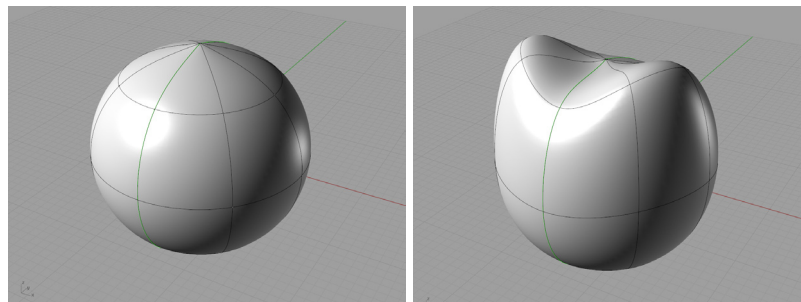
Примитивы T-spline могут быть созданы с осевой или радиальной симметрией. Когда вы включаете симметрию, то чтобы показать границы симметрии, зелёным цветом будет выделена кривая линия на границе координат (цвет можно изменить в **tsOptions** панели Display). Симметрия T-Spline независима от истории Rhino. Симметрия может быть выключена командой **tsSymmetryOff**.

Слева: x симметрия, x & y симметрия, x, y, & z симметрия

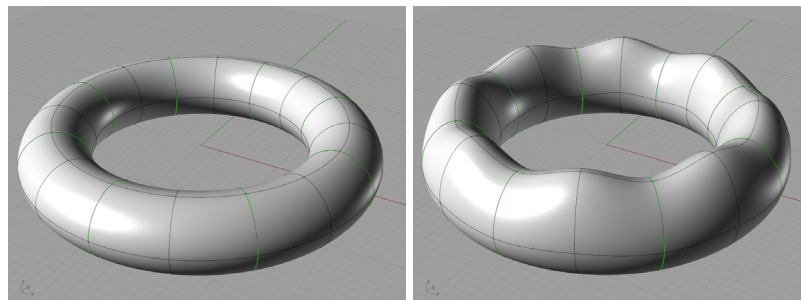


Вот несколько примеров примитивов с симметрией (зеленая линия - ось симметрии).

Примитив Куб (AxialSymmetry=Yes YSymmetry=Yes)



Примитив Сфера (AxialSymmetry=Yes XSymmetry=Yes)



Примитив Top (Symmetry=Yes Radial=Yes SymmetrySegments=8 FacePerSegments=2)



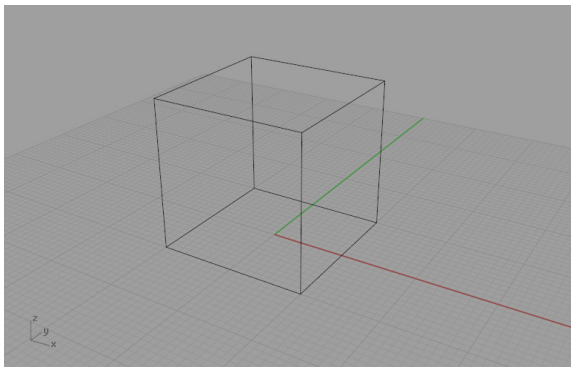
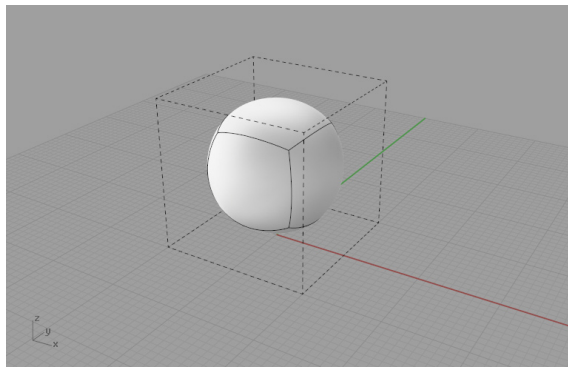
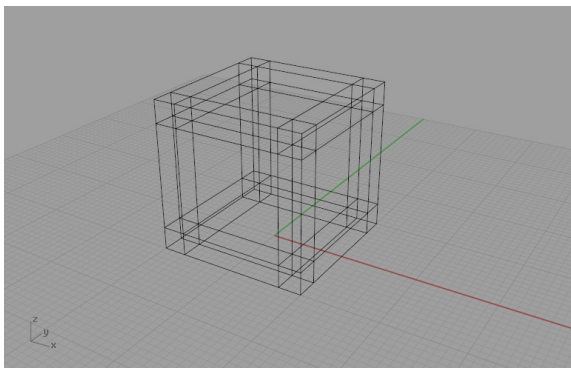
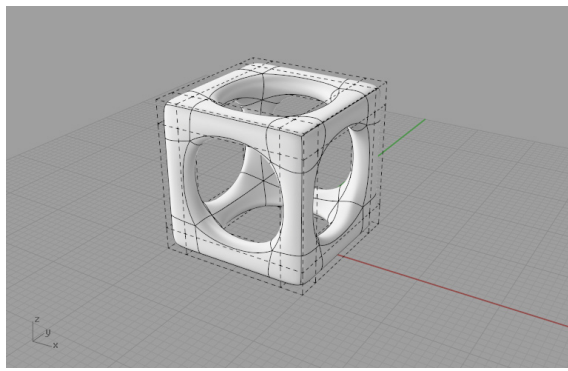
## Создание T-splines по линиям

Команда **tsFromLines** позволяет делать сложные поверхности с предсказуемыми результатами. Её можно использовать, чтобы создавать пользовательские примитивы, которые ближе к требуемой заключительной форме, чем примитивы по умолчанию. Возможно генерировать закрытую или открытую поверхность, прямоугольную или нет, с дырами, складками, или другими видами различной топологии.

Команда **tsFromLines** лучше всего понятна как часть общего процесса создания поверхности T-spline из линий. У этого процесса есть три основных положения:

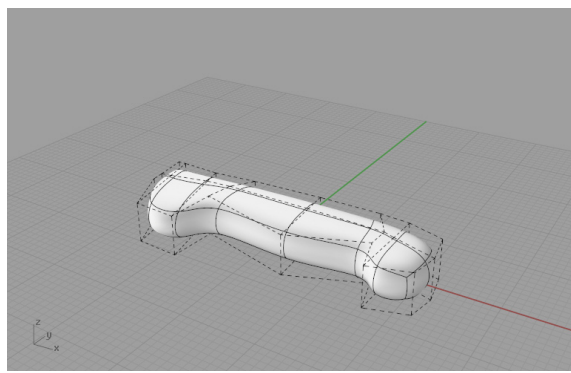
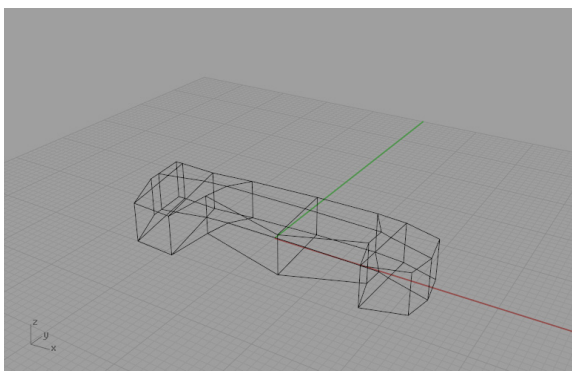
- a. Создание базового многоугольника.
- b. Правильное соединение краев многоугольника.
- c. Выполнение команды **tsFromLines**.

В этом разделе мы объясним этот процесс, используя 2-D многоугольник. Затем, мы покажем, как создать 3-D многоугольник, и наконец предложим некоторые подсказки по поиску и устранению неисправностей.

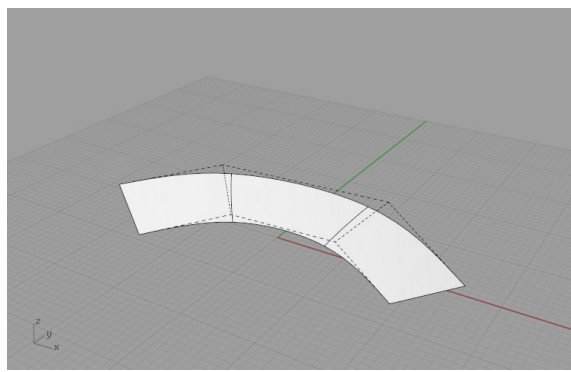
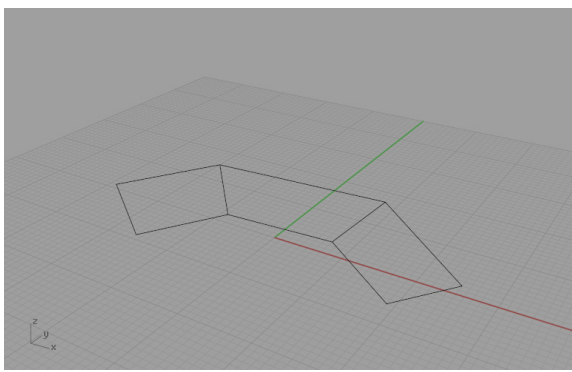
Простейшие формы с командой tsFromLines		
Тип поверхности	Контрольные линии многоугольника	Поверхность T-spline
Закрытая поверхность		
Закрытая поверхность с дырами		



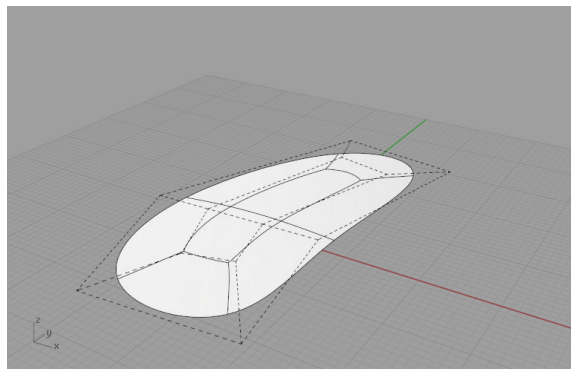
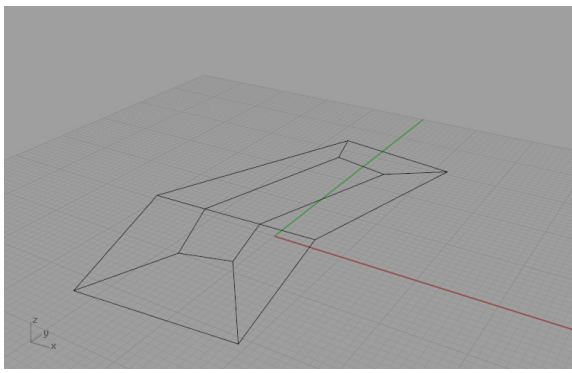
Закрытая  
поверхность



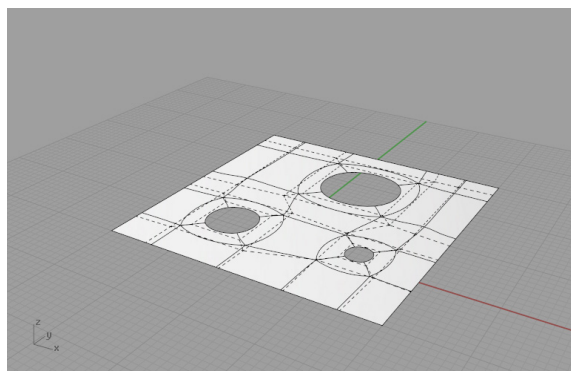
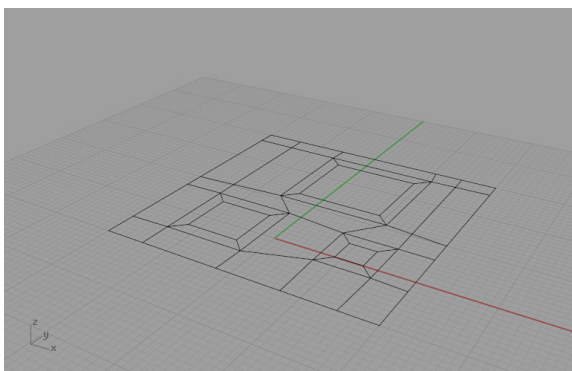
Открытая  
прямо-  
угольная  
поверхность



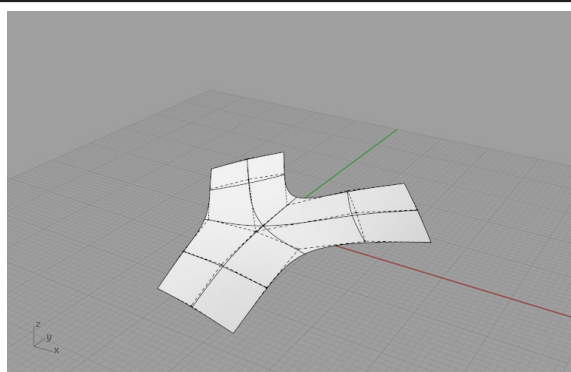
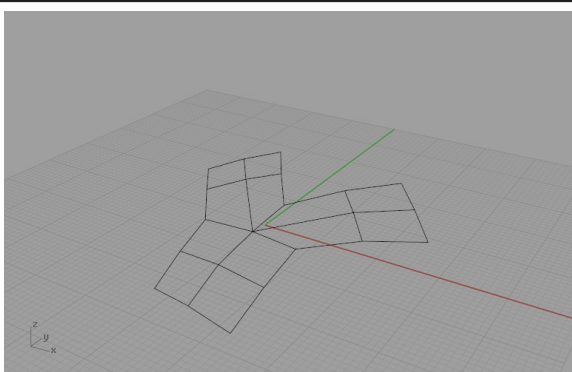
Непрямо-  
угольная  
поверхность



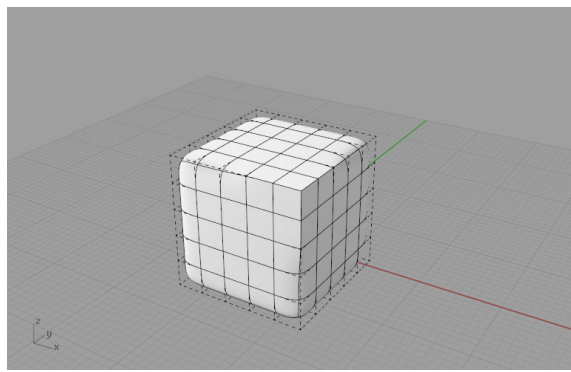
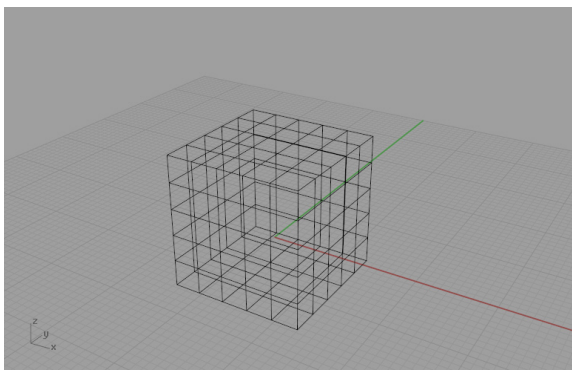
Открытая  
поверхность с  
дырами

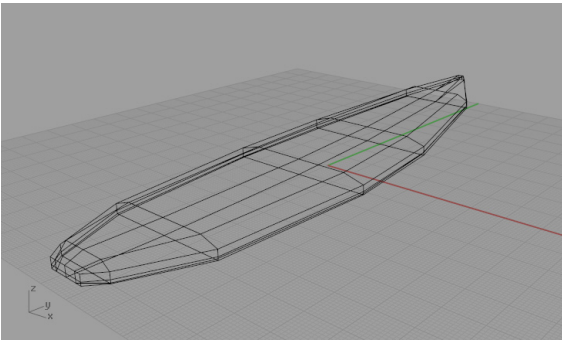
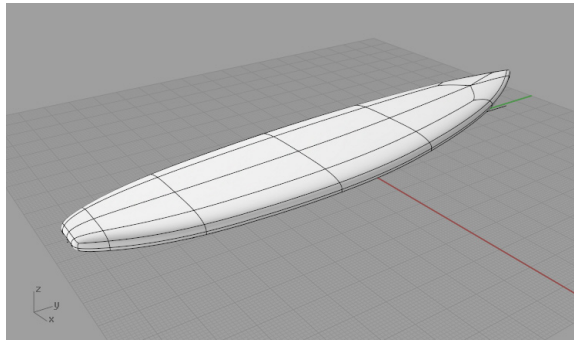
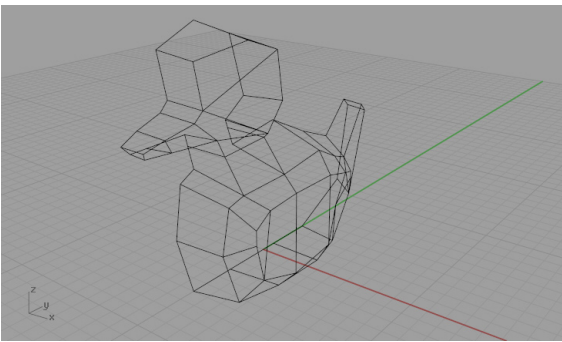
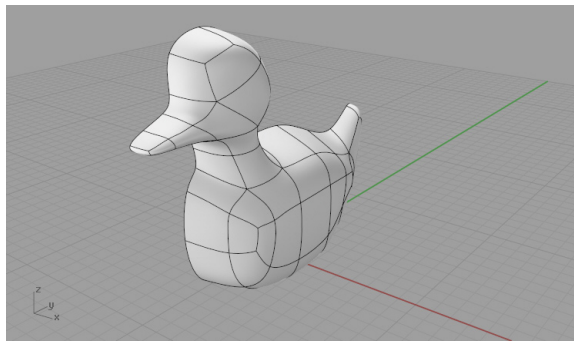
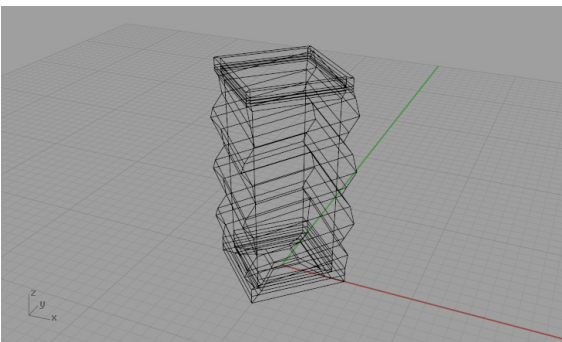
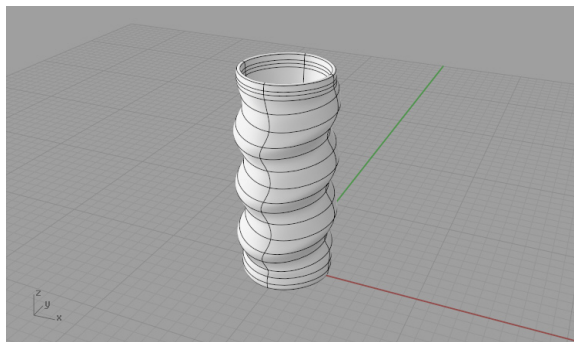


“У”  
образная  
открытая  
поверхность



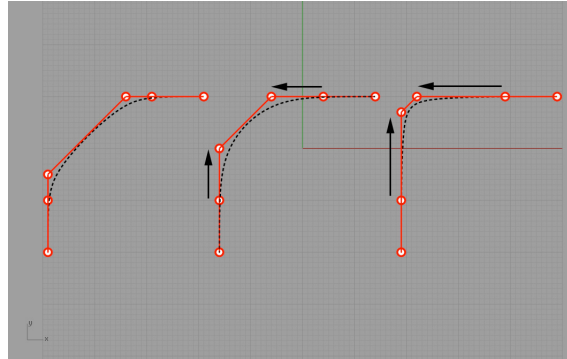
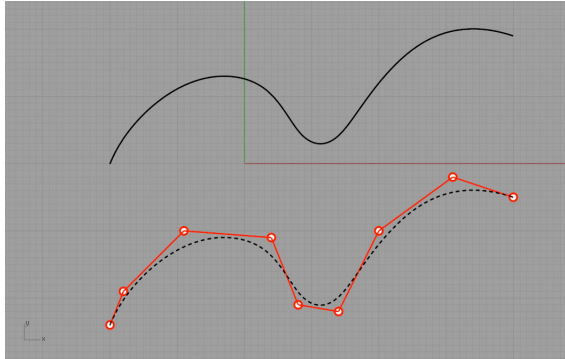
Закрытая  
поверхность  
со склад-  
кой в углу



<p>Закрытая поверхность</p>		
<p>Открытая поверхность</p>		
<p>Закрытая поверхность</p>		



## A. Создание базового многоугольника



Прежде чем использовать команду **tsFromLines**, вы должны создать сеть линейных сегментов, чтобы наметить вашу модель. Линейные сегменты станут базовой сеткой модели. Разметка линейных сегментов является самой важной частью процесса. Линейные сегменты можно создать командами Rhino.

Базовая кривая многоугольника работает точно так же, как базовая плоскость многоугольника. Если точки будут ближе, то и искривление будет более сложным.

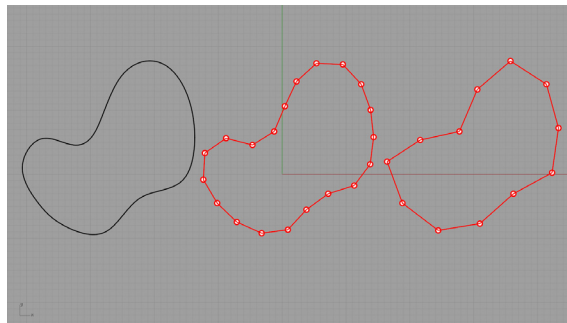
Базовая кривая многоугольника (слева). Контрольные точки, расположенные ближе друг к другу, задают более резкое искривление (справа).



Типичная поверхность базового многоугольника может быть разделена на две различные части: первичный и основной многоугольника: Обычно это первая часть конструкции, которая определяет основную схему формы. Попробуйте использовать, как можно меньше контрольных точек, потому что каждая точка должна будет соединена (смотри ниже).

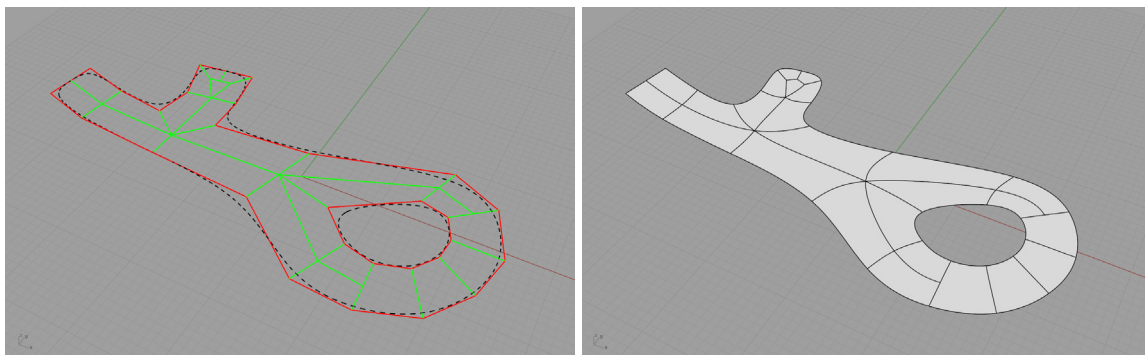
Один из способов создать первичный базовый многоугольник, это смоделировать кривую, а затем командой **ExtractControlPolygon** извлечь из неё основной многоугольник .

Базовый многоугольник (красный), извлеченный из кривых (черный).



Можно воспользоваться командой **Rebuild** с углом равным 1, и с фиксированным количеством контрольных точек.

Начальная кривая (слева), восстановленная с 20 контрольными точками (в середине), и 12 (справа).



**Соединения базового многоугольника:** Это - внутренняя часть базового многоугольника (на открытых поверхностях), которая определяет, как будет размечена поверхностная топология.

Важно понимать, как правильно разметить корректный базовый многоугольник, чтобы получить хорошую сглаженную поверхность.

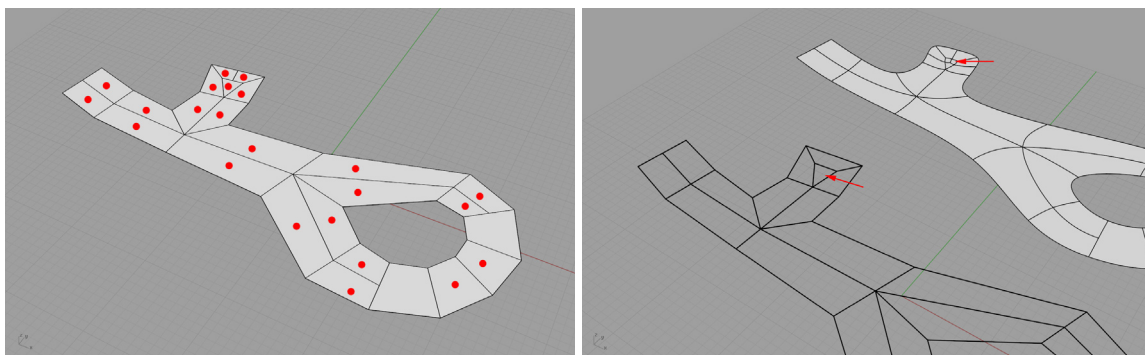
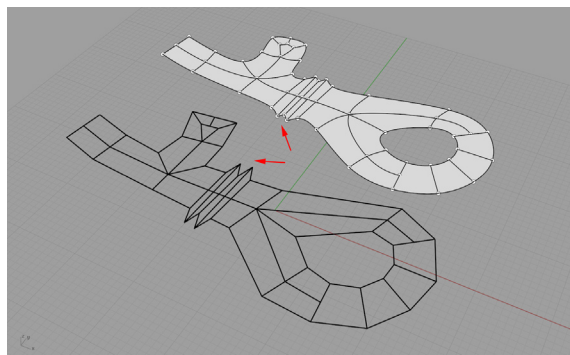
Зеленые линии конструкции, добавленные к базовому многоугольнику (слева) и результирующая поверхность T-spline (справа).

### В. Правильное соединение краёв базового многоугольника

Здесь важно правильно разметить хороший базовый многоугольник, используя команду **tsFromLines**. При создании базового многоугольника, необходимо внимательно, с методической точностью указывать количество линейных сегментов в каждой области, число линейных сегментов соприкасающихся в каждой вершине, количество граней каждой поверхности. Всё это значительно влияет на качество окончательной поверхности T-spline.

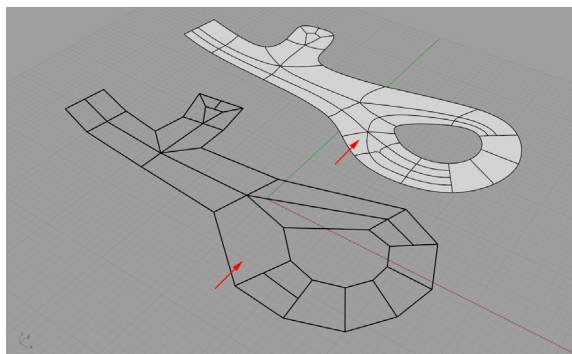
Основное правило состоит в том, чтобы иметь больше линейных сегментов в областях с наибольшей детализацией, потому что каждое пересечение линейных сегментов генерирует одну контрольную точку.

Пример области базового многоугольника с большим количеством сегментов и результирующей поверхностью T-spline.



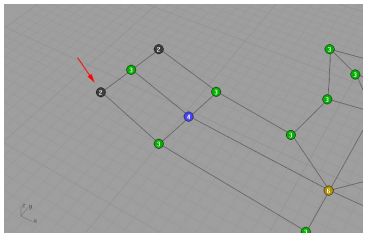
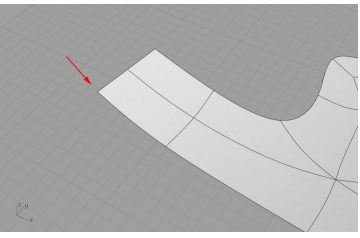
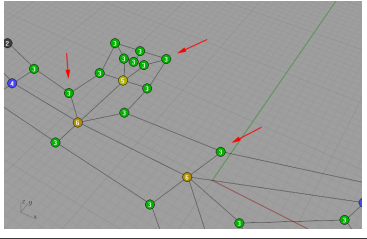
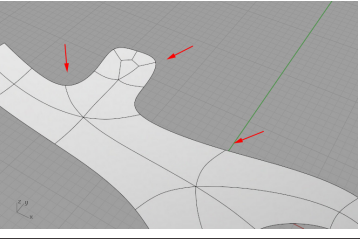
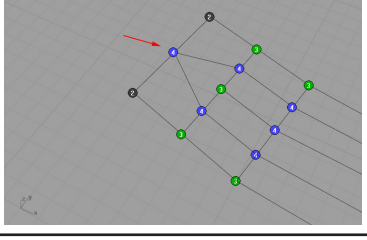
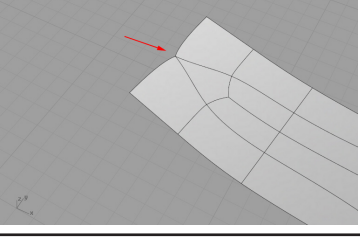
В идеале, у вас должны получаться линейные сегменты, образующие перпендикулярные четырёхсторонние области. Области с 3, 5, или с большим количеством краёв будут автоматически преобразованы в многоугольные Subdivision поверхности, что в конечном счёте, будет мешать управлять сглаживанием.

Пример базового многоугольника с 3-сторонним сегментом и результирующей поверхностью T-spline. Стрелочкой указана Subdivided поверхность, с звездообразной точкой.

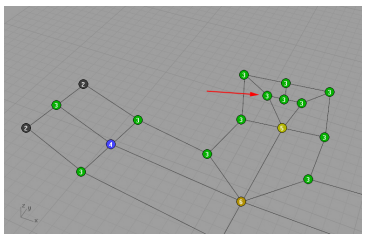
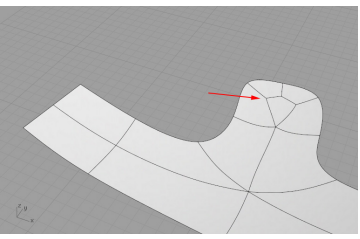
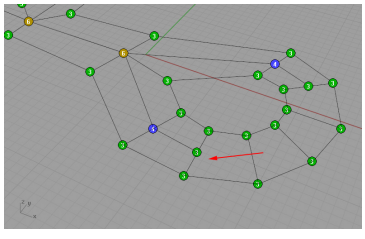
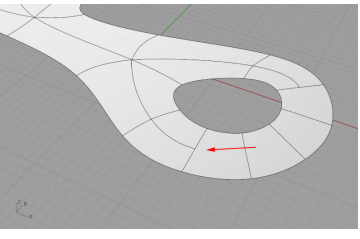
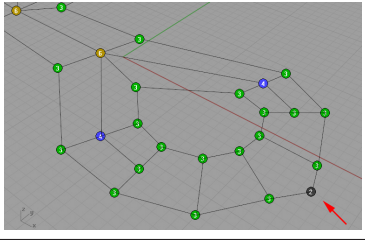
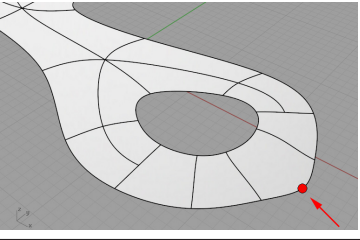
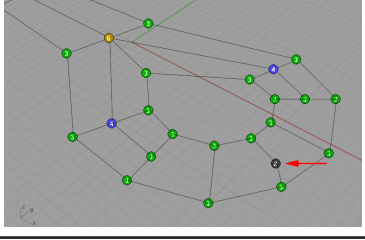
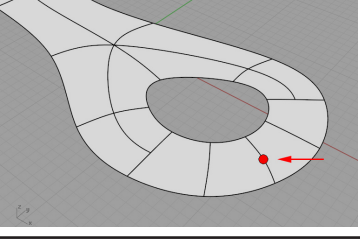
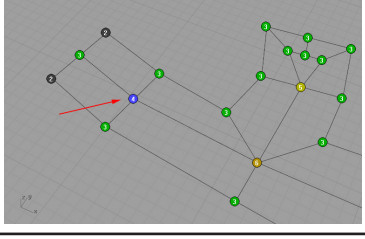
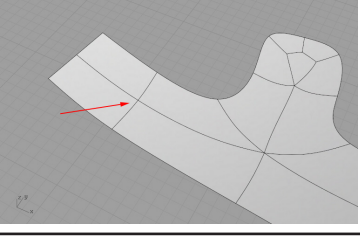


В идеале, только четыре линейных сегмента должны встречаться в каждой вершине. Наличие большего числа линейных сегментов, встречающихся в вершине, делает более трудным возможность сохранить поверхность гладкой. Вот несколько примеров различных типов вершин на поверхности.

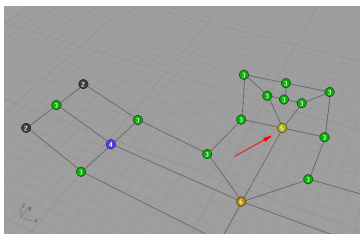
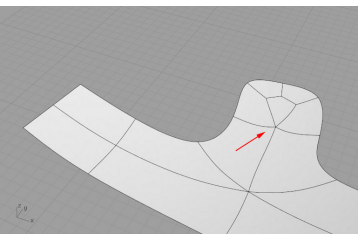
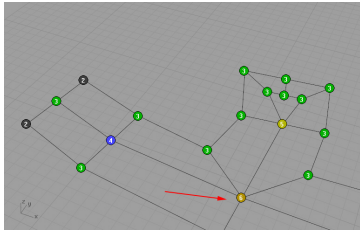
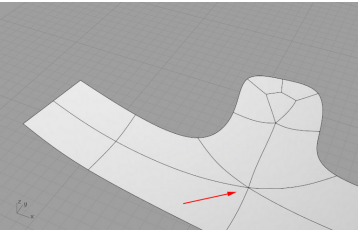
Пример базового многоугольника с 6-сторонней поверхностью и получающейся поверхностью T-spline. Стрелочкой указана поверхность Subdivided, образующая звездообразную точку.

Места пересечений	Количество пересечений	Тип пересечений	Базовый многоугольник	Поверхность T-Spline
Граница	2	Угловая точка		
Граница	3	Точка, сглаживающая угол		
Граница	4, 5, 6, и больше	Узловая точка		



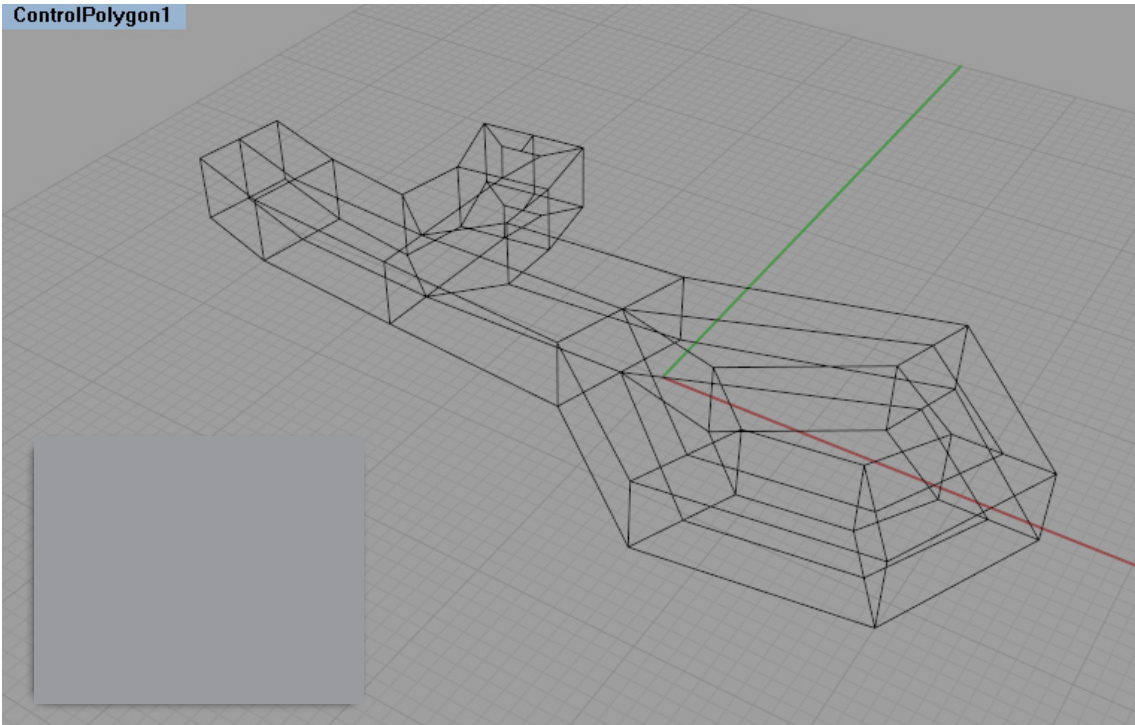
Внутри	3	Звездообразная точка (G1 сглаживание)		
Внутри	3	T-точка (C2 сглаживание)		
Граница	2	T-точка (C2 сглаживание)		
Внутри	2	T-точка (C2 сглаживание)		
Внутри	4	Обычная контрольная точка		



Внутри	5	Звездообразная точка (G1 сглаживание)		
Внутри	6, 7, 8...	Звездообразная точка (G1 сглаживание)		

Когда ваш базовый многоугольник будет верно размечен, выделите все кривые и разделите их на пересечениях, используя для этого команду **tsSplitCurves**. Теперь вы готовы создать поверхность!

ControlPolygon1

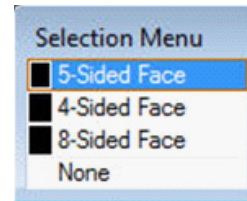


### С. Выполнение команды **tsFromLines**

Как только будет создана правильная сеть линейных сегментов, введите команду **tsFromLines**.

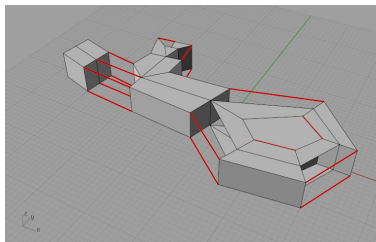


**Параметры командной строки** позволяют вам выбирать топологию поверхности объекта и вводить необходимые поправки, чтобы создать правильную поверхность. Необходимо понимать несколько важных параметров командной строки:

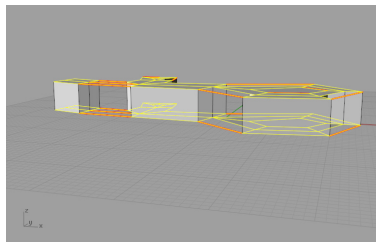


**ModificationType=Faces.** Позволяет вам включать и выключать отдельные грани на своей заключительной поверхности, которая дает возможность создать дыры. Щелкните по грани, чтобы выключить её, и команда автоматически соберет грани, чтобы предложить вам новый вариант. Чтобы включить грань, щелкните по её краю. Появится список вероятных граней, которые содержит этот край. Выберите требуемую грань!

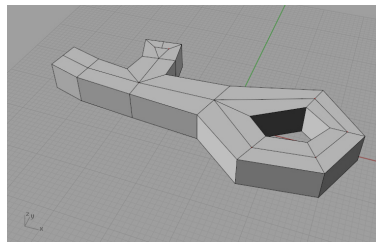
**ModificationType=Priority.** Позволяет вам быстрее приводить в порядок плоские области вашего базового многоугольника, и поможет облегчить и ускорить работу, если вы сделали свой базовый многоугольник вытеснением 2D многоугольника. Чтобы использовать эту команду, выделите ваш базовый многоугольник и нажмите **Enter**.



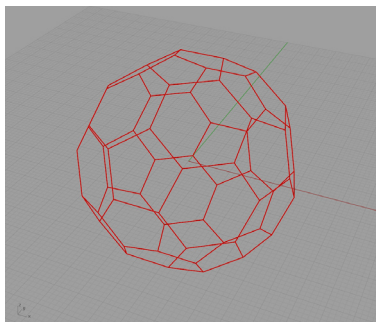
Начальная модель с недостающими гранями



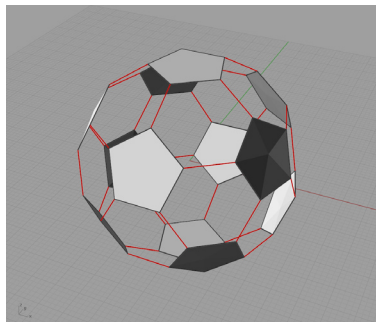
Вращение модели для выбора приоритетных граней



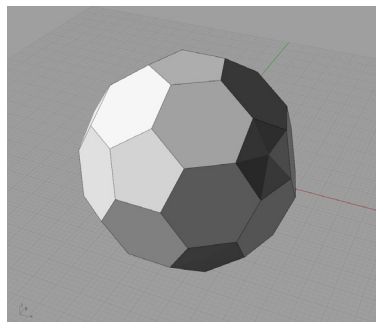
Модель после правильного выбора приоритетных граней



MaxAutoFace = 4. Здесь нет возможных граней с четырьмя и менее сторонами.

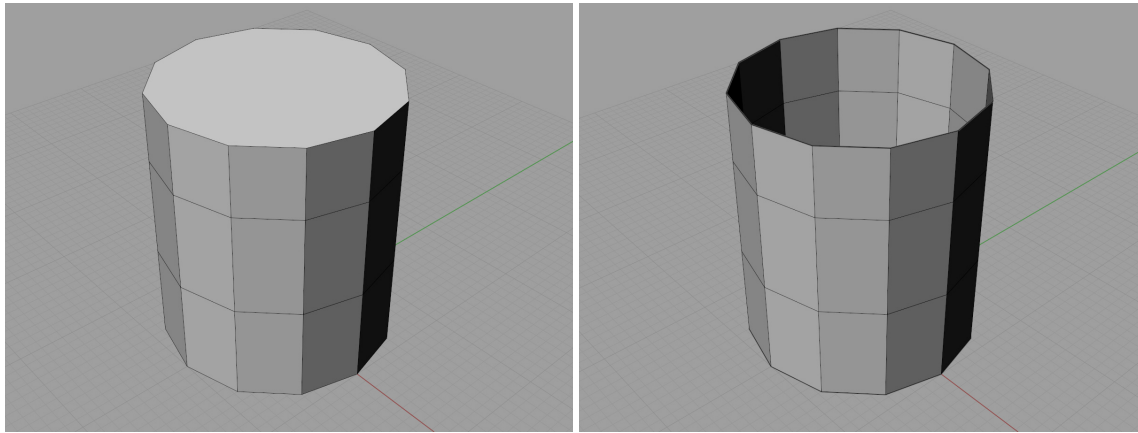


MaxAutoFace = 5. Все грани с пятью и менее сторонами автоматически включены.



MaxAutoFace = 6. Все грани с шестью и менее сторонами автоматически включены.

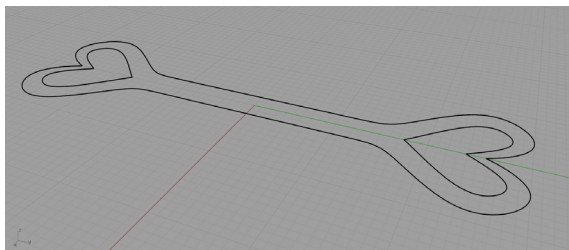
**MaxAutoFace** позволяет вам определять, какие грани будут автоматически включены. Это значение имеет отношение к тому, сколько сторон имеет каждая грань. По умолчанию, значение равно 4, это значит, что команда автоматически создаст максимальное возможное количество закрытых сегментов, у которых есть 4 стороны. Можно установить это значение выше, если в вашем базовом многоугольнике есть много 5-или 6-сторонних граней. Если вы не хотите, чтобы команда автоматически предполагала включение каких либо граней, установите 0.



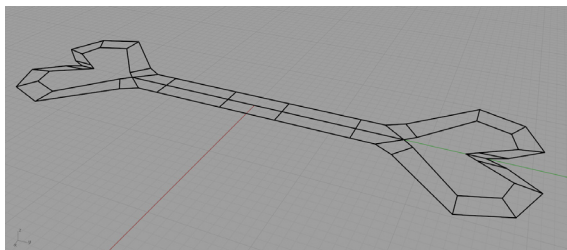
**MaxManualFace.** Часто, после щелчка по краю, чтобы включить необходимую грань, раскрывается длинный список возможных вариантов. Но вы можете сократить длину этого списка, используя опцию *MaxManualFace*. Например, если вы хотите видеть только варианты граней, имеющие 6 краев, установите эту опцию в 6.

**SimpleBorderLoops.** Эта опция позволяет команде обнаруживать, существуют ли цикличные сегменты, которые идут вдоль границы (то есть на нижней части цилиндра). Это значение по умолчанию включено. Вы можете его выключить, если не хотите генерировать подобные поверхности.

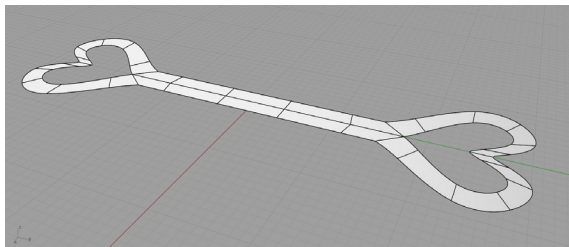
Простые цикличные границы, включено (слева), и выключено (справа)



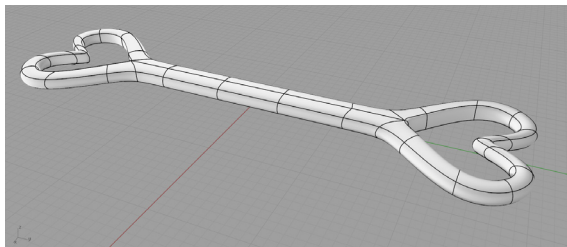
1. 2-D эскиз



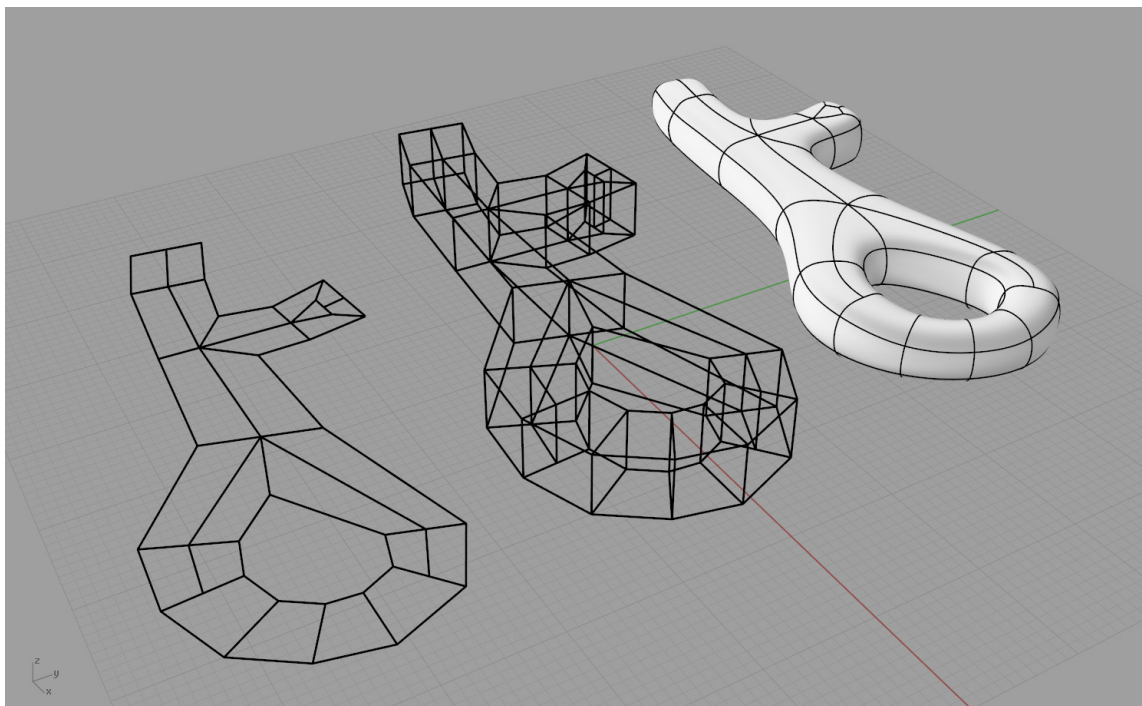
2. 2-D базовый многоугольник



3. 2-D T-spline от базового многоугольника



4. 3-D T-spline (утолщён)

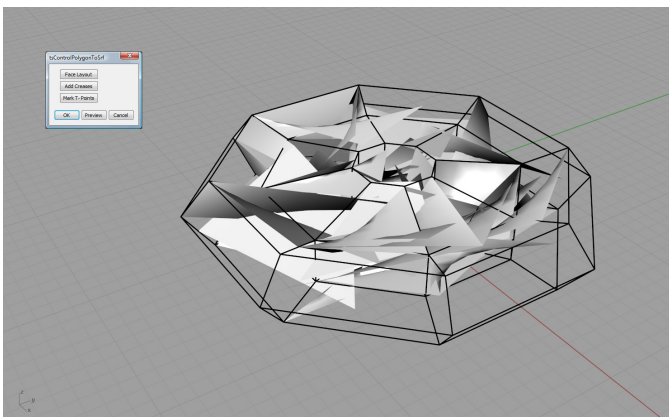


## Создание 3-D базового многоугольника

Применяя команду **tsFromLines**, для создания 3-D поверхности из единственного 2-D эскиза, сначала сделайте плоский базовый многоугольник, а уже затем используйте команду **tsThicken** (Утолщение), чтобы придать ему объём.

Другой способ: сначала создать плоский базовый многоугольник, а уже затем выдавить его. Используйте команду **tsExtrudeLines**, чтобы вытеснить экструзией плоский базовый 2-D многоугольник в базовый 3-D многоугольник.

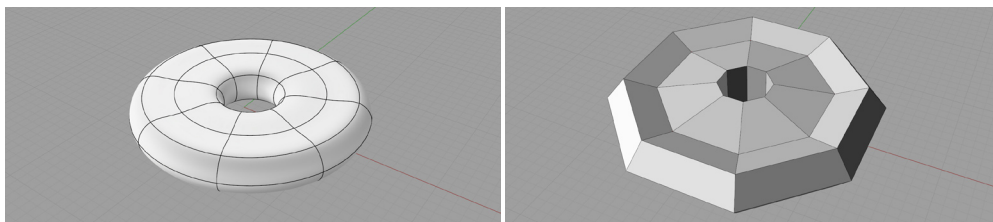
Базовый 2-D многоугольник (слева), базовый 3-D многоугольник (в центре) и поверхность T-Spline (справа).



## Поиск и устранение неисправностей

Если вы испытываете затруднения, генерируя поверхность, или если вы получаете замусоренную поверхность, когда используете опции **FaceLayout**, скорее всего ваши начальные линейные сегменты пересекаются не совсем точно. Есть два способа решить эту проблему. Конечно, можно заново перерисовать все ваши линейные сегменты, всякий раз вставляя точку в каждом пересечении. Но лучше, воспользоваться командой **tsSplitCurves**, чтобы разделить существующие линейные сегменты. После того, как они будут разделены, пересечения можно распознать командой **tsFromLines**.

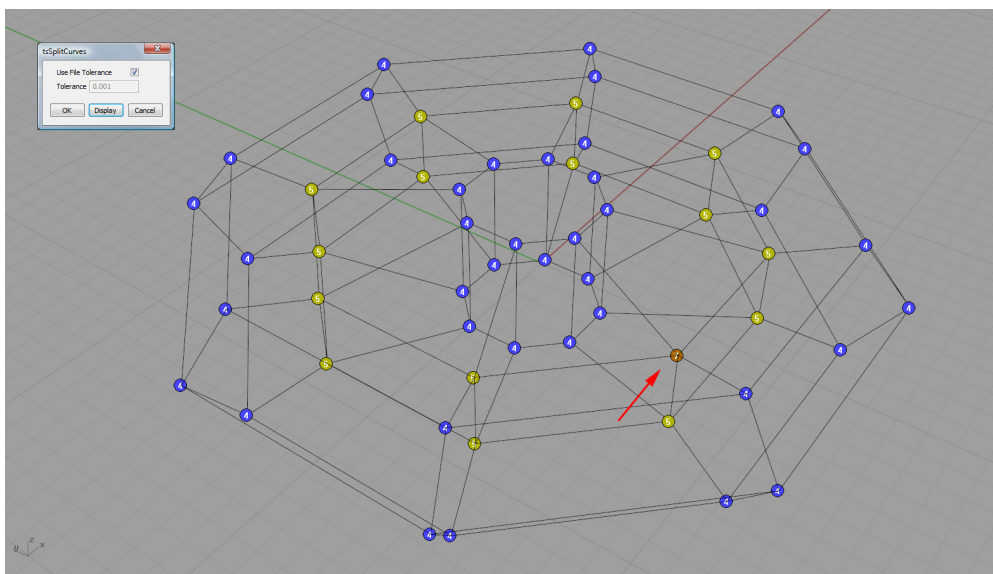
Пример замусоренной поверхности



Пример корректного расположения сегментов (слева) и соответствующая поверхность T-Spline (справа)

## Команды, позволяющие выявить и устранить ошибки

- A.** Командой **Ungroup** разгруппируйте ваши линейные сегменты. Иногда линейные сегменты сгруппированы инструментом, генерирующим кривые.
- B.** Командой **Explode** разделите сегменты. Разделение ломаных линий на отдельные сегменты, может стать хорошим способом избежать неожиданных пересечений.
- C.** Командой **tsSplitCurves** разделите линейные сегменты. Используйте эту команду, чтобы разделить все сегменты в точках их пересечений.
- D.** Командой **SelDup** выделите дубли линейных сегментов и удалите их. Иногда, при попытке сделать поверхность, дубли создают проблемы. Кроме того, вручную проверьте отрезки прямых, подобные дублирам.
- E.** Командой **SelBadObjects** выделите повреждённые отрезки и удалите их. Иногда крошечные отрезки прямых линий, полученные в результате неверного деления, генерируют странные пересечения, которые могут давать сбой инструмента.
- F.** Командой **SetShortCrv** выберите короткие обрезки линий и удалите их.
- G.** И в заключение: всегда полезно убедиться, что все входные сегменты линий корректны. Используйте для этого команду **tsSplitCurves**.

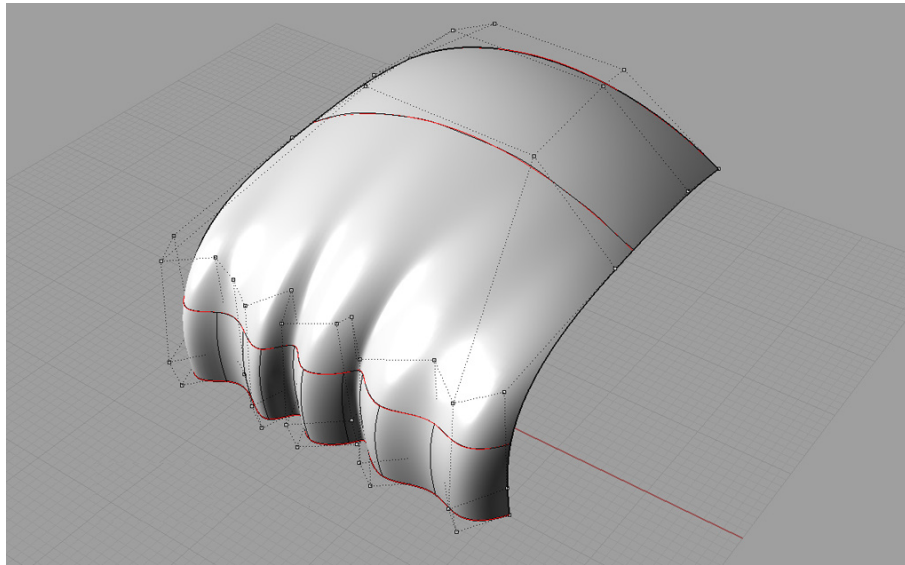


Окшко tsSplitCurves.

Пример неправильно идентифицированного пересечения (эта точка должна быть "5", а не "7").



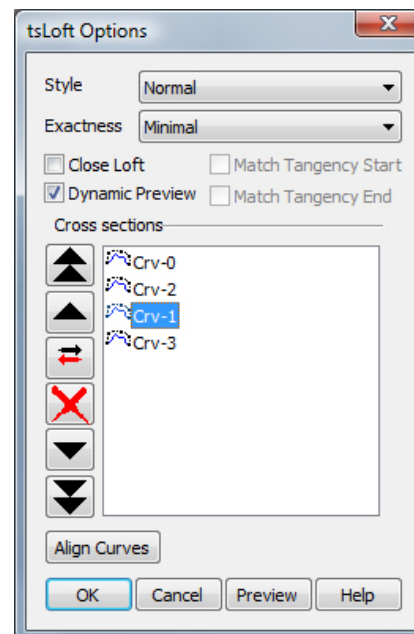
## Команда **tsLoft**.



### Использование инструмента **Lofting** для создания **T-splines**.

Применение команды **tsLoft** может быть очень полезно для создания поверхностей, содержащих переменное количество деталей, из-за особой необходимости включать Т-точки (частичные линии контрольных точек). Это позволяет сохранять контрольные точки в областях, где они необходимы и могут понадобиться для более быстрого редактирования. Число контрольных точек в T-spline лофт поверхности определяется каждой конкретной кривой.

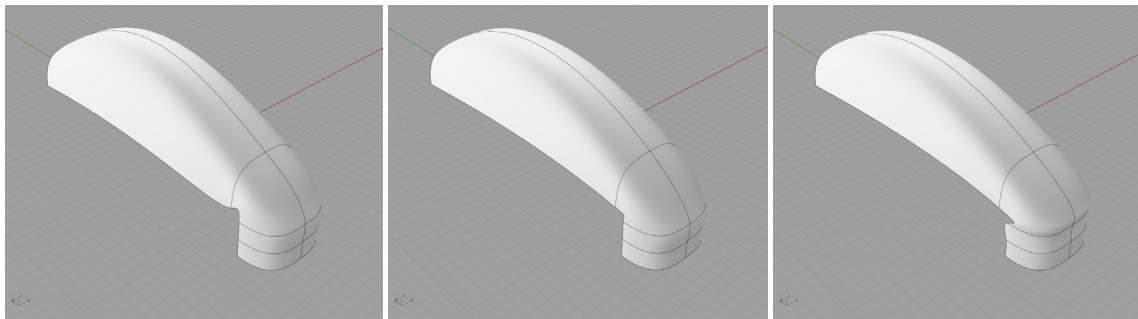
Пример T-spline лофт поверхности.



При использовании команды **tsLoft**, выбирайте кривые в том порядке, в котором они должны располагаться на поверхности. После того, как вы нажмёте клавишу **Enter**, появится окно опций команды **lofting**, где вы можете выбрать необходимый алгоритм построения кривой. Как только вы будете удовлетворены результатом предварительного просмотра, снова нажмните **Enter**, чтобы выполнить лофтинг. Согласно выбранному алгоритму, кривые лофтинга сгенерируют новую поверхность T-spline.

**Опции:** (те же самые, что и для команды **Loft** Rhino)

Окно опций **tsLoft**



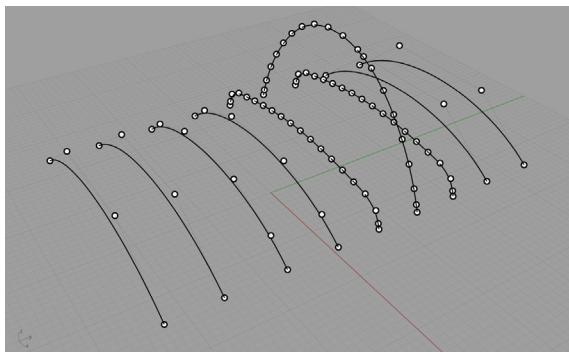
Пример поверхности lofted с Normal (слева), Tight (в центре), Uniform (справа).

## Опция LoftStyle

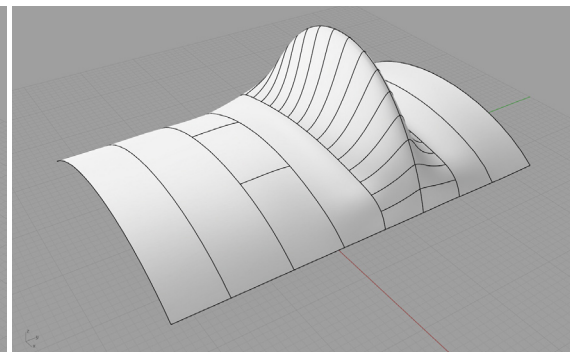
*Normal* (нормально): У поверхности есть “нормальное” количество протяжений между кривыми. Это хороший выбор, если кривые продолжают в относительно прямом пути или имеется достаточно большое пространство между кривыми.

*Tight* (сложно): Поверхности находятся достаточно близко к исходным кривым. Это хороший выбор, если входные кривые огибают угол.

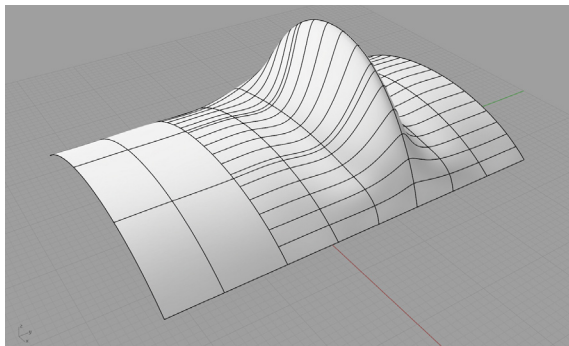
*Uniform* (универсальная форма): Гарантирует, что каждая контрольная точка влияет на поверхность вдоль всего пути, независимо от того на сколько тщательно отредактирована поверхность.



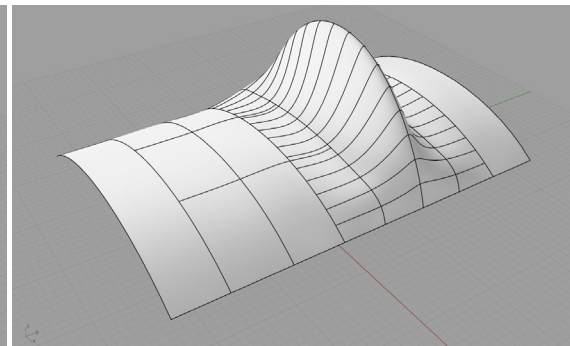
Входные кривые, по которым пройдет лофтинг



Minimal :Минимальный лофт (немного контрольных точек)



Exact: Точный лофт (много контрольных точек)



Moderate: Умеренный лофт (больше контрольных точек)

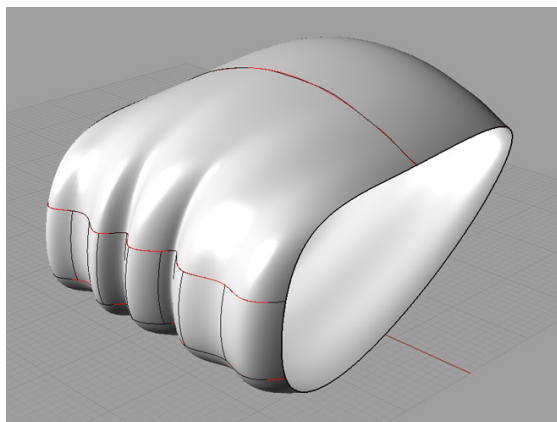
## Опция Loft exactness

Определяет, насколько точно поверхность соответствует кривым.

*Minimal*: Минимальные лофтинг не гарантирует, что поверхность пройдет через все кривые, но зато у каждой строки контрольных точек будет то же самое количество точек, что и у входных кривых.

*Exact*: Точный лофтинг пройдет через все кривые, но будет иметь больше контрольных точек, чем минимальный лофтинг.

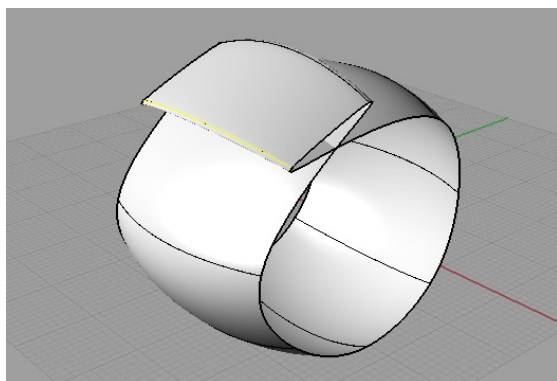
*Moderate*: Умеренный лофтинг создаёт поверхность с меньшим количеством контрольных точек, чем точный, но с более сложным определением поверхности, чем минимальный.



### Опция Close loft

Создаёт закрытую поверхность, протягивая поверхность мимо последней кривой и далее, замыкаясь на первой кривой. Доступна, если вы выбрали, по крайней мере три кривые.

Пример закрытого лофта



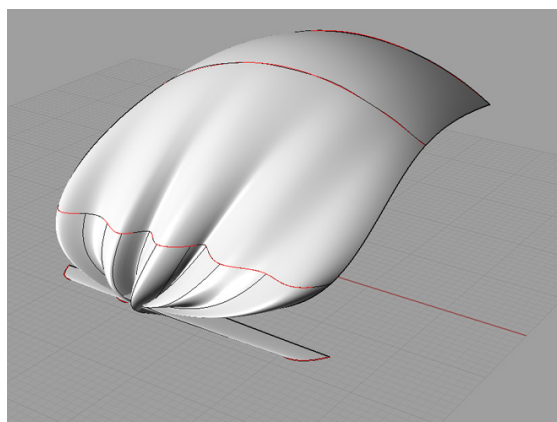
### Опция Dynamic preview

В процессе настраивания, включает предварительный просмотр в реальном времени.

### Опция Cross sections

В окне опций команды **tsLoft** есть окошко для того, чтобы упорядочить кривые. Выбор и перемещение вверх и вниз стрелками изменяет порядок кривых. Щёлкая по поперечным сечениям можно выставить их в том порядке, в котором они должны появиться в лофтинге.

Пример неправильного порядка поперечного сечения



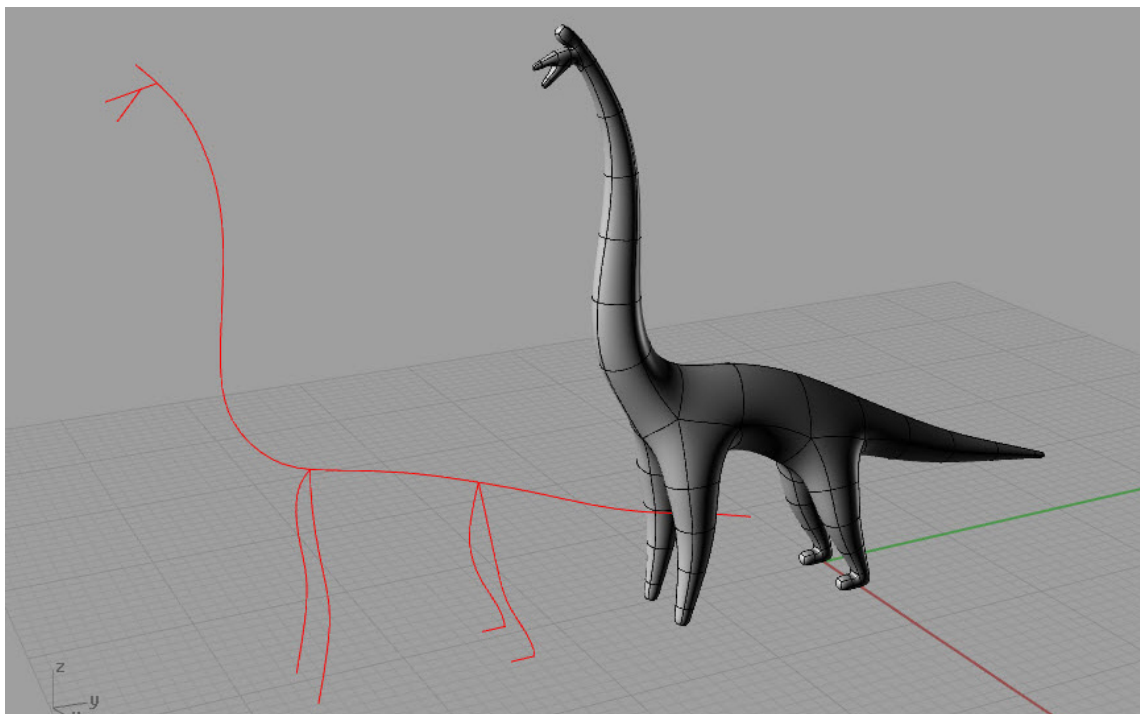
### Опция Align Curves

Щёлкните по концу кривой, чтобы инвертировать ориентацию лофтинга. Эта опция идентична команде **Flat Rhino**.

Пример неправильной ориентации одной из кривых

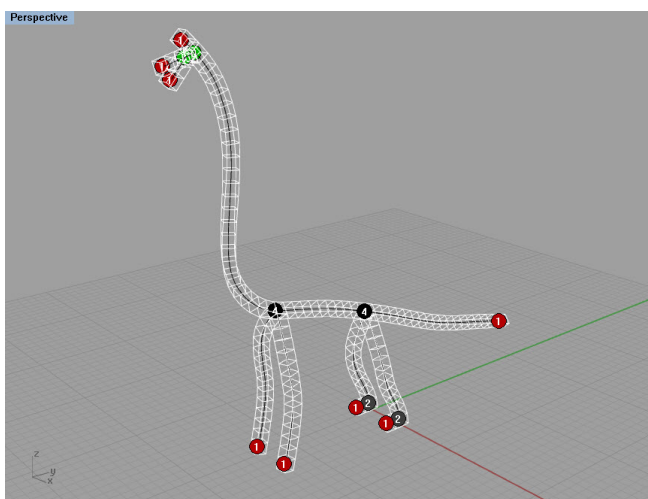


## Создание трубчатой поверхности T-Splines.



Команда **tsPipe** позволяет создавать закрытую трубчатую поверхность вокруг разветвлённого каркаса из входных кривых, используя их в качестве центральной линии. Каждое пересечение трубчатых сегментов образует гладкие переходы на поверхности.

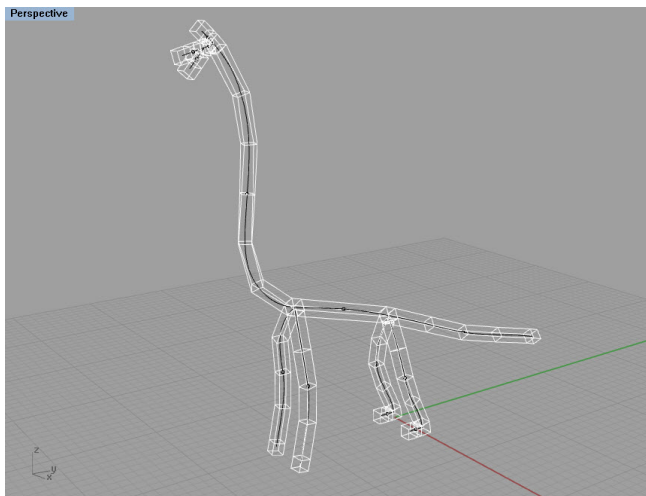
Входные кривые (красные) и получающаяся трубчатая поверхность.



## Опции командной строки.

**CurveSplitting:** Определяет, какой допуск имеют условно пересекающиеся кривые, образующие каркас. По умолчанию это значение равно 0,001, но вы можете изменить это значение на более удобное вам. В кружочках наглядно показано, сколько кривых пересекается в пределах данного допуска.

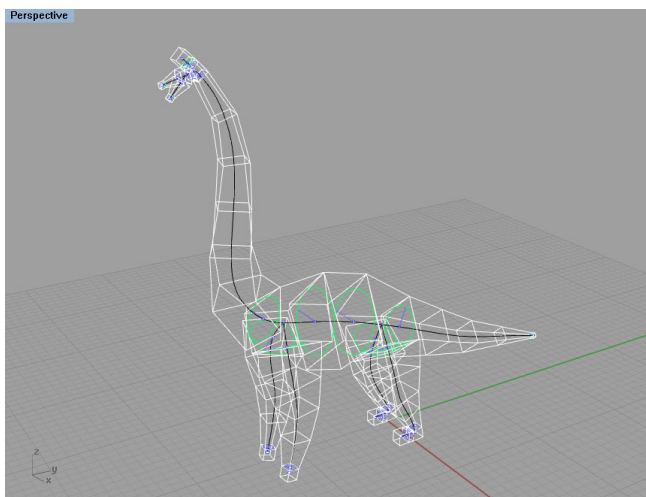




**Joints:** Эта опция позволяет вам устанавливать различные типы соединений на пересечениях кривых. Вы можете импортировать пользовательские соединения.

**Segments:** Позволяет вам назначать необходимое количество сегментов (поперечных граней), которые будут создаваться в каждой секции трубчатой поверхности.

Пример с различным количеством сегментов в секциях трубки.



**AddHandle:** Эта опция добавляет новые управляющие точки к кривым, образующим каркас. Каждая точка образует узел, в котором вы можете изменить радиус или количество сегментов.

**RemoveHandle:** Удаляет управляющие точки.

**Radius:** Устанавливает глобальный радиус для всей трубчатой поверхности. Но вы можете создавать переменные радиусы, щелкая по внешней окружности управляющих узлов. Синие окружности имеют глобальный радиус, установленный по умолчанию. А зелёные окружности имеют пользовательский переменный радиус.

Пример с различным радиусом на управляющих узлах.

---

**DeformJoints:** Изгибает соединения, таким образом, они будут лучше соответствовать кривым, образующих каркас.

**Preview:** Включает грубый предварительный просмотр (кубический режим T-Splines) трубчатой поверхности.

**OutputType:** Опция, позволяющая переключаться между кубическим и сглаженным режимами T-Splines.

### Другие опции команды tsPipe:

**History aware:** команда, которая работает с историей Rhino. После того, как вы создадите трубчатую поверхность T-spline, вы можете управлять поверхностью, путём перемещения входных кривых и контрольных точек на этих кривых. Это мощная опция, поскольку вы можете изменять входные кривые, чтобы добраться больше или меньше контрольных точек, и даже отсоединить или приложить кривые, и поверхность T-Spline будет обновлена. Поскольку вы перемещаете только кривые, то соединения обновятся автоматически, если новый угол будет более подходящим для различного объединенного типа (то есть изменяющийся от T-соединения до Y-соединения).

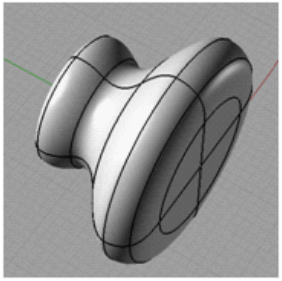
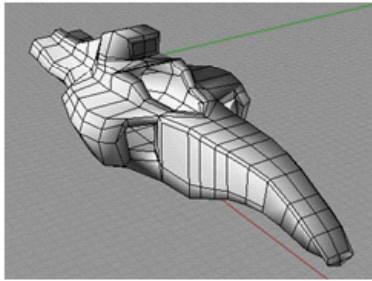
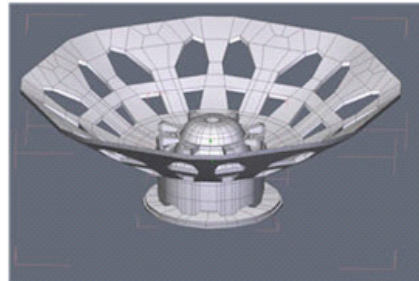
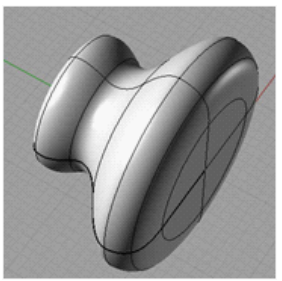
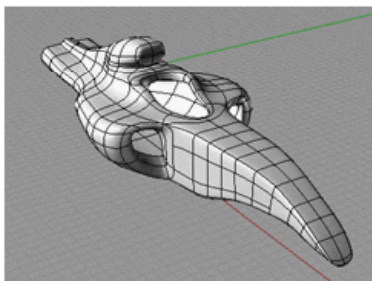
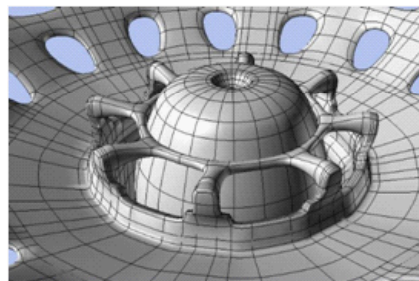
**Возвращение в команду.** Как только вы создали объект трубчатой поверхности, то можете повторно ввести команду и выбрать ваш объект заново. Вы заметите, что все опции команды сохранены. Даже если вы сделали много пользовательских радиусов на управляющих узлах или другие тонкие настройки, те будут сохранены.

## 7. Преобразование MESH и NURBS в T-splines



### Команда tsConvert

Для преобразования необрезанных поверхностей NURBS, Mesh Rhino, и .obj файлов в T-spline, воспользуйтесь рабочей кнопкой **Convert to T-spline** или наберите в командной строке команду **tsConvert**.

Из NURBS поверхности	Из Rhino MESH поверхности	Из .obj формата
		
		
	Предоставлено: Ricardo Amaral	Предоставлено: al2000

### Преобразование из NURBS в T-splines

Любую необрезанную поверхность NURBS, имеющую 3 угла, можно преобразовать в T-spline без искажений.

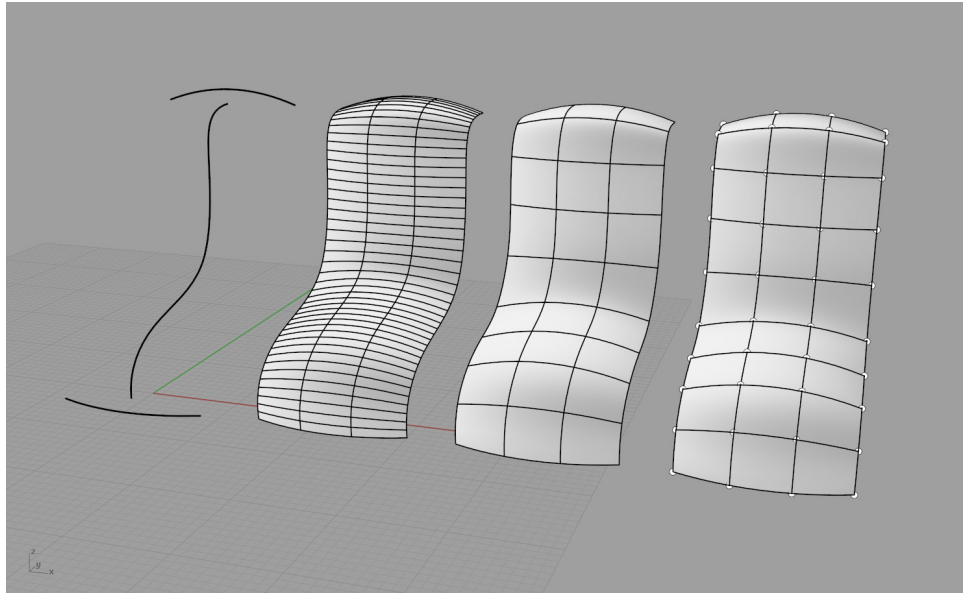
Поверхность NURBS, с 4 углами или больше, также можно преобразовать в T-Splines, но в процессе преобразования она будет восстановлена до 3 углов.

Поверхности NURBS, с 1 или 2 углами, также можно преобразовать в T-Splines. В настройках T-Splines есть опция **Rebuild when increasing degree**, для преобразования 1 или 2 углов NURBS в T-Splines. Если эта опция будет задействована, то восстановленная поверхность, может немного изменить свою геометрию. Если же эта опция не будет задействована, то поверхность получится с увеличенным количеством углов. Это гарантирует, что форма поверхности не изменится; однако, появятся дополнительные контрольные точки в модели, которые будут мешать управлять сглаживанием T-spline.

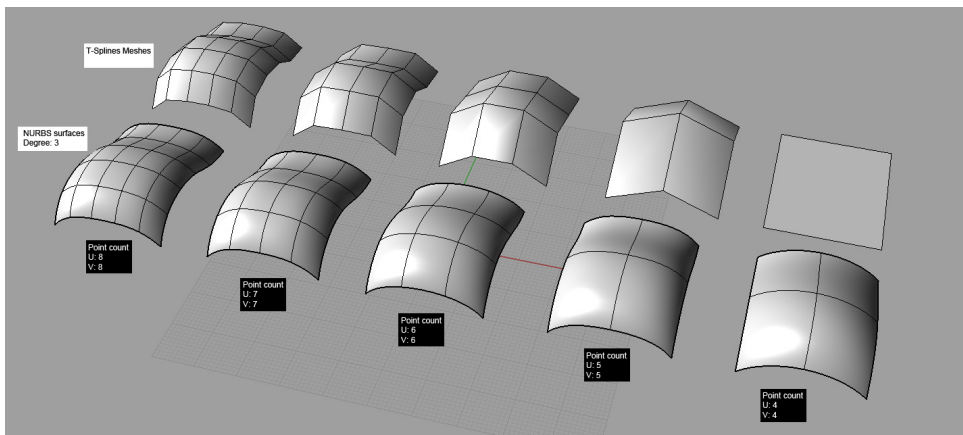
## Советы относительно преобразования NURBS в T-Splines:

Вот несколько полезных советов, если вы создаёте поверхность NURBS в Rhino с намерением затем преобразовать её в T-splines:

1. Для описания формы, старайтесь использовать минимальное количество контрольных точек. Если необходимо, восстановите свою поверхность NURBS командой **Rebuild**. Причина, почему вам понадобилось преобразовать NURBS в T-spline, состоит в том, чтобы более тщательно отредактировать вашу поверхность, а это проще сделать с меньшим количеством контрольных точек.

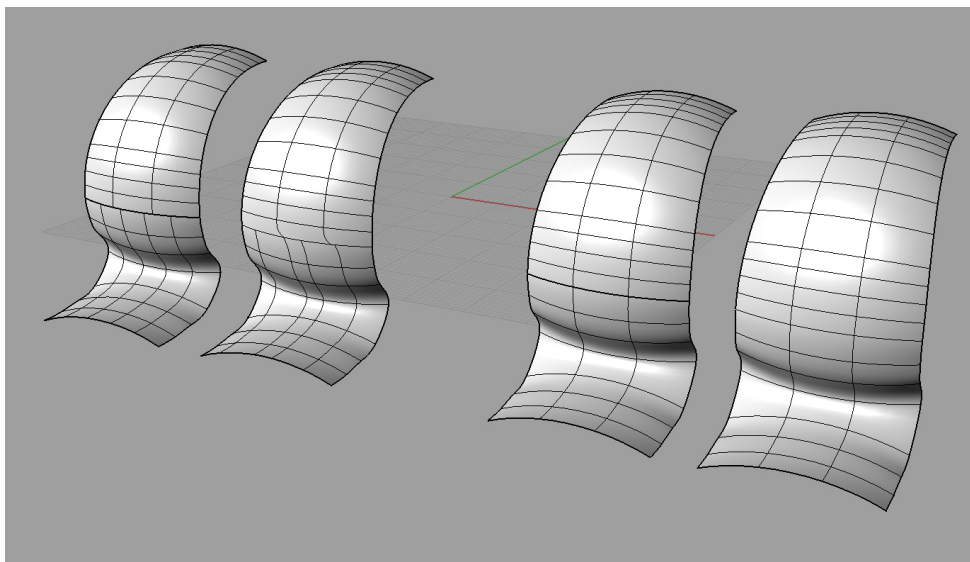


Экстремальное сокращение контрольных точек, не изменяя форму. Слева направо: Входные кривые; протягивание по 1 кривой (U:46 V:6 Общее количество контрольных точек: 276); Поверхность NURBS, восстановленная Rebuild (U:12 V:6 Общее количество точек: 72); Поверхность, преобразованная в T-spline (U:12 V:6 Общее количество точек с скрытыми местами касания: 40).



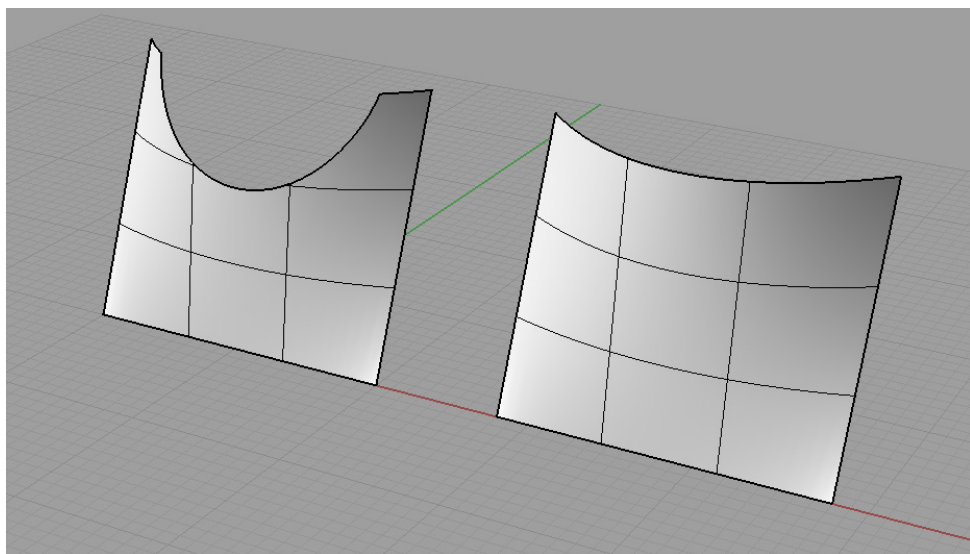
2. Если вы имеете поверхность T-spline, и желаете объединить NURBS с T-spline, то учтите, что NURBS имеет точки U/V, которых должно быть на две больше, чем число видимых точек T-spline.

Примеры NURBS с различным количеством контрольных точек и то, как каждая из них преобразована в T-splines (выведено на экран в кубическом режиме T-spline).



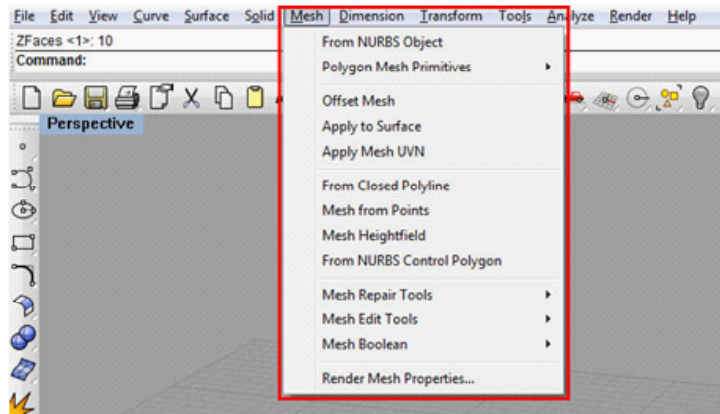
3. Если преобразование многоугольников включает необрезанную поверхность NURBS то, по возможности, постарайтесь иметь кривые, образующие ваши поверхности, выстроенными вдоль границ патча. T-splines автоматически объединит NURBS вместе. Даже если поверхности и не приведутся в порядок, то результирующая поверхность всё равно будет более управляемой.

Пример правильных (справа) и неправильных (слева) поверхностей.



4. Большинство поверхностей и завершенных моделей Rhino состоят из обрезанного NURBS. Обрезанный NURBS, преобразованный в T-splines, потеряет информацию об обрезке. Поэтому, обычно, преобразование законченной модели Rhino в T-Splines для дальнейшего редактирования не годится, хотя, будущие версии плагина T-Splines, возможно и будут поддерживать кривые обрезки. Однако, существует **возможность** для того, чтобы создать подобие обрезки в T-Splines.

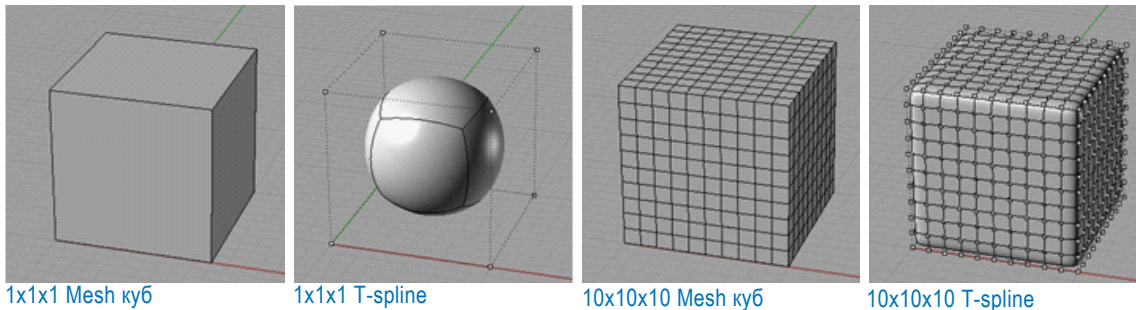
Обрезанная поверхность NURBS (слева).  
Поверхность преобразованная в T-Spline (справа).



## Преобразование из Rhino Meshs в T-splines

Rhino имеет ряд инструментов, находящихся в меню Mesh.

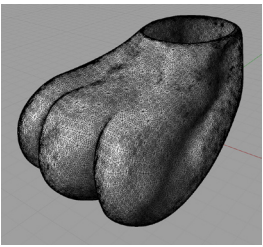
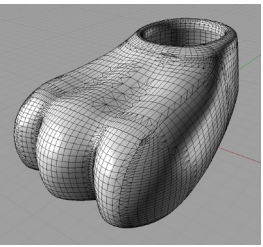
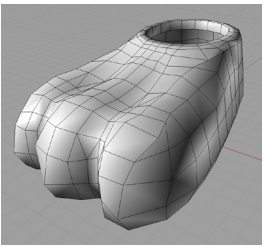
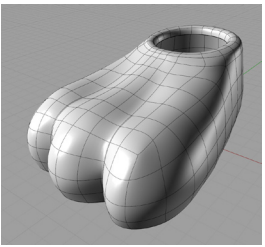
Используя эти инструменты, можно создавать и редактировать простые объекты Mesh. Эти объекты можно преобразовать в T-splines, используя команду **tsConvert**. Преобразовать Mesh в T-splines достаточно просто, поскольку каждая контрольная точка Mesh становится контрольной точкой Tspline. Поверхность T-spline не будет проходить через эти точки, но будет образовывать гладкую поверхность, полученную из точек. Чем больше контрольных точек имеет Mesh, тем более подробной будет поверхность T-Splines.



После преобразования, визуальных изменений не видно. Но в прикрепляемой панели режима редактирования, объект изменит своё значение с M на TM. Либо перевести объект в режим сглаживания, как на рисунке слева.

[Преобразование из Meshs в T-Splines](#)

### Различные типы MESH, встречающиеся в Rhino

			
.stl отсканированные файлы	Очень плотный Mesh	Неплотный Mesh	
Не пытайтесь напрямую преобразовать в T-splines	Даже и не пытайтесь преобразовать в T-splines	Этот тип Mesh, лучше всего преобразуется в T-splines.	Поверхность T-spline преобразована из малого числа Mesh.

Модели из проекта Animax

### Не пытайтесь преобразовывать .stl файлы в T-Splines:

Многие поверхности Mesh, импортированные в Rhino, являются или .stl файлами отсканированных объектов или Mesh, полученными из многоугольников при использовании команд Mesh. Они не очень хорошие кандидаты на преобразование в T-splines по двум веским причинам:

*Во-первых*, попытка преобразования может заставить Rhino исчерпать всю оперативную память компьютера. Поверхности T-spline требуют большего количества памяти чем поверхности Mesh. По сути, Mesh это элементарная поверхность, состоящая из точек в пространстве, соединенных с другими точками. T-splines же имеют более сложную структуру - каждая поверхность T-spline хранит достаточно информации, чтобы вычислить сглаженную версию самой себя, которая требует много оперативной памяти.

*Во-вторых*, если плотный Mesh всё же преобразовать в T-spline, то его будет очень трудно отредактировать. Практически невозможно сделать сглаженным плотный T-spline.

## Преобразование из .obj в T-splines

Модели, создаваемые в других пакетах программного обеспечения, таких как Maya, 3DS Max, modo, Lightwave, etc., и т.д. могут быть импортированы в Rhino как гладкая поверхность через T-Splines. Только сначала импортируйте mesh в Rhino и затем выполняйте команду **tsConvert**, затем выполните команду **tsSmoothToggle**, чтобы вывести на экран как гладкую поверхность.

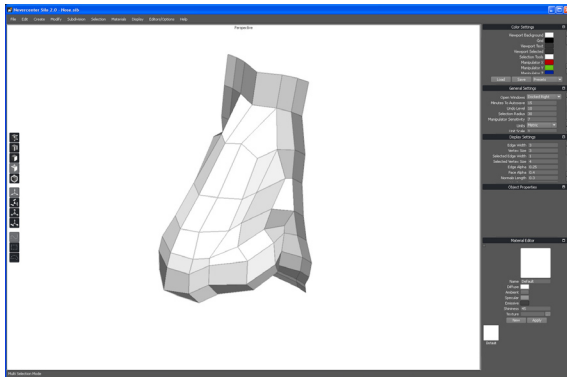
Практически каждая программа 3D моделирования subdivided (разделённых) поверхностей имеет свои собственные методы создавать складки. Так как методы являются уникальными, то это ограничивает совместимость и мешает вводить subdivision поверхности со складками в T-splines и получать идентичную поверхность.

Кроме того, экспортируя модели с subdivision поверхностью, удостоверьтесь, что вы экспортируете основной Mesh, с самым низким качеством.

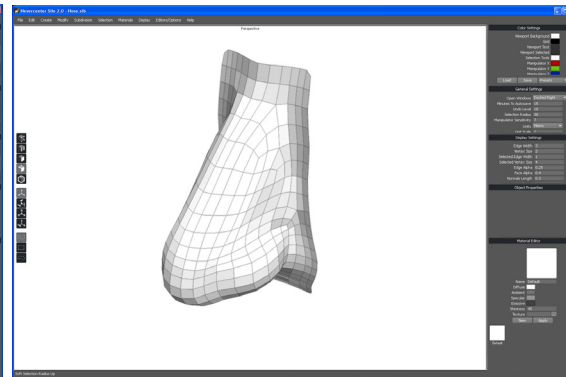
T-Splines сгладит модель автоматически. Кроме того, старайтесь экспортировать доминирующие четверки Mesh, с насколько возможно меньшим количеством треугольников.

Например; рассмотрим две поверхности T-spline. Одна поверхность преобразована из модели с малым количеством треугольников; другая преобразована из более плотной модели. Конечно же, легче работать с моделью, имеющую меньше контрольных точек.

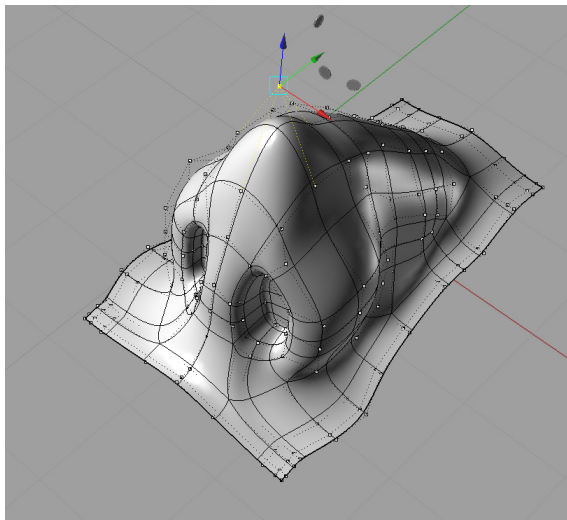
Но ничто не запрещает удалять лишние точки или грани с редактируемых участков модели.



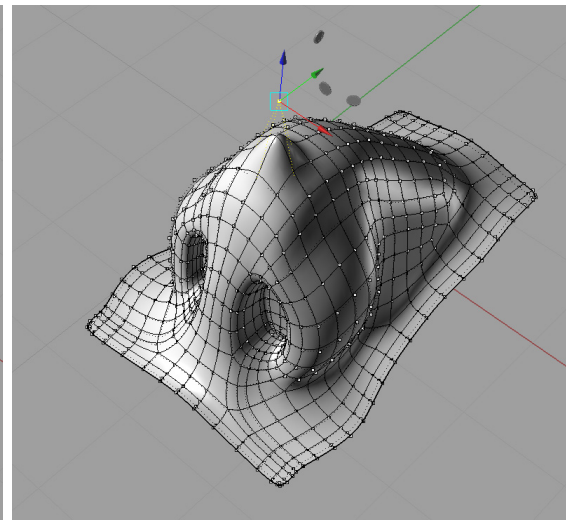
Модель с низким разрешением (или основой) mesh из subdivision поверхности.



Высокая плотность mesh.



Поверхность T-Spline преобразованная из простого mesh

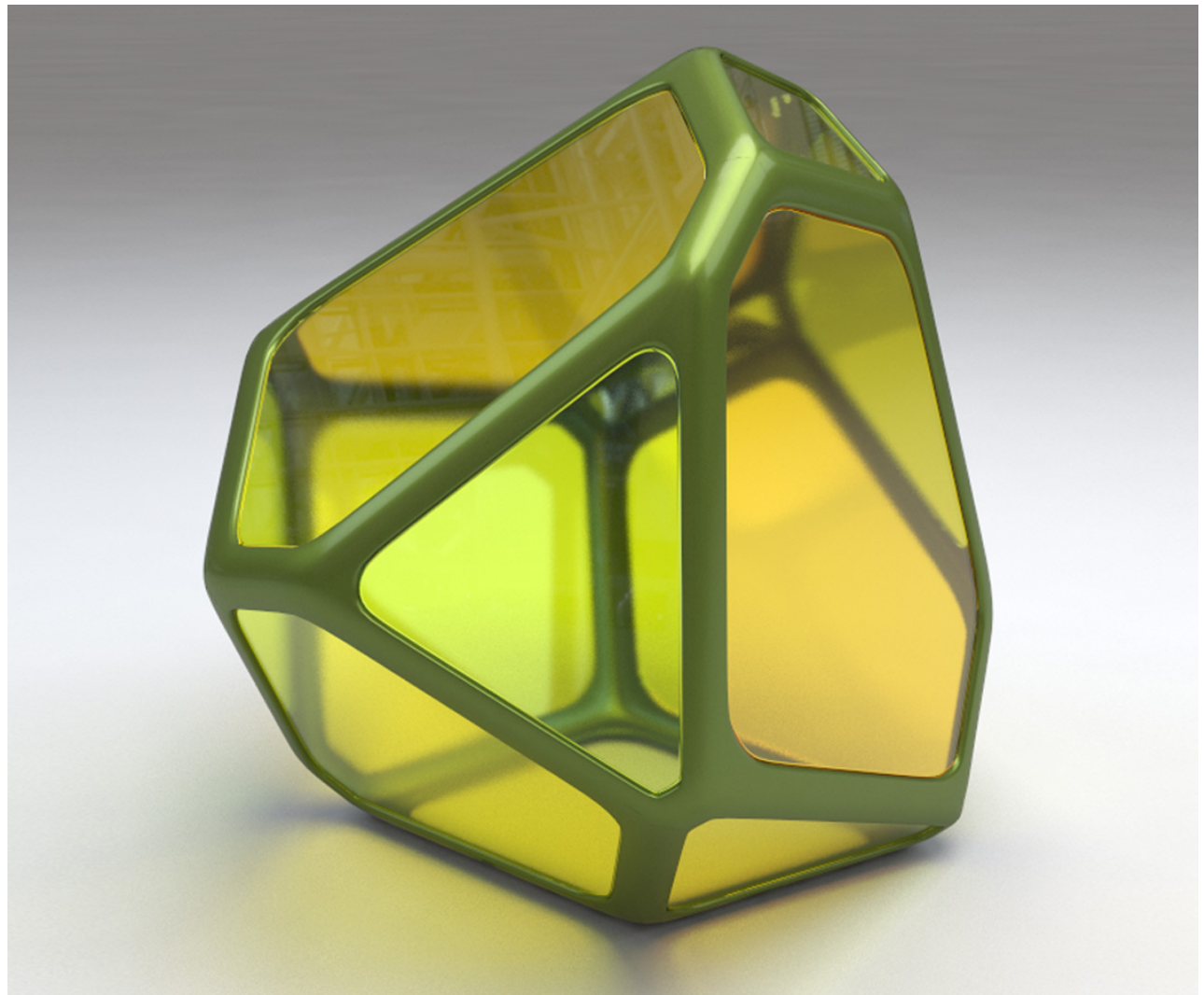


Поверхность T-Spline преобразованная из более плотного mesh. Сложнее редактировать.

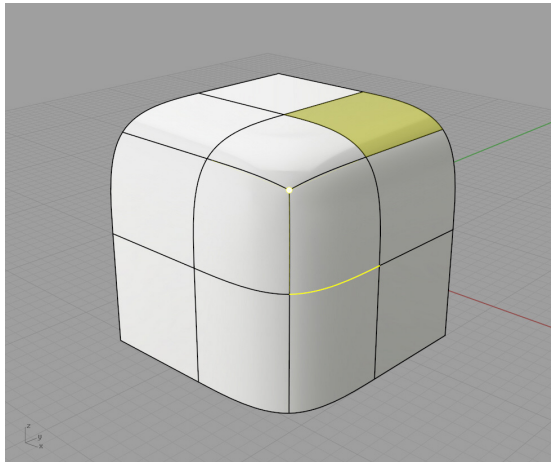
**Совет** Чтобы преобразовать большие subdivision поверхности в NURBS, следуйте следующей последовательности: Выберите mesh, затем выполните **tsConvert**. Модель тогда будет в кубическом режиме T-splines. Затем, выполните команду **tsConvertToRhinosurf**. В командной строке, выберите параметр **OutputType=Polysurf**. Затем выберите соответствующий параметр **StarContinuity** (вероятно, G1) и нажмите **Enter**. Это преобразует mesh непосредственно в NURBS, обходя T-Splines, что позволит вам преобразовывать самые большие mesh, какие возможны в NURBS.

---

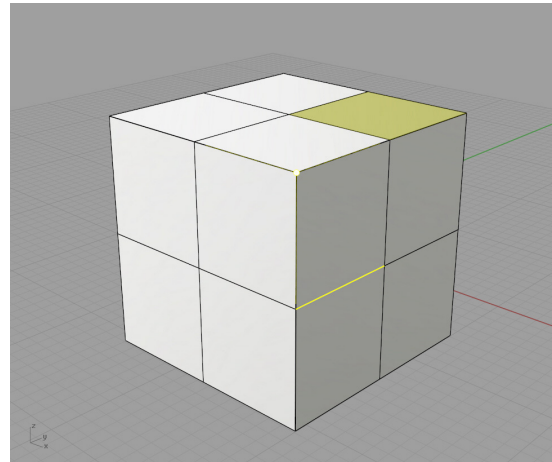
**Часть III:**  
Создание поверхностей T-spline







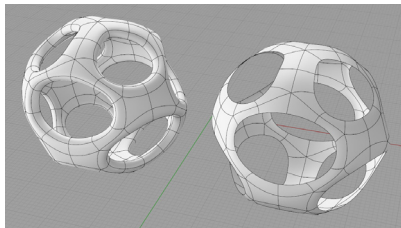
Режим сглаживания T-spline



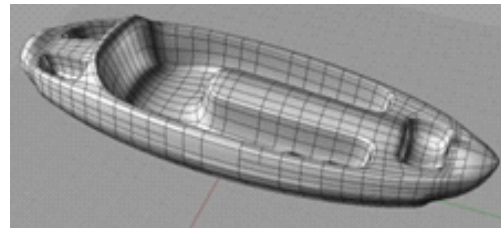
Кубический режим T-spline

## 8. Анатомия поверхности T-spline

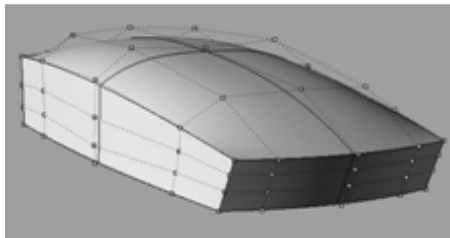
Поверхности T-spline состоящие из граней, краёв, и вершин можно вывести на экран в кубическом режиме или в режиме сглаживания, подобно Subdivided поверхностям. А также, поверхности T-spline могут содержать дыры, складки, быть открытыми или закрытыми, иметь локальные детали, быть прямоугольными или непрямоугольными, содержать треугольники или поверхности с множеством сторон, и оставаться одной поверхностью. Все поверхности T-spline в Rhino имеют максимум 3 угла.



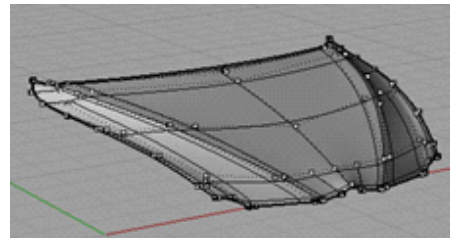
Открытый и закрытый T-spline с дырами



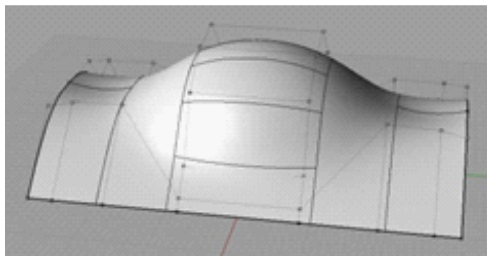
Закрытый, непрямоугольный T-spline



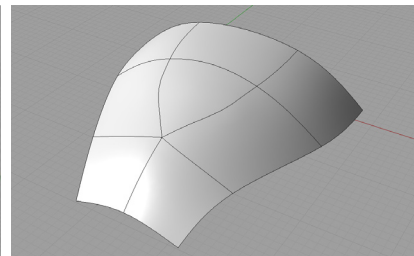
Закрытый T-spline со складками



Открытый T-spline с локальными деталями

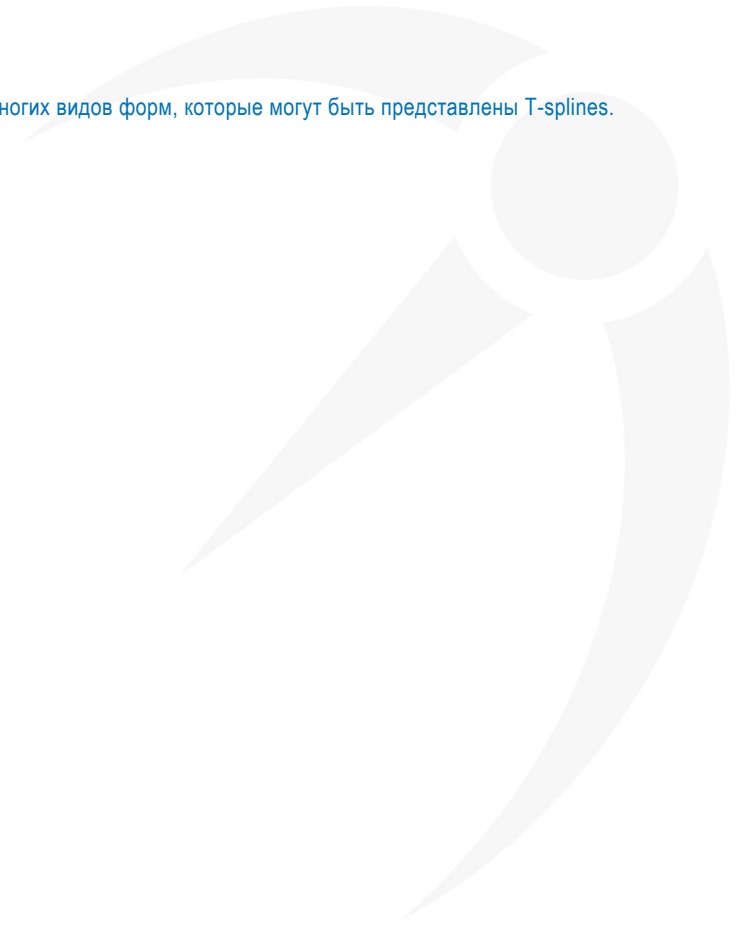


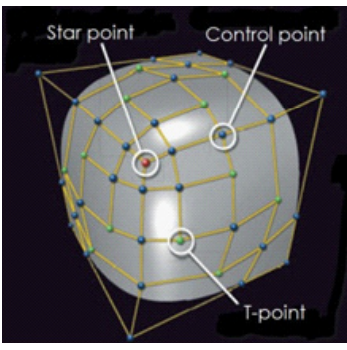
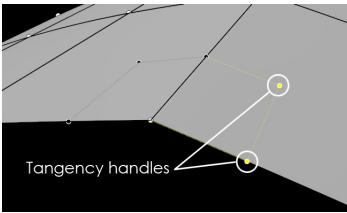
Открытый, прямоугольный T-spline



Поверхность T-Spline с треугольником

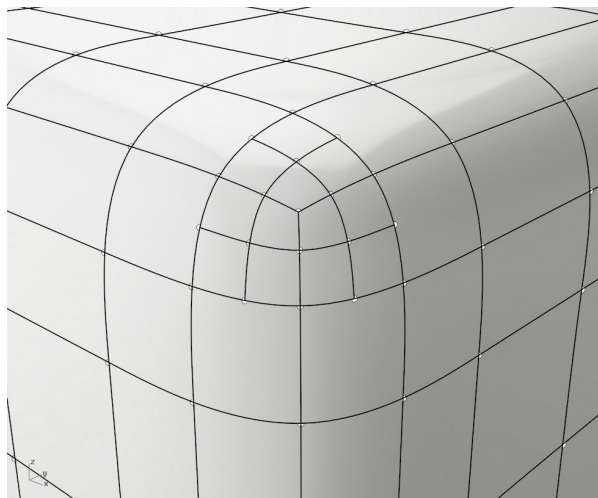
Некоторые из многих видов форм, которые могут быть представлены T-splines.



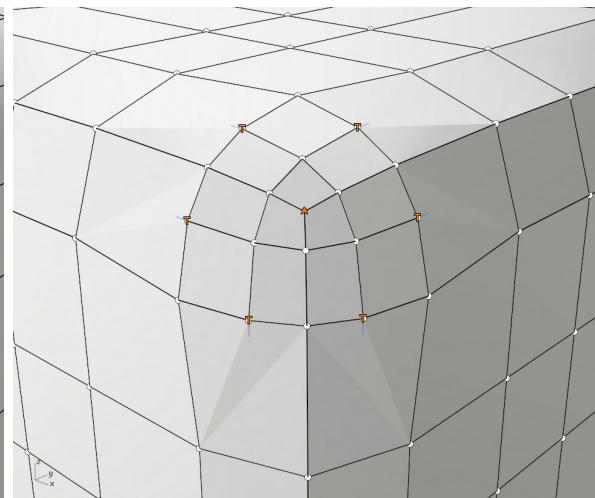
Тип вершины	Валентность	Сглаженность	
Т-точка	3 (или 2)	Непрерывное искривление (C2)	
Звездообразная точка	3, 5, 6, 7, 8, ...	Непрерывная касательная (G1)	
Обычная контрольная точка	4 (может быть 2, 3, или 4 на границе)	Непрерывное искривление (C2)	
Точка касания	1, 2, или 3	Касание средств управления в складке или с краю поверхности (C0)	

## 9. Типы вершин

T-splines имеют четыре типа вершин (контрольных точек): Т-точки, звездообразные точки, точки касания, и обычные контрольные точки. Эти типы вершин отличает их валентность (сколько краев присоединено к точке), и их сглаженность. Понимание основных принципов образования этих вершин, увеличит вашу возможность успешного моделирования с T-splines.

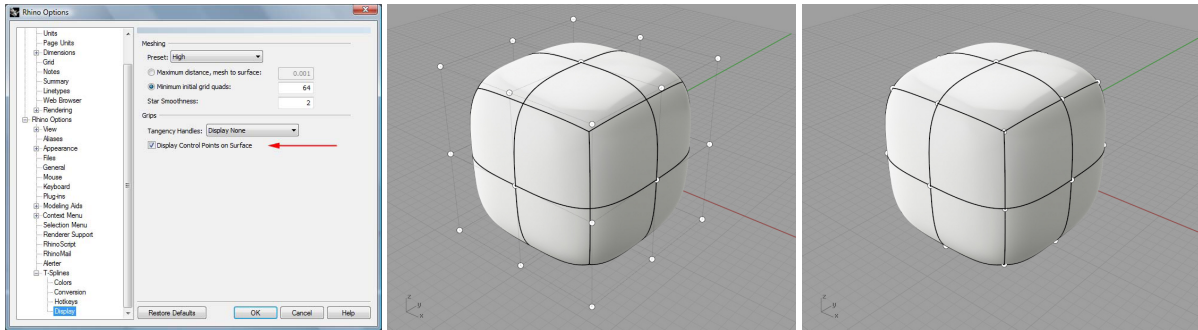


Включена функция PointsOn



Задействована функция tsLayout

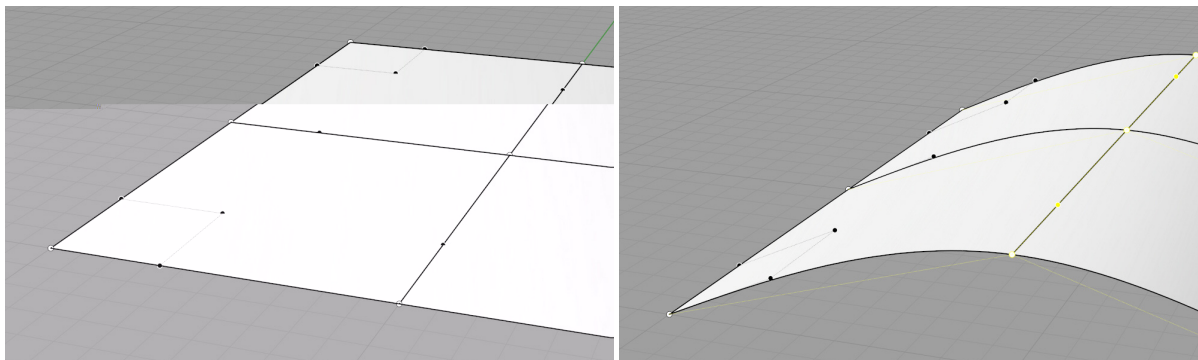
Когда задействована команда **PointsOn**, все типы вершины выводятся на экран в одинаковом виде. Чтобы идентифицировать, какие вершины вашей модели являются Т-точками или звездообразными точками, выполните команду **tsLayout**.



Параметры настроек Display T-Splines (слева). Поверхность с контрольными точками рядом с поверхностью (в центре) и на поверхности (справа).

## Точки на поверхности

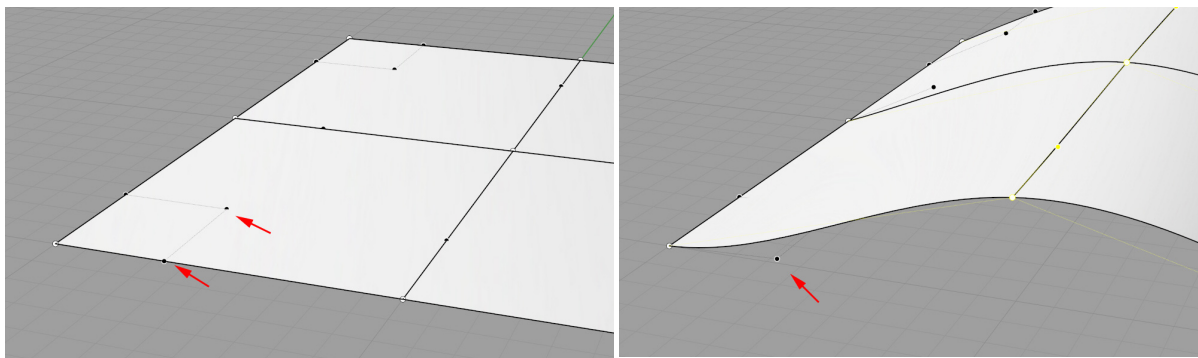
Контрольные точки T-Splines перестают работать с поверхностью, так же как точки NURBS. Однако, если в настройках T-Splines включить функцию **Display Control Points on Surface**, то контрольные точки будут переведены из пространства на поверхность модели. Это позволяет более оперативно управлять искривлением поверхности модели.



Пример автоматического повторного расположения точек касания. Они располагаются на 1/3 расстояния между двумя контрольными точками.

## Точки касания

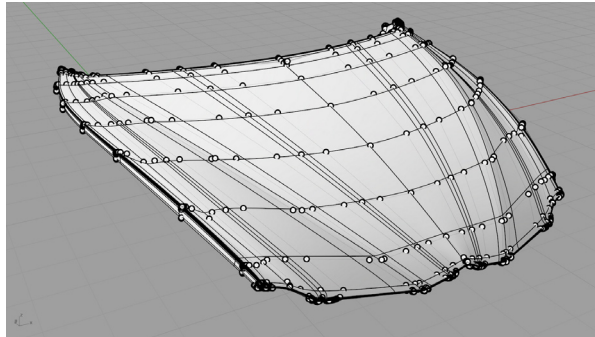
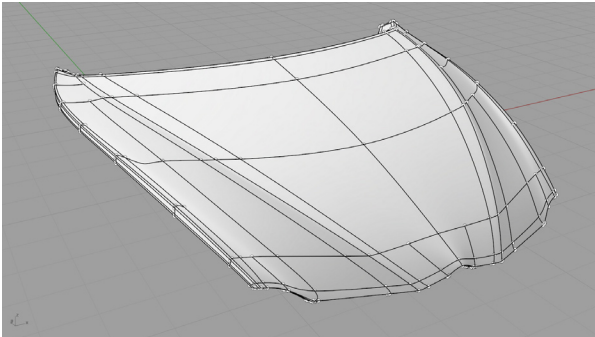
Точки касания управляют касанием поверхности T-spline в складке или с краю поверхности. Точки касания всегда существуют на поверхности для всех складок и краев; однако, их видимость может быть включена и выключена. Есть три режима для видимости точек касания - *Display All*, *Display None*, и *Display Moved*. *Display Moved* является значением по умолчанию, и выводит на экран только те точки касания, которые были целенаправленно отредактированы пользователем, все другие точки касания скрыты.



Пример некоторых точек касания, которые были целенаправленно перемещены. Они больше повторно не расположены, поскольку скорректированы другие контрольные точки.

Скрытые точки касания, которые не были целенаправленно отредактированы пользователем, автоматически повторно расположены, поскольку их соответствующие контрольные точки перемещены. Как только точки касания определенно перемещены, они больше не будут автоматически повторно расположены. Если вы хотите вернуть точку касания к состоянию по умолчанию, то выберите точку касания и нажмите клавишу *Delete*. Она вернется к своей позиции по умолчанию, и будет автоматически повторно расположена еще раз.

Для того, чтобы фактически удалить точку касания или складку, используйте команду **tsRemoveCreases**.

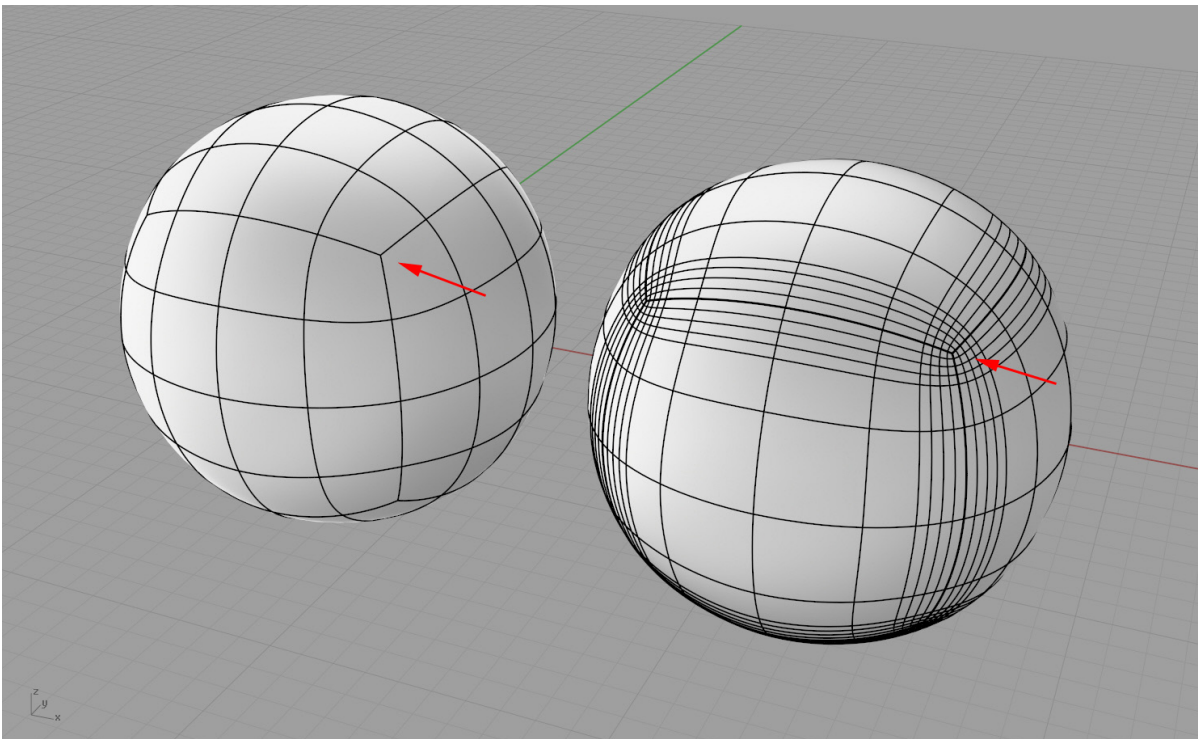


T-точки ограничивают деталь по краям поверхности T-spline.

У поверхности NURBS должна быть непрерывная кривая через целую поверхность, чтобы получить тот же самый уровень детализации.

## T-точки: концевые линии детали

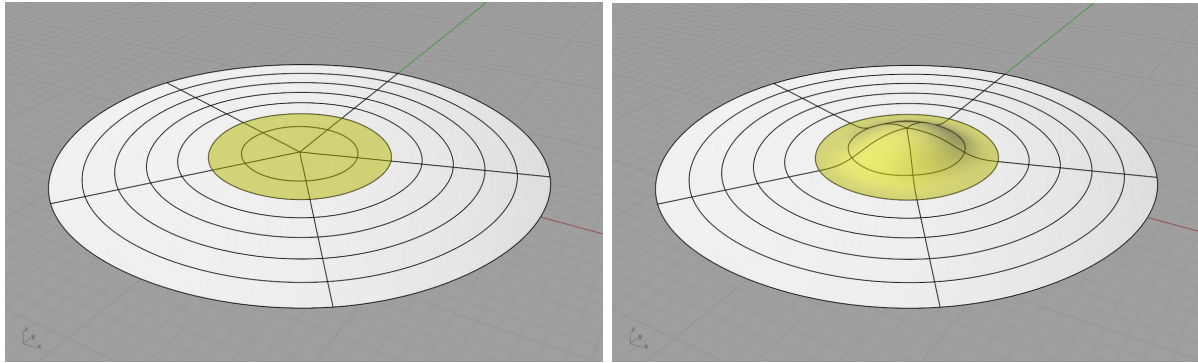
У T-splines, в отличие от NURBS, могут быть края, заканчивающиеся контрольными точками. Они завершаются в T-точках, отсюда имя Tsplines. T-точки могут быть созданы многими командами, теми, которые вставляют край, вставляют точку, разделяют поверхность, объединяют, и сваривают, и используются, чтобы ограничить деталь к части поверхности. Поверхность вокруг T-точки останется гладкой, и не будет простирается далее или создавать петлю. Математически говоря, T-точки являются непрерывным искривлением (C2).



T-spline (слева), преобразованная в NURBS (справа). Заметьте, что NURBS разделен на прямоугольные сегменты в каждой звездообразной точке. Дополнительные кривые добавлены к NURBS, чтобы поддержать плавность поверхности.

## Звездообразные точки: создание непрямоугольных поверхностей

Звездообразные точки позволяют T-spline быть непрямоугольным. Звездообразные точки могут быть сгенерированы командами экструзии, удаления грани, или слияния. Очень трудно управлять формой T-spline в звездообразных точках, именно поэтому, они должны использоваться только там, где это необходимо. Звездообразные точки расположенные на плоских или слегка изогнутых областях поверхности, очевидно, образуют эстетически более приятную модель. Не стоит размещать звездообразные точки на острых областях модели, таких как края со складками, углах и частях, где искривление изменяется значительно, особенно на краях открытой поверхности. Звездообразные точки также определяют, то как T-spline будет преобразован в NURBS. Когда T-spline будет экспортирован в NURBS, он разделит вашу поверхность на отдельные поверхности (патчи) в каждой звездообразной точке.



Область влияния звездообразной точки (два кольцевых цикла граней в центре). Не может быть никаких Т-точек в жёлтой области, пока модель не стандартизирована.

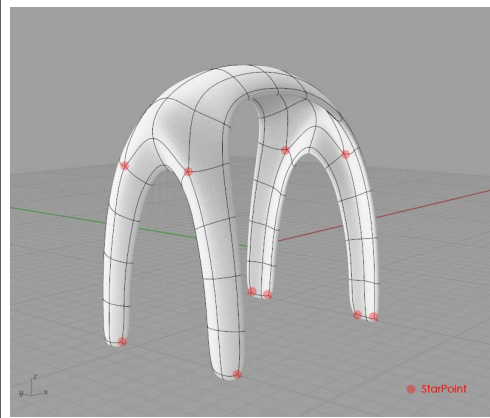
## Использование Т-точек и звездообразных точек в моделировании.

Правильное использование звездообразных точек и Т-точек очень важно для эффективного моделирования с T-splines. Т-точки используются для того, чтобы добавить локальную деталь, изолируя управление этой области от общей поверхности. Звездообразные точки используются, когда модель требует непрямоугольной топологии: поверхности с дырами, закрытые поверхности, “Y” ответвления, и т.д. Основное правило о размещении Т-точек и звездообразных точек заключается в том, что вы не можете разместить их слишком близко вместе. Т-точки связаны с NURBS, и требуют, чтобы вокруг них была прямоугольная поверхность, в то время как звездообразные точки связаны с subdivided поверхностями, которые могут быть непрямоугольными. Поверхность около звездообразной точки ведет себя как subdivided поверхность, но около Т-точки, она ведет себя как NURBS. Соответственно, нельзя размещать Т-точки вокруг звездообразных точек. Эта область распространяется на две грани (число поверхностей основано на количестве углов поверхности; поверхность Т-spline всегда имеет 3 угла, таким образом, глубина влияет всегда на две грани). У этих поверхностей, возможно, нет Т-точек. Эта область изменяется, если вы перемещаете звездообразную точку. За пределами этой области вы можете использовать Т-точки свободно.

Подобное правило применимо к звездообразным точкам около Т-точек. Сущность этого правила - в том, что, когда вы перемещаете Т-точку, область поверхности, в которую производится перемещение, не должна содержать звездообразную точку.

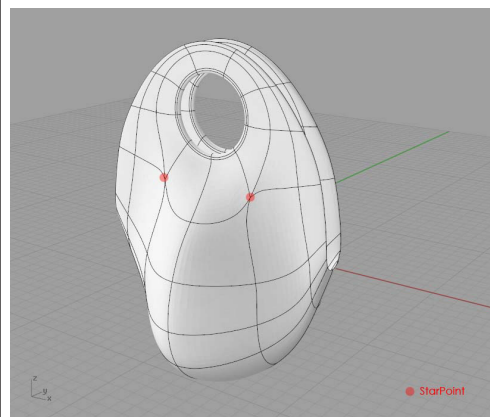
Но даже если вы не обратите внимание на эти правила, то программное обеспечение автоматически изменит вашу поверхность так, чтобы правила были сохранены. Т-точки будут продвинуты через области с звездообразными точками, где будут добавлены точки, чтобы ограничить область влияния Т-точек. Эти дополнительные точки будут скрыты для облегчения моделирования, пока не будет выполнена команда **tsStandardize**.

## Примеры правильного использования Т-точек и звездообразных точек

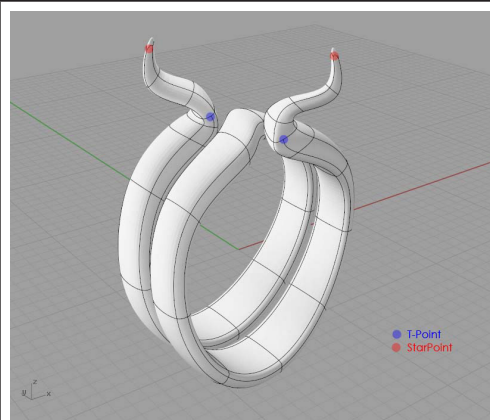


Эта простая модель показывает, как правильно использовать звездообразные точки.

Звездообразные точки используются должным образом, для создания участков перехода и для гладких скругленных окончаний.



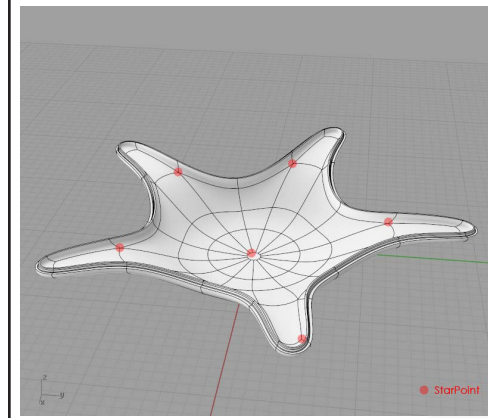
На этой модели показаны звездообразные точки, используемые для создания необрезанных дыр на поверхности.



Эта простая модель показывает, как правильно использовать одновременно Т-точки и звездообразные точки.

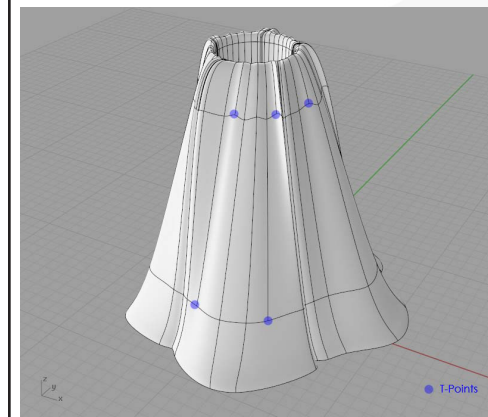
Звездообразные точки используются, для создания гладких окончаний кольца.

Т-точки используются, чтобы ограничить локальную деталь, увеличивая резкость бокового края кольца.

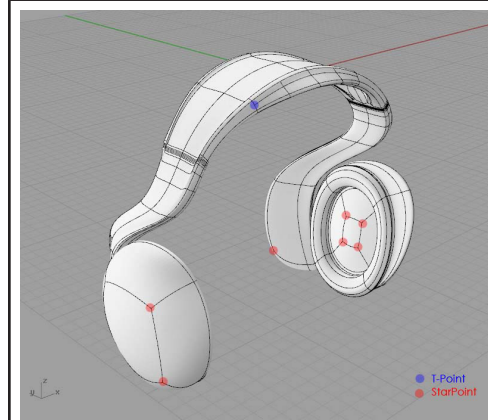


Пример необходимости использования звездообразных точек в двух областях.

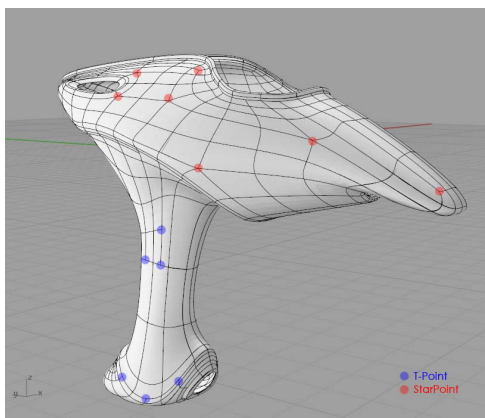
1. По краям, чтобы сгенерировать необходимую топологию.
2. В центре, чтобы получить гладкую закрытую поверхность.



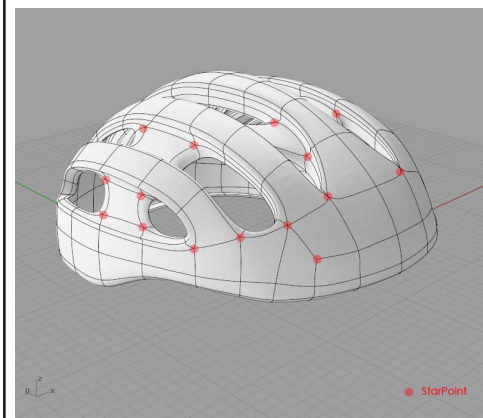
Использование Т-точек, для добавления локальной детали. Заметьте, что нижняя часть поверхности является более гладкой и имеет меньше контрольных кривых, чем верхняя часть, которая нуждается в большем искривлении, чтобы получить помятый вид.



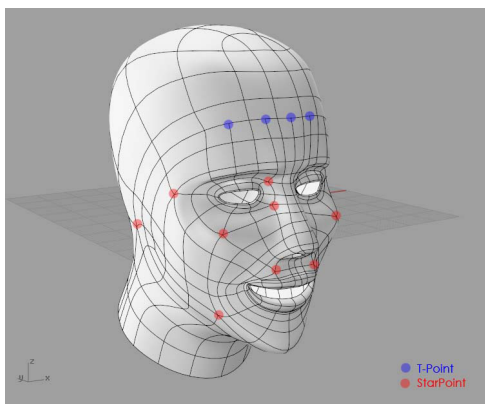
В этой модели наушников, звездообразные точки используются, чтобы получить закрытые гладкие формы, в то время, как Т-точки используются, чтобы ограничить влияние искривления на локальную область модели.



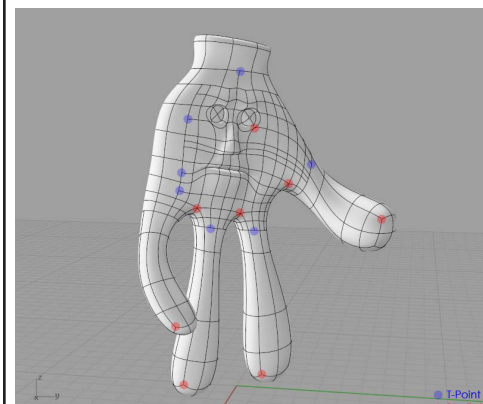
В этой, более сложной модели, звездообразные точки используются, чтобы достигнуть правильной топологии для дыр и скругленных концов. Т-точки поддерживают правильность локальных искривлений, не замусоривая поверхность лишними гранями.



На этой модели велосипедного шлема, звездообразные точки позволяют создать множество дыр на поверхности.



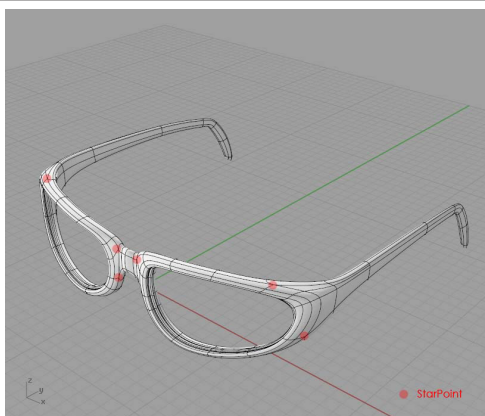
На этой модели головы, используется много Т-точек для того, чтобы создать правильную геометрию, и получить необходимые детали на лице, сохраняя простой затылок. Звездообразные точки облегчают создание гладких и плавных обводов вокруг дыр глаз и рта.



В этом примере звездообразные точки используются для трех разных вещей:

1. Создание глаз.
2. Создание скругленных кончиков пальцев
3. Получение "Y" переходов в промежности между пальцами.

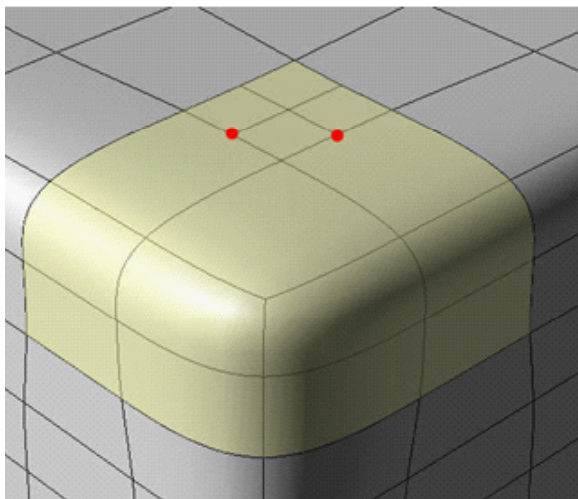
А Т-точки, позволяют более плотной сетке кривых, формировать поверхность, сохраняя остальную часть руки свободной для простого редактирования.



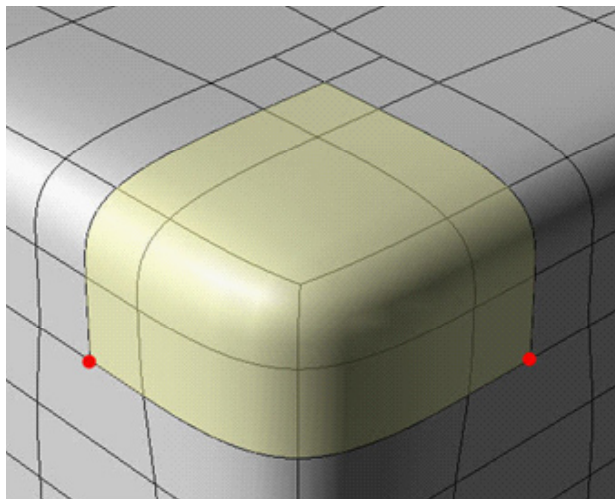
На этой модели очков, звездообразные точки используются, чтобы разместить открытую часть поверхности.



## 10. Стандартизация



Нестандартный T-spline. Т-точки слишком близки к звездообразной точке.



Стандартный T-spline. Т-точки и звездообразные точки разделены, по крайней мере, двумя поверхностями.

Программное обеспечение T-Splines разработано с тем, чтобы быть гибким и максимально простым; однако, поддержание совместимости с NURBS поверхностями требует, чтобы T-splines был стандартизован. Стандартизация не изменяет форму поверхности, просто она добавляет контрольные точки, чтобы удовлетворить требованиям геометрии, необходимых для преобразования в NURBS. Хотя стандартизация выполняется всегда, когда T-spline находится в режиме сглаживания, просто добавленные точки по умолчанию скрыты. Если вы захотите увидеть эти дополнительные точки, воспользуйтесь командой **tsStandardize**.

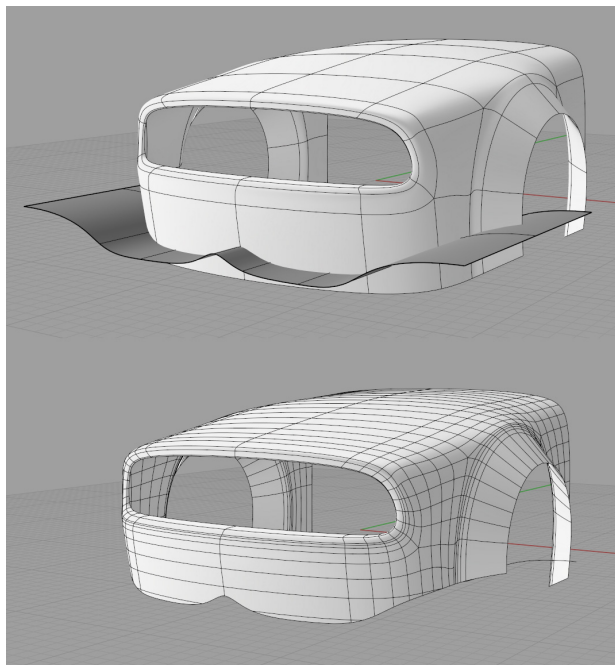
Когда вы стандартизуете поверхность, то все Т-точки в пределах двух кривых звездообразных точек (в желтой области) будут расширены, а Т-точки (выделены красным) будут отделены от звездообразных точек, по крайней мере, двумя кривыми.

Если же ваша модель уже была стандартизована, то ничего не произойдет, когда вы выполните команду **tsStandardize**. Если вы преобразуете нестандартизованный T-spline в NURBS, то он автоматически стандартизирует его перед преобразованием.

## 11. Обрезка T-splines

T-Splines может быть обрезан, но автоматически преобразован в NURBS после обрезки. Это означает, что рекомендуемый поток операций должен сделать двухтактное исследование формы в T-Splines в начале процесса проектирования, чтобы затем обрезать в конце.

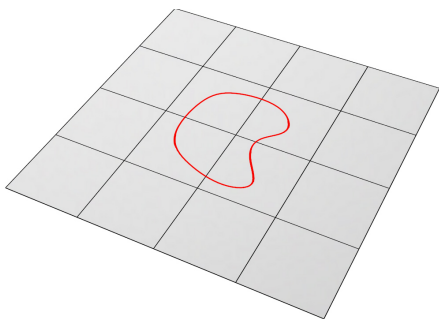
T-spline (сверху). Обрезанный T-spline, преобразованный в NURBS (внизу).



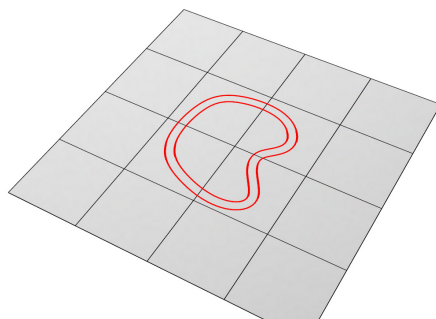
**Совет** T-Splines имеет плагин для SolidWorks, который производит обрезку лучше. После обрезки поверхности T-spline, вы всегда можете вернуться и отредактировать свой T-spline заново, остальная часть обновится динамически. Вы можете экспортировать свои модели из T-Splines для Rhino, чтобы использовать их в SolidWorks. Больше информации на [tsplines.com](http://tsplines.com).



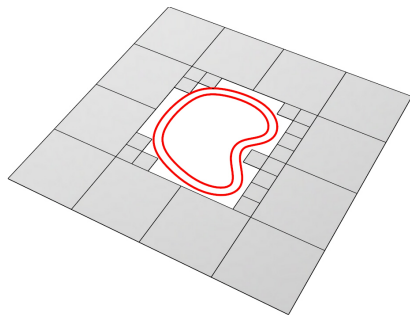
## Создание обрезанной поверхности T-Spline



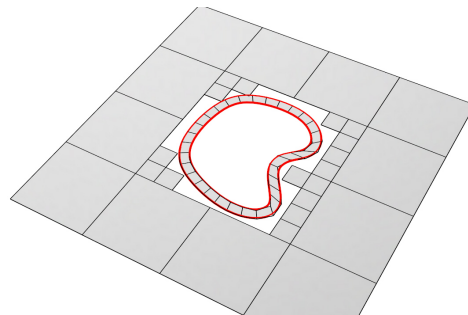
1. Кривая на поверхности T-Spline.



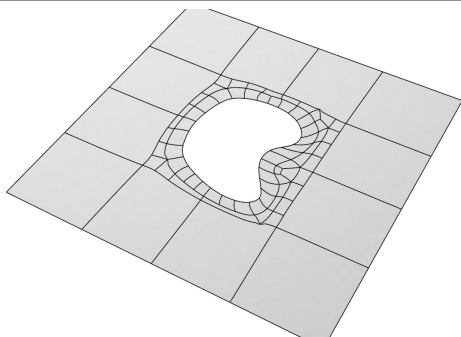
2. Выполните команду **Offset**.



3. Разделите и удалите все грани, касающиеся кривых.



4. Восстановите кривые (чтобы иметь то же самое количество контрольных точек, что на границе дыры) и выполните команду **tsLoft**.



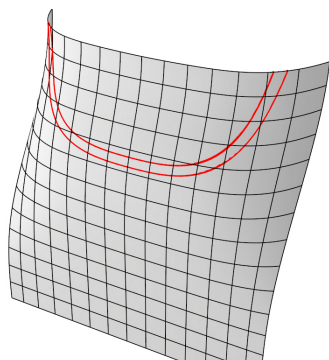
Сварку **tsWeld** выполните вручную, чтобы получить финальную поверхность T-Spline.

## Альтернатива обрезке: “trimless” в T-spline

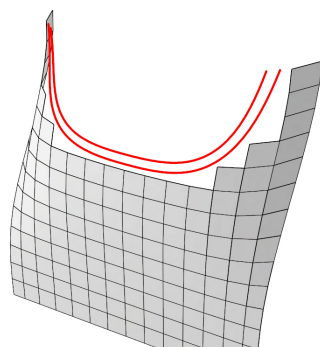
Когда поверхность NURBS обрезана, кривая спроектированная на поверхность и сама поверхность, ограниченная кривой, по существу невидимы. T-Splines имеет альтернативный способ, подобный обрезке деталями или кривыми.

Преимущество в том, что вы получаете поверхность с контрольными точками прямо по краю обрезанной области, таким образом, вы сможете этим управлять. Кроме того, вы можете объединить объекты по обрезанным поверхностям вместе, чтобы получить закрытый объект, подобно Булевой операции! Возможно, что в будущем этот процесс будет автоматизирован, а пока ознакомьтесь с таблицей слева.

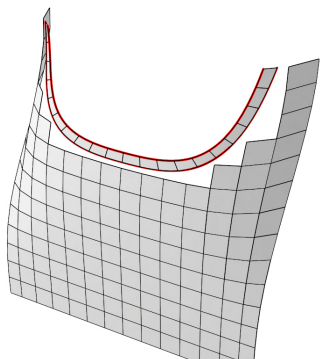
## Другой пример обрезки T-spline



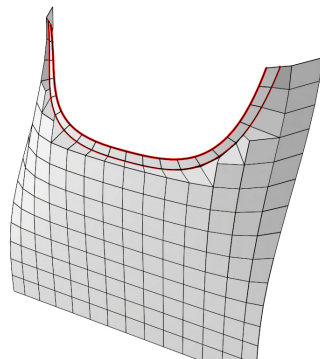
1. Offset и обрезаящая кривая, спроецированы на поверхность



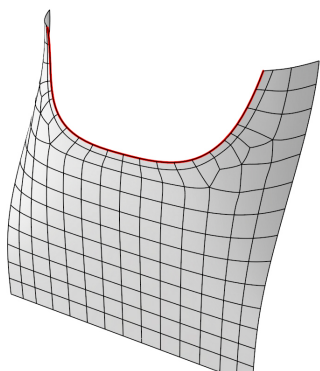
2. Удалите грани, касающиеся кривых **Delete**.



3. Примените команду **Rebuild** и выполните **tsLoft**.



4. Добавьте недостающие грани **tsAppend**.



5. Вручную сварите вершины командой **tsWeld**.



## Часть IV: Моделирование с T-Splines

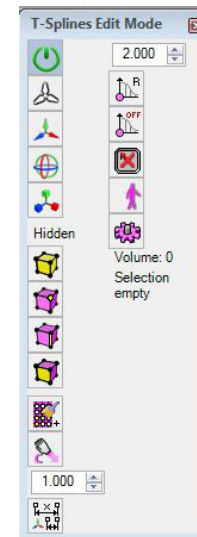
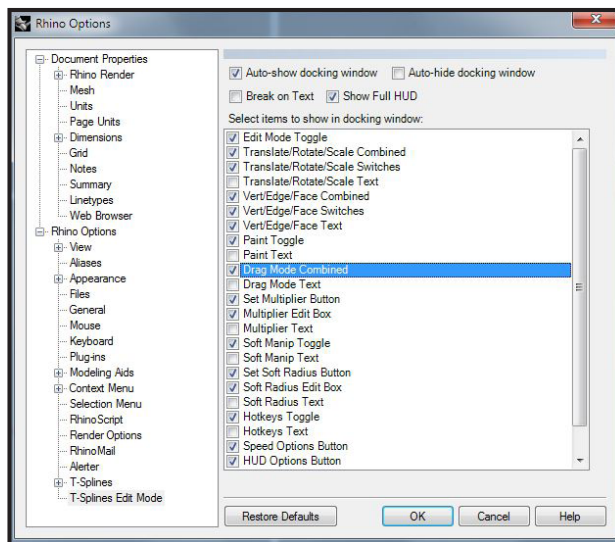
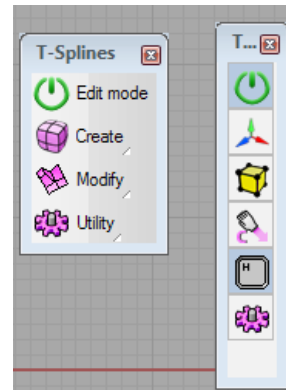
Моделируя с T-splines, важно понять, что с одной стороны, T-splines дает более полный контроль над каждой частью поверхности, чем NURBS. T-splines позволяет пользователю добавлять контрольные точки где угодно, делать экструзию участка поверхности, и т.д. Однако, с другой стороны, большинство команд T-Splines облегчает формирование только общей поверхности. Точные очертания, обрезка, и т.д. должны делаться исключительно командами Rhino.



## 12. Трансформация: режим редактирования

В процессе моделирования, приходится часто трансформировать и перемещать отдельные объекты T-splines. Появилась необходимость иметь инструменты, чтобы выполнять это быстрым способом. Так, мы создали новый режим редактирования в Rhino, который содержит оптимизированные инструменты для трансформации и перемещения объектов.

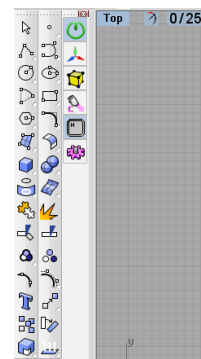
Нажмите зеленую кнопку режима редактирования (слева), откроется прикрепляемая панель режима редактирования (справа).



Панель режима редактирования легко настраивается. Вы можете изменить опции, щелкнув по значку с изображением шестерёнки. Щёлкните по кнопке *Restore Defaults* внизу опций режима редактирования, чтобы вернуться к настройкам по умолчанию.

Чтобы открыть окно настроек режима редактирования, щелкните по значку с изображением шестерёнки. Выделите необходимые элементы. Прикрепляемая панель с дополнительно включенными элементами показана справа.

Прикрепляемая панель режима редактирования может быть прикреплена на экране, как панель инструментов Rhino.



Прикрепляемая панель режима редактирования, прикреплена к экрану.

Это интерактивное окошко несёт информацию о специальных функциях режима редактирования: манипуляторы, область воздействия, множитель, горячие клавиши, и информацию о том, сколько выбрано объектов.

Функции режима редактирования:



### Включение и выключение режима редактирования



Для включения режима редактирования щелкните по зеленому значку, или нажмите комбинацию *CTRL+Spacebar*. О том, что режим редактирования задействован, говорит маленький значок T-Splines в углу активного окна проекции. Кроме того, если вы используете демонстрационную версию T-Splines, рядом со значком будет число, показывающее, сколько сохранений осталось. Щёлкните по этому числу для получения дополнительной информации.

Вы можете выключить режим редактирования, щелкнув по значку T-Splines, щелкнув по зеленому значку, или нажав на клавишу *ESC*. Это заставит прикрепляющуюся панель исчезнуть. Есть опция, чтобы заставить прикрепляющееся окно не исчезать, когда вы находитесь в режиме редактирования.

### Манипуляторы: перемещения, вращения и масштаба.

Манипуляторы позволяют вам быстро поворачивать, масштабировать, или перемещать части модели. T-Splines добавляет эти экономящие время инструменты в Rhino. Они подобны Gumball в Rhino 5. Манипуляторы T-Splines можно использовать на всех объектах T-Splines и Rhino, включая NURBS и Mesh.



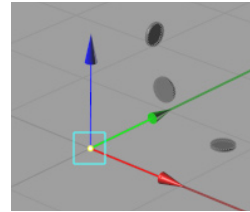
Чтобы активировать манипулятор, щелкните по необходимому значку манипулятора.



Этот значок показывает, что манипулятор выключен.

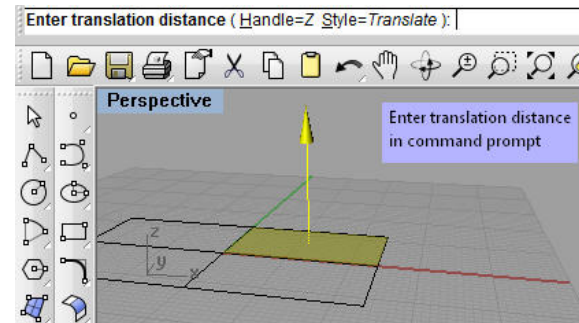


## Манипулятор перемещения



Прежде чем использовать манипулятор перемещения, выберите объекты, которые необходимо переместить. Манипулятор активируется по наведению мыши на выбранную ось, область или центр манипулятора. Чтобы ограничить перемещение по осям X, Y, или Z перетащите манипулятор за стрелочку в требуемом направлении. Перетаскивание серого диска манипулятора ограничит перемещение в плоскостях XY, XZ, или YZ. Перетаскивание центральной части манипулятора позволит перемещаться неограниченно свободно во всех плоскостях XYZ.

## Перемещение на точное расстояние

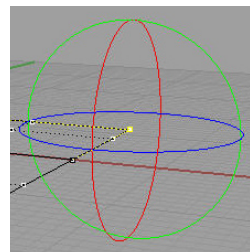


Двойным щелчком по оси манипулятора, открывается подсказка, чтобы в командной строке ввести точное расстояние для перемещения. Для перемещения выбранного объекта в противоположном направлении, введите отрицательное число. Если вы случайно щёлкните дважды по оси манипулятора, без желания вводить точные расстояния, нажмите ESC, чтобы отменить подсказку.

[Перемещение манипулятором на точное расстояние.](#)



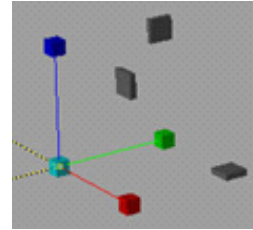
## Манипулятор вращения



Манипулятор вращения состоит из трёх колец вдоль каждой оси координат. Этот манипулятор также активируется по наведению мыши на нужное кольцо. И точно так же, двойным щелчком по оси манипулятора, в командной строке открывается подсказка, чтобы ввести точный угол вращения. Поворачивая кольцо, нажмите клавишу *Shift*, чтобы ограничить ступень вращения по 5 градусов.



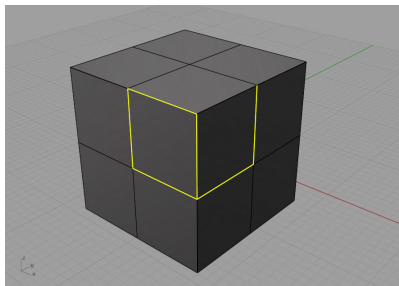
## Манипулятор масштабирования



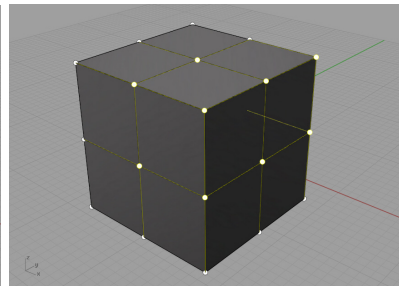
Подобно манипуляторам перемещения и вращения, перетаскивание одной из осей этого манипулятора, будет масштабировать объект в 1D. Двойной щелчок по оси позволит вводить точные значения коэффициента масштабирования. Например, масштабный коэффициент “2” увеличит объект в два раза, “0.5” уменьшит его в два раза. Чтобы масштабировать в 2-D, потяните за один из серых дисков. Чтобы масштабировать в 3-D, используйте центральную часть манипулятора.



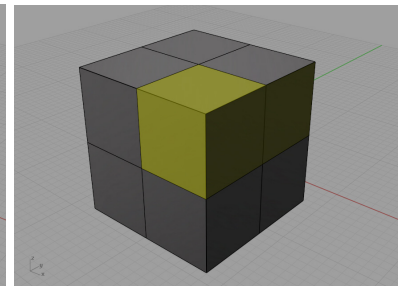
## Вершины, края, грани, и точки касания



Выделены края



Выделены вершины



Выделены грани

Пользователи Rhino знакомы с вершинами и контрольными точками. Эти точки можно перемещать, чтобы формировать кривые или поверхности. Поверхность T-spline также имеет контрольные точки, как NURBS. Кроме того, T-splines можно формировать с помощью краёв и граней. В действительности, перемещение края одновременно перемещает две вершины, а перемещение грани перемещает все вершины, формирующие эту грань. Проще и быстрее управлять краями и гранями, вместо групп контрольных точек.

В T-spline, можно всего одним щелчком мыши выделить грань или край, таким образом, действуя быстрее, чем выделяя только вершины.



Щелкните по этому значку, чтобы переключиться между выбором объектов, поверхностей, краев, или вершин.

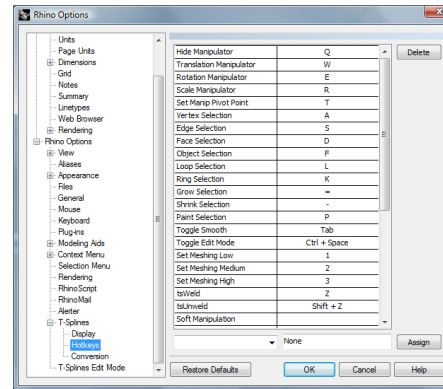
## Режим относительного перемещения:



Щелкая по значку с изображением руки, можно переключаться между режимами CPlane, View, World, и UVN. Это позволит перетаскивать объекты, параллельно плоскости конструкции, представлению, осям координат, или какой либо поверхности, соответственно. Эта функция связана непосредственно с Rhino.



## Горячие клавиши



Когда вы находитесь в режиме редактирования T-Splines, можно использовать горячие клавиши. По умолчанию, горячие клавиши отключены, но вы можете их включить, нажав на этот значок. Список горячих клавиш находится на странице параметров T-Splines; они настраиваемы, и вы можете присвоить любой команде T-Splines или Rhino горячую клавишу. Когда горячие клавиши включены, нельзя использовать для ввода команд клавиатуру, пока курсор находится в не поля командной строки Rhino. Как только вы начнёте серьёзное моделирование с T-Splines, мы предлагаем вам использовать горячие клавиши, они существенно облегчат работу и помогут ускорить время моделирования.



## Опции режима редактирования

Щелкните по этому значку, чтобы показать дополнительные опции режима редактирования.



## Выделение кистью.

Когда включено выделение Paint, то вы можете перетащить кисть через нужные области, чтобы добавить их к уже выделенным областям, вместо того, чтобы каждый раз щелкать по каждой области, придерживая клавишу Shift.



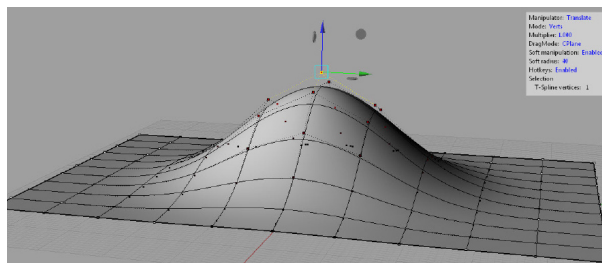
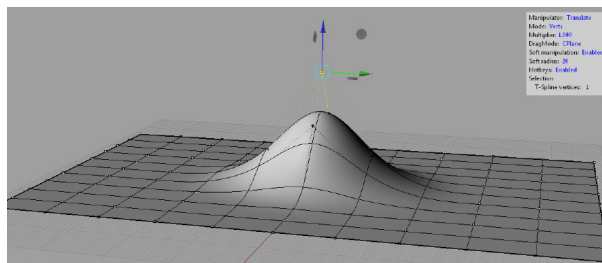
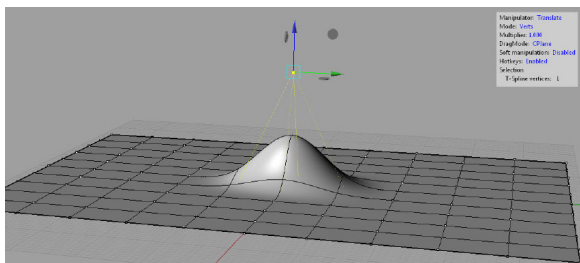
## Кнопка выбора множителя.

Значение множителя влияет на чувствительность манипулятора к перемещению мыши. Если значение больше единицы, манипулятор переместится дальше, чем вы перемещаете мышь; если значение меньше, то манипулятор можно использовать для более точных перемещений. Вы можете нажать кнопку выбора множителя, и ввести необходимое значение в командной строке, или используя окно редактирования множителя, ввести значение в прикрепляющуюся панель.





## Мягкое манипулирование



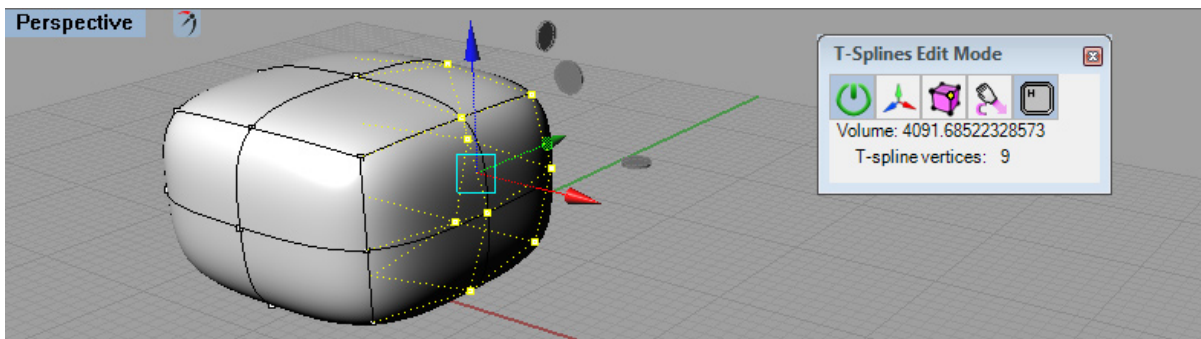
Когда задействовано мягкое манипулирование, то перемещаемая вершина будет иметь более мягкое воздействие на соседние поверхности. Эта функция, немного привередлива, если вы работаете с утолщенным T-spline. Надеемся, что вскоре это улучшим. Вы можете установить необходимый радиус в командной строке, щелкнув по кнопке *Set Soft Radius* или тексту или в прикрепляющемся окне *Set Soft Radius*.

Мягкое манипулирование отключено (слева), включено с радиусом 20 (справа вверху) и с радиусом 40 (справа внизу).



## Кнопка опций скорости

Теперь есть три режима скорости: *compatible*, *fastest*, и *fast*. **Compatible** самая медленная опция, но дает вам ту же самую сложную интеграцию с командами Rhino, которая вам всегда нравилась в T-Splines. **Fast** и **Fastest** (быстро и очень быстро), позволяют вам взаимодействовать с вашей моделью T-Splines более быстро, но к сожалению, в этих режимах, команды Rhino, не будут работать с NURBS моделями, пока вы не переключитесь на *Compatible* (совместимый режим).



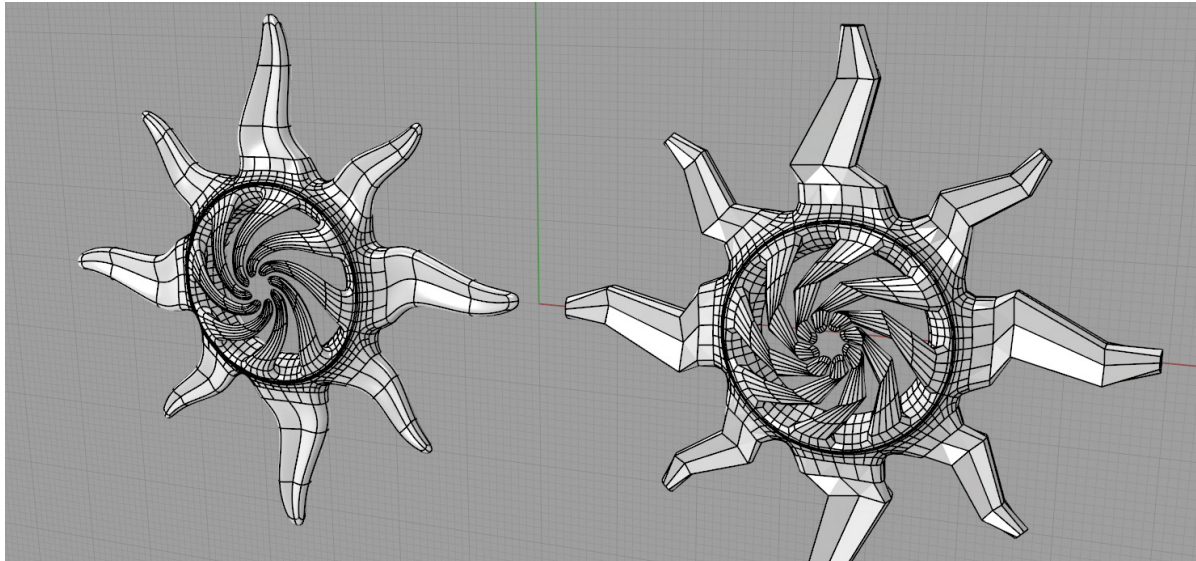
## Текущий объём

Дает текущий объем объекта. Это очень удобно, так как вы можете динамически обновлять это значение, перемещая контрольные точки TSplines.

**Предупреждение:** в этом случае, производительность уменьшится!

## Текущая информация

Это информация, о том, сколько выделено граней, краёв, вершин, треугольников, поверхностей T-spline или NURBS, и т.д.



## Режим сглаживания и кубический режим

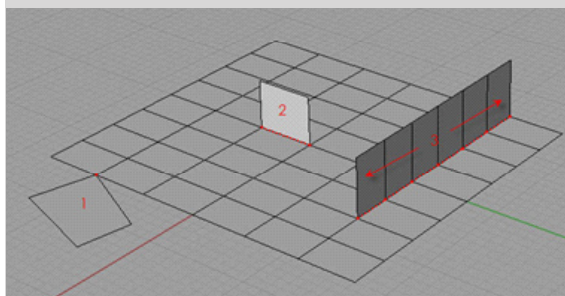
T-spline можно посмотреть как сглаженную поверхность, и как кубическую. На сложных моделях намного быстрее управлять в кубическом режиме, в то время как сглаженный режим можно использовать для проверки общего вида и размерности модели. Чтобы переключиться между кубическим и сглаженным режимами, выберите объект, который желаете переключить, и нажмите значок **tsSmoothToggle**. Если вы находитесь в режиме редактирования, то можете нажать клавишу *Tab*, в этом случае переключатся все объекты T-splines в сцене.

Поверхности T-spline в сглаженном режиме (слева) и в кубическом режиме (справа).

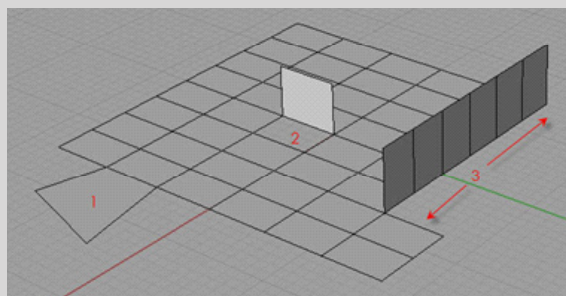
**Режим сглаживания:** показывает истинную форму вашей поверхности T-spline. Режим сглаживания mesh, произведенный в T-Splines, не имеет ничего общего с Rhino mesh. Плотность T-spline mesh можно изменить в **настройках** параметров экрана T-Splines или в настройках Rhino (нажмите кнопку F3). Если у вас слабый компьютер, попробуйте найти компромисс между скоростью отображения и качеством сглаживания.

**Кубический режим:** помогает увидеть геометрию модели и элементов, то как они добавлены или перемещены, и быстрее откликается, при работе с большими моделями.

Кубический режим разрешает разнообразную геометрию, такую как начало сварки, когда имеется касание только одной вершины. Если вы сделали недопустимую ошибку в геометрии поверхности, работая в режиме сглаживания, то он автоматически переключится на кубический режим, пока геометрия не будет исправлена до допустимой.



1, 2, и 3, все однообразные области поверхности



Сварим точку (1) и удалим поверхности (2) и (3), теперь эти поверхности разнообразные.

## Совет Разнообразные и однообразные поверхности


Разнообразная поверхность - та, у каждой грани которой есть чёткая передняя и задняя часть. Каждый край должен коснуться не больше двух граней, а грани, которые совместно используют одну вершину, должны совместно использовать край рядом с этой вершиной. (Ленты Мёбиуса никогда не смогут быть однообразными, потому что эти поверхности нельзя разделить на переднюю и заднюю часть.) Однообразный T-splines можно вывести на экран только в кубическом режиме, и его следует восстановить прежде, чем выводить на экран в сглаженном режиме.

## Использование команд Rhino совместно с T-splines

Использование большинства команд Rhino, при создании модели T-spline - очень важная часть вашего рабочего процесса моделирования. И это же, является самым существенным преимуществом T-Splines, в отличии от других программ 3D моделирования.

Некоторые команды Rhino преобразуют T-spline в сложные поверхности; однако, большинство команд хорошо работают с T-Splines, и после применения команды оставляют объект как T-spline. Другие команды Rhino, особенно команды UDT, работают лучше всего, если применяются к контрольным точкам поверхности T-spline. Например: команда Bend (изгиб поверхности), применённая напрямую к поверхности T-spline, преобразует её в сложную поверхность и уж затем деформирует, но применение этой же команды к контрольным точкам T-spline, деформирует поверхность, сохраняя её как поверхность T-spline.

Подробный список того, как команды Rhino ведут себя с T-splines, доступен в [приложении](#).

Команды T-Splines для добавления или удаления геометрии		
Добавление детали	Добавление поверхности	Удаление детали / поверхности
 <b>Разбиение грани</b>	 <b>Экструзия грани</b>	 <b>Удаление грани</b>
 <b>Вставка края</b>	 <b>Экструзия края</b>	 <b>Восстановление складки</b>
	 <b>Экструзия кривой</b>	
 <b>Вставка контрольной точки</b>	 <b>Образование утолщения</b>	
 <b>Образование складки</b>	 <b>Дублирование грани</b>	

### 13. Добавление и удаление геометрии

При формировании традиционной модели NURBS, сложные формы часто создаются, как бы кусочками, путём обрезания и комбинирования поверхностей. Создание сложного T-spline использует немного отличающиеся способы. Формы делаются путём продвижения и вытягивания поверхности, при добавлении больших деталей они объединяются и свариваются в один объект чтобы создать органичную форму. Команды Rhino всегда используются в конце процесса, чтобы добавить точные детали.

Вот несколько команд T-Spline, для добавления и удаления деталей на поверхности T-spline.

## Добавление детали



### Разбиение грани

Разбиение грани является самым простым способом добавить дополнительные детали к вашей модели T-splines. Выберите нужную грань и выполните команду **tsSubdivideFace**. Грань будет разделена на четыре грани.

#### Разбиение грани

Кубический режим			
Режим сглаживания			
	Исходная поверхность T-spline (кубический режим сверху, режим сглаживания снизу)	<i>Simple</i> . Простое разделение грани. Форма Mesh осталась неизменённой, но поверхность изменила форму.	<i>Exact</i> . Точное разделение грани. Mesh изменён, но поверхность осталась той же самой.

Команда имеет два варианта: *Simple* и *Exact*.

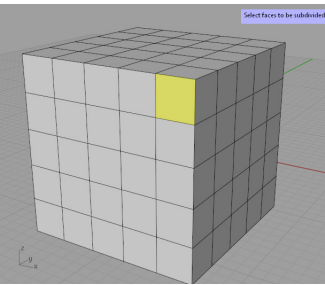
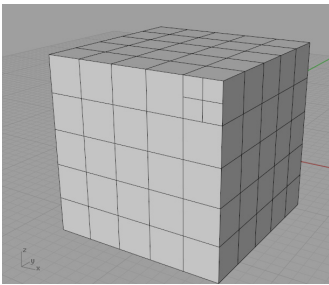
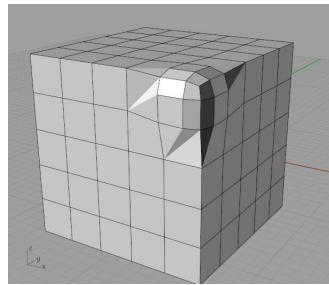
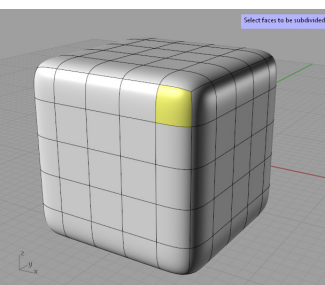
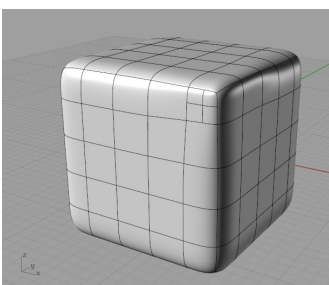
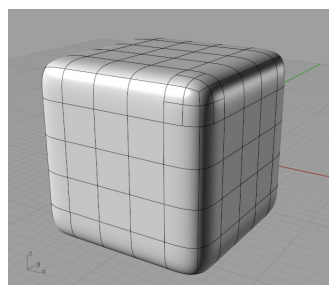
#### *Simple*

Разделение грани в простом режиме, немного изменяет форму поверхности. Этот инструмент очень полезен, для добавления деталей на больших плоских поверхностях, быстро разделяя грань и получая больше контрольных точек.

#### *Exact*

Разделение грани в точном режиме, сохраняет форму поверхности. Точные режимы в *tsSubdivideFace*, *tsInsertEdge*, и *tsInsertPoint* уникальны для T-Splines и позволяют вам добавлять детали без деформирования или изменения поверхности. В области с наличием звездообразной точки, добавляется немного дополнительной геометрии, для сохранения формы поверхности.

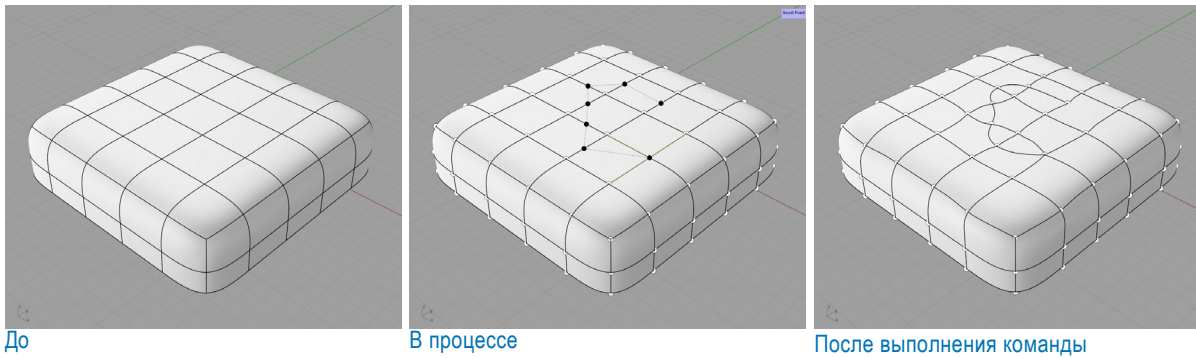
## Разделение граней возле звездообразной точки

Кубический режим			
Режим сглаживания			
	Исходная поверхность T-spline	<i>Simple</i> . Простое разделение грани.	<i>Exact</i> . Дополнительные грани разделены, чтобы сохранить точность поверхности возле звездообразной точки.





## Добавление контрольной точки



Команда ***tsInsertPoint*** позволяет вставлять точки на краях. Это также немного раздвигает существующие контрольные точки. Чтобы использовать команду, щелкните по краю, где нужно вставить дополнительную контрольную точку.

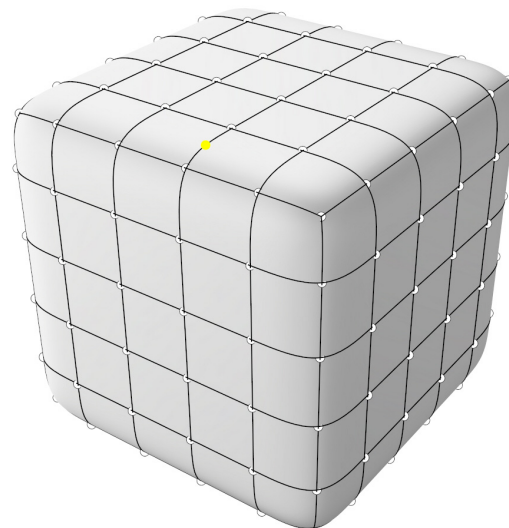
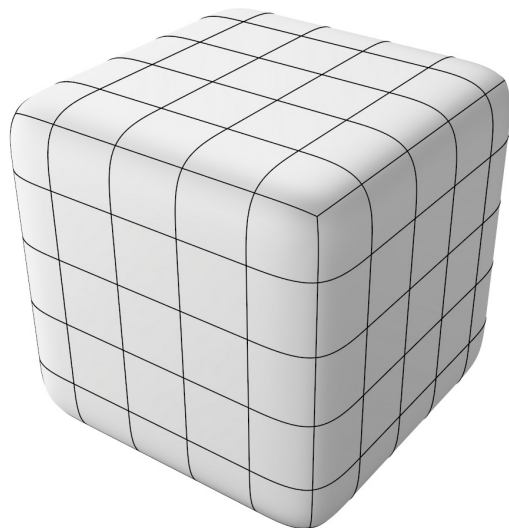
Вставка контрольных точек		
В кубическом режиме		
В режиме сглаживания		
	Поверхность T-Spline	Точная вставка <i>Exact</i>

Команда имеет два варианта: *simple* и *exact*.

***Simple***. Простая вставка может использоваться, как в кубическом режиме, так и в режиме сглаживания. Добавление точки с простой вставкой не будет перемещать расположение других точек, однако, форма поверхности немного исказится.

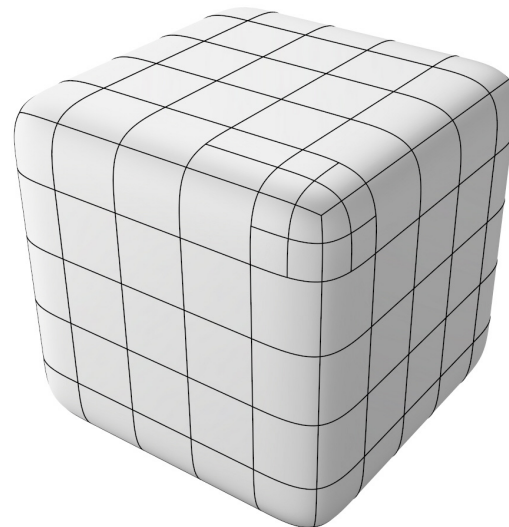
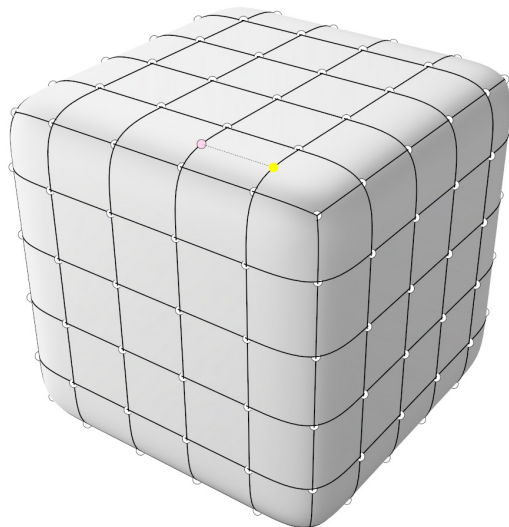
***Exact***. Точная вставка не изменяет форму поверхности. Команду можно выполнить только в режиме сглаживания, это добавляет ещё больше контрольных точек, чем вам требуется, и вдобавок, смещает существующие контрольные точки, чтобы препятствовать изменению геометрии поверхности. Использование режима *Exact* с командой ***tsInsertPoint***, **стандартизирует** поверхность.

### Пример точной вставки точки возле звездобразной точки



Поверхность T-Spline

Вставьте первую точку



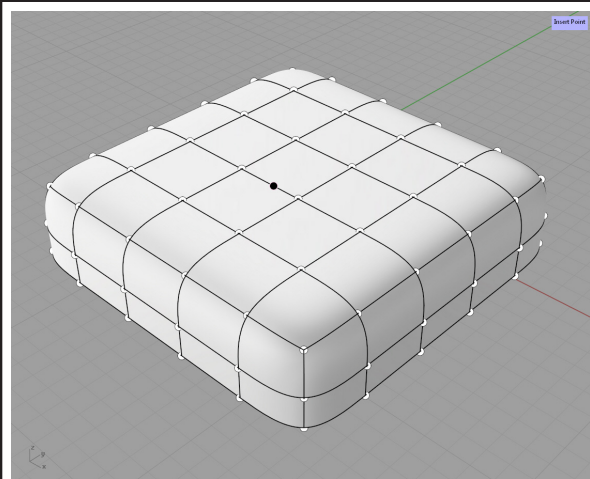
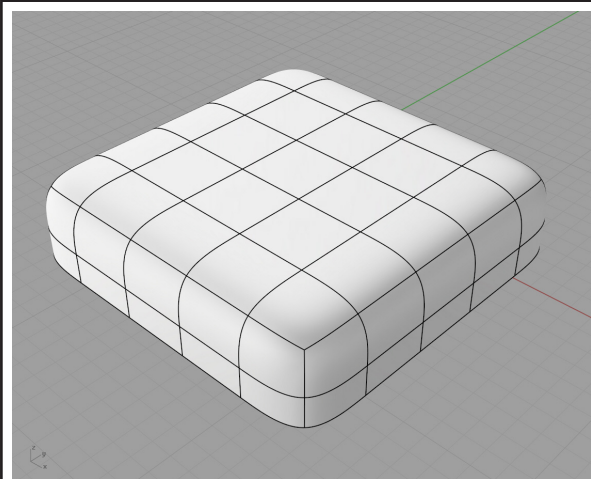
Вставьте вторую точку и завершите команду

Дополнительные контрольные точки автоматически добавятся после стандартизации



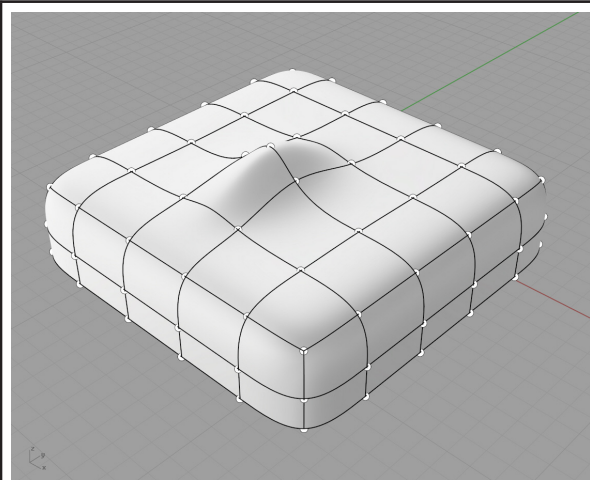
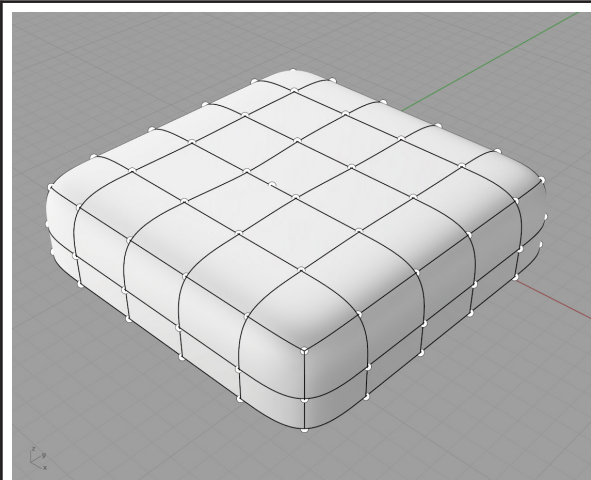


### Пример вставки единственной точки



Поверхность T-Spline

Вставка простой точки



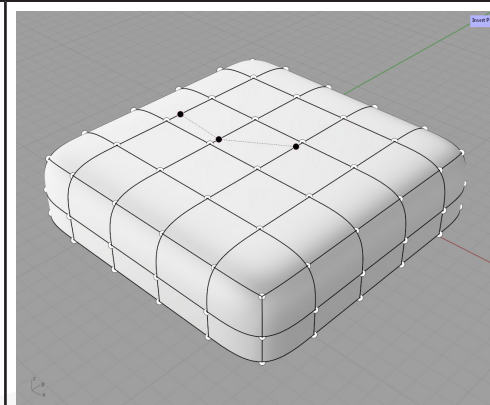
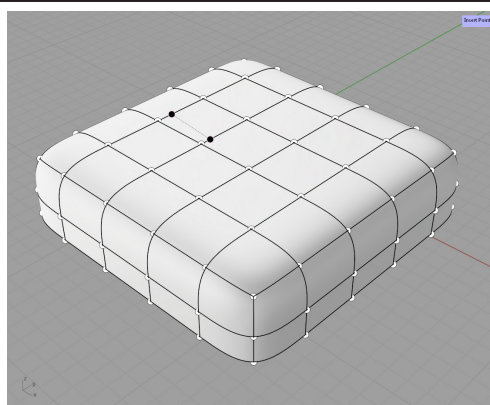
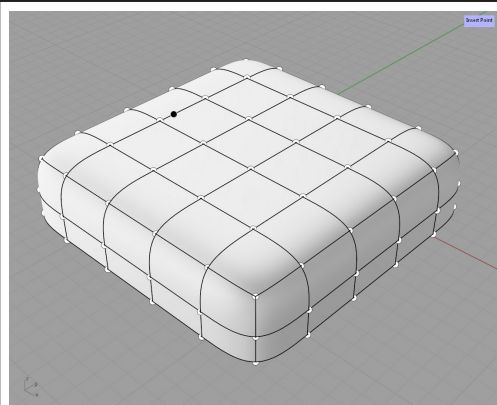
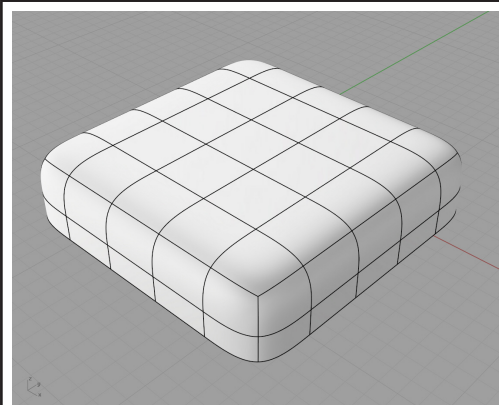
Контрольные точки поверхности

Область влияния, вставленной точки

Точки могут быть вставлены; по одной, сразу несколько, параллельно друг другу, по диагонали или через грань.



## Пример вставки нескольких точек (параллельно)

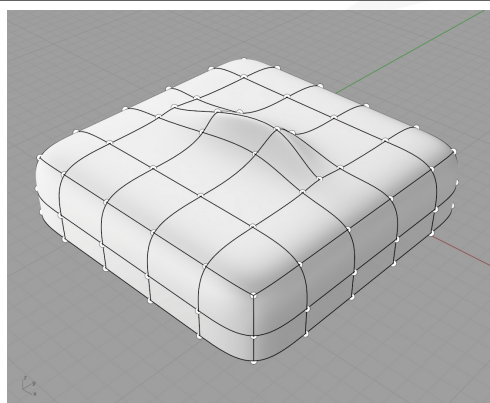
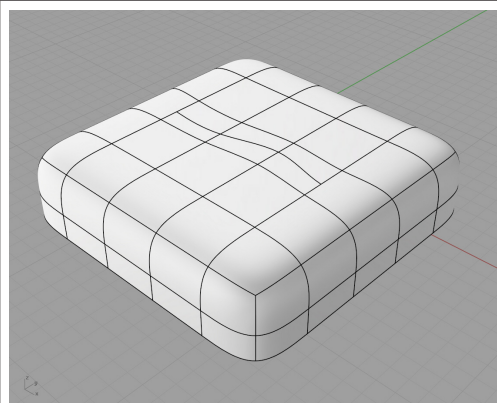
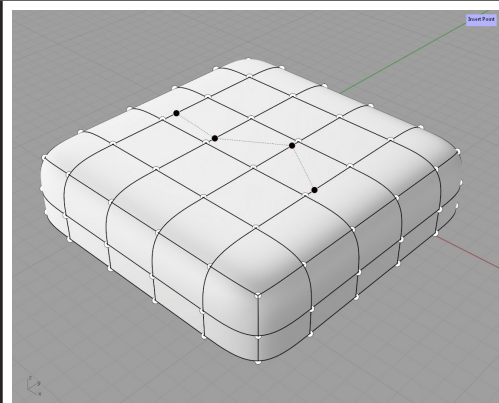


Поверхность T-Splines

Вставьте первую точку

Вставьте вторую точку

Вставьте третью точку



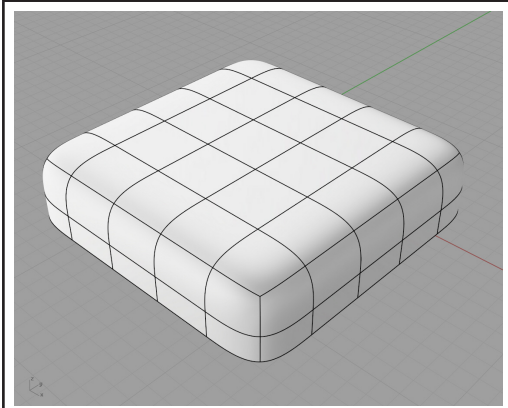
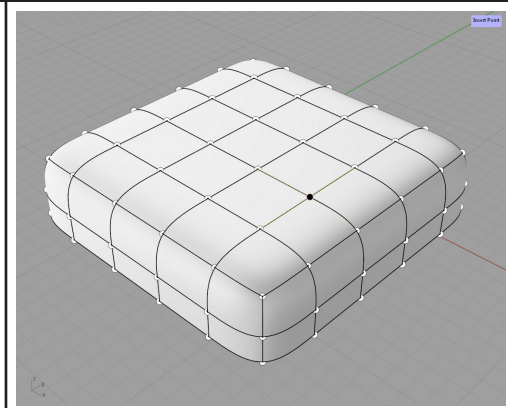
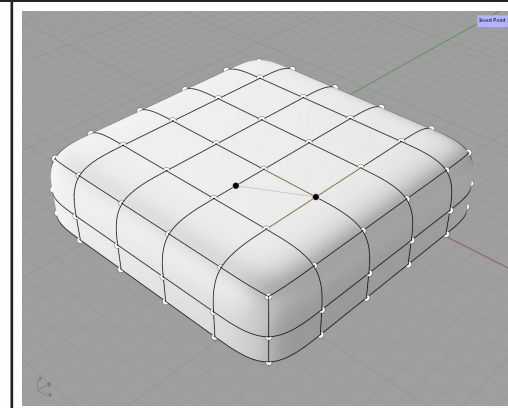
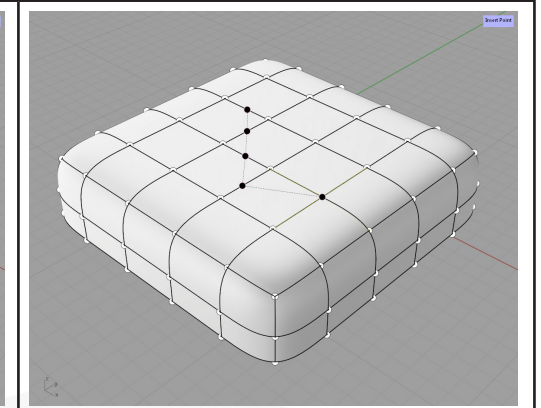
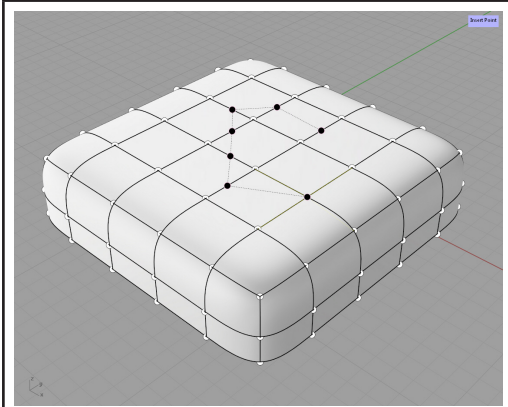
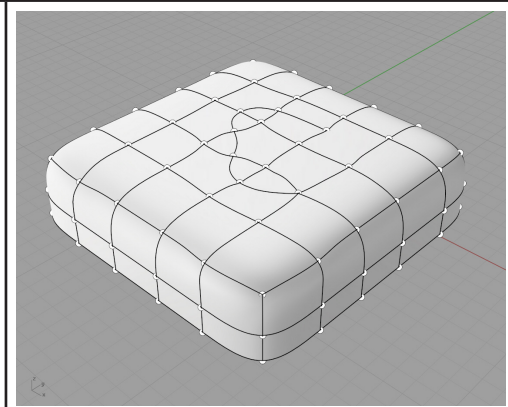
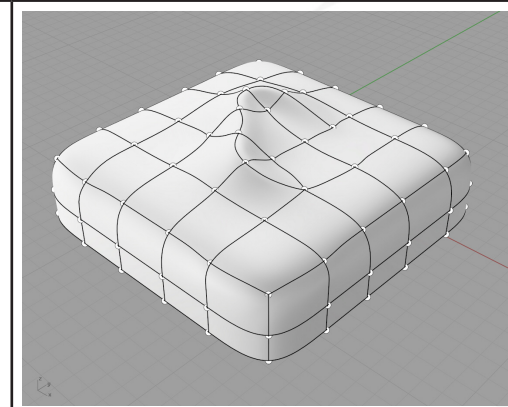

Вставьте четвёртую точку

Поверхность с контрольными точками

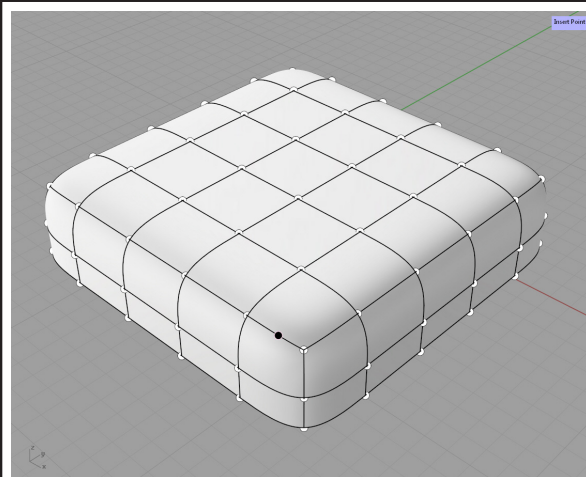
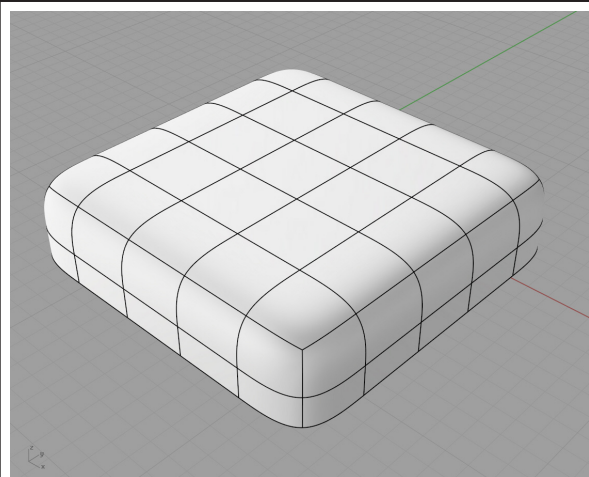
Область влияния этих контрольных точек



Пример вставки нескольких точек (параллельно, по диагонали и по точкам)

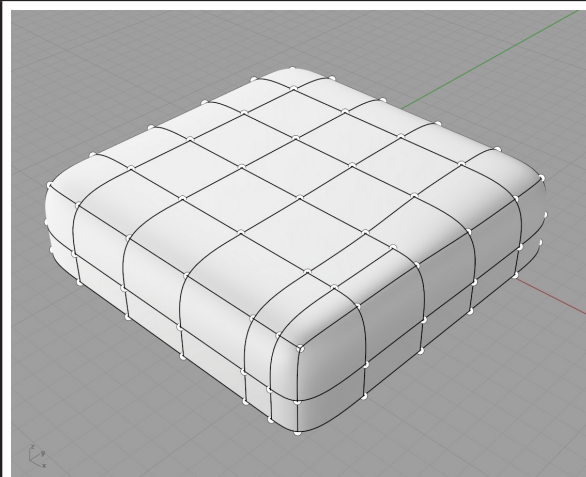
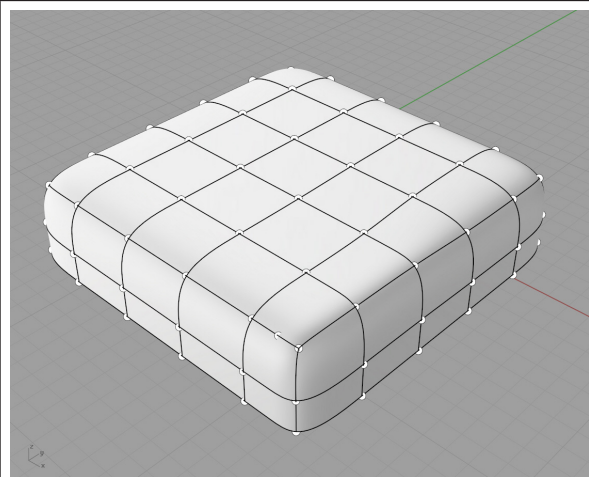
			
<p>Поверхность T-Splines</p>	<p>Вставьте первую точку (на вершину)</p>	<p>Вставьте вторую точку</p>	<p>Вставьте третью, четвёртую и пятую точки (по диагонали)</p>
			
<p>Вставьте шестую и седьмую точки (параллельно)</p>	<p>Поверхность с контрольными точками</p>	<p>Область влияния этих контрольных точек</p>	

## Пример вставки простой точки возле звездобразной точки



Поверхность T-Spline

Вставьте простую точку



Поверхность с контрольными точками

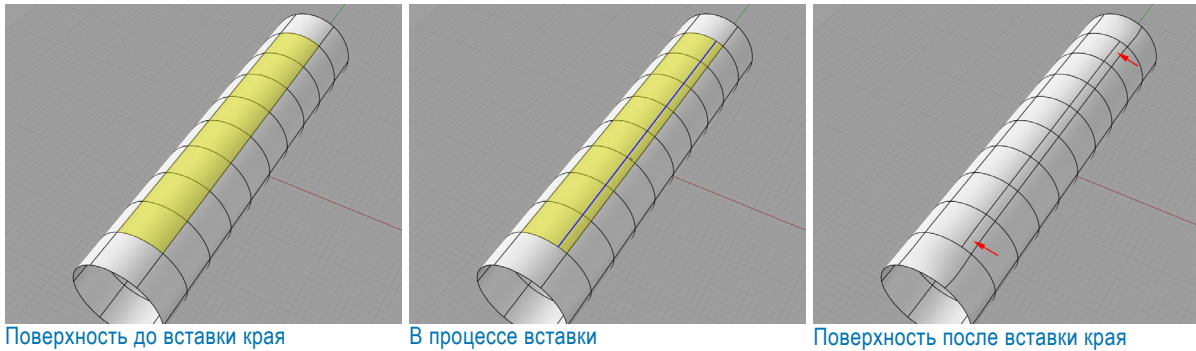
Добавленные края после стандартизации

**Поиск и устранение неисправностей:** Команда вставки контрольной точки очень мощна, и если этот инструмент использовать неправильно, то можно испортить вашу поверхность. Помните золотое правило моделирования с T-splines: используйте звездобразные точки, треугольники, и многоугольные поверхности только там, где это необходимо. Если с командой вставки контрольной точки не образуются треугольники или звездобразные точки, то поверхность получится правильной.

Наиболее распространенная ошибка со вставкой контрольных точек, это моделирование в кубическом режиме, который не получится затем преобразовать в режим сглаживания. Эта ошибка может быть исправлена командой ***tsLayout***.



## Вставка края



Поверхность до вставки края

В процессе вставки

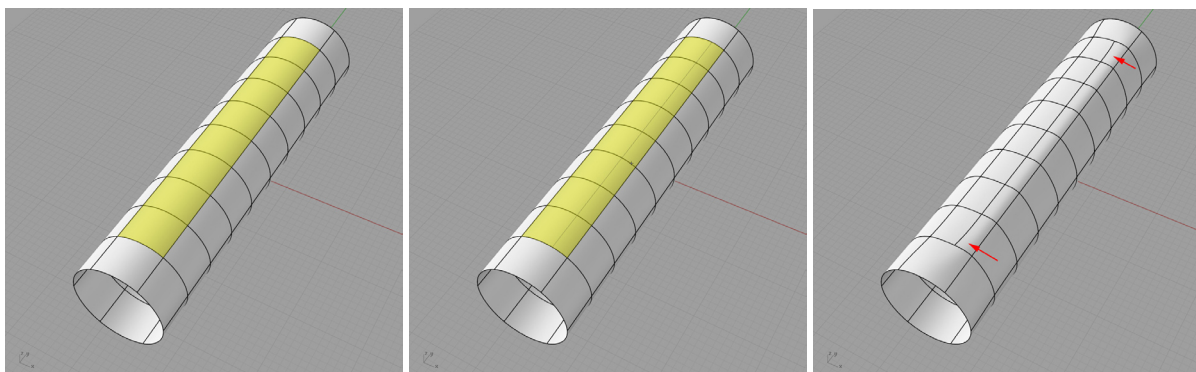
Поверхность после вставки края

Если требуется вставить дополнительный край, воспользуйтесь командой **tsInsertEdge**. Выделите поверхность или грани, где требуется добавить новый край, и выполните команду **tsInsertEdge**.

Эта команда имеет два варианта: *simple* и *exact*. Они создают те же самые эффекты, что и в командах **tsSubdivideFace** и **tsInsertPoint**.

Вставку **Simple** можно использовать и в режиме сглаживания и в кубическом режиме. Добавление точки с простой вставкой не будет перемещать расположение других точек, однако, форма поверхности, скорее всего, исказится.

Вставка **Exact** не изменяет форму поверхности, однако, вероятнее всего, будут добавлены дополнительные точки.



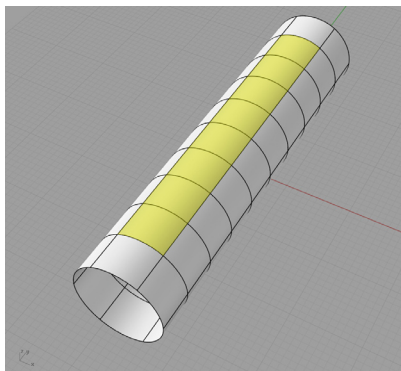
Выбран частичный цикл граней

Край, вставленный в частичный цикл граней (вариант simple)

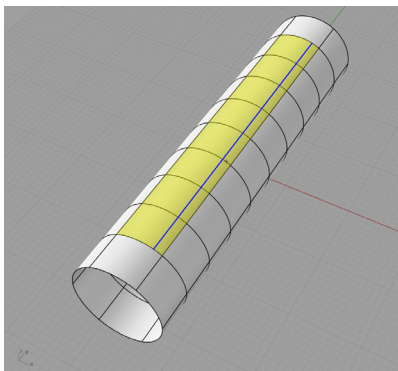
Поверхность искажена.

Края можно вставлять в частичные и полные циклы поверхности, граничные кольца, и граничные циклы. Вставленные края отвечают на опции Rhino *Osnap*, и могут быть помещены от руки, если *Osnap* выключен. Следующие изображения показывают, как использовать каждый из этих выборов с командой **tsInsertEdge**.

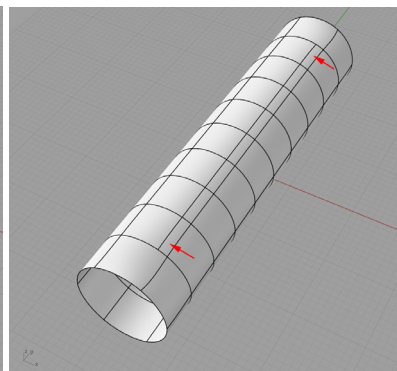
Простая вставка (Simple) на частичном цикле граней



Выбран частичный цикл граней

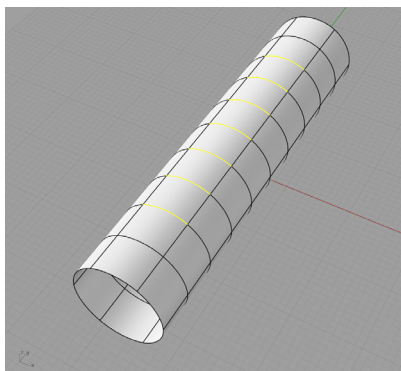


Край, вставленный в частичный цикл (вариант exact)

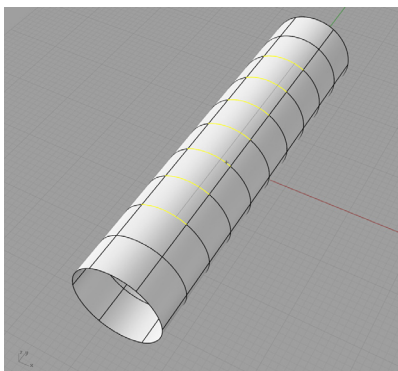


Поверхность осталась без искажений

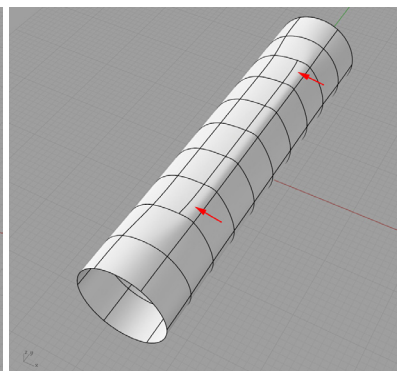
Точная вставка (**Exact**) на частичном цикле граней



Выбраны частичные кольцевые края

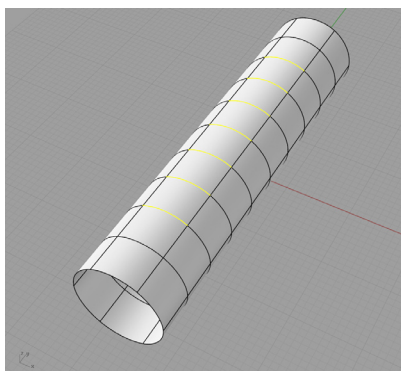


Вставленный край (вариант simple)

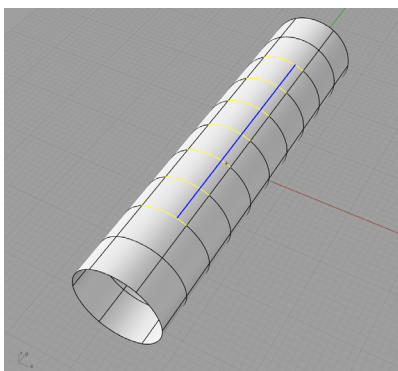


Поверхность искажена.

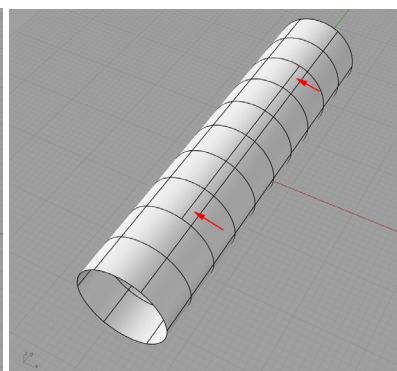
Простая вставка (**Simple**) на частичных кольцевых краях



Выбраны частичные кольцевые края

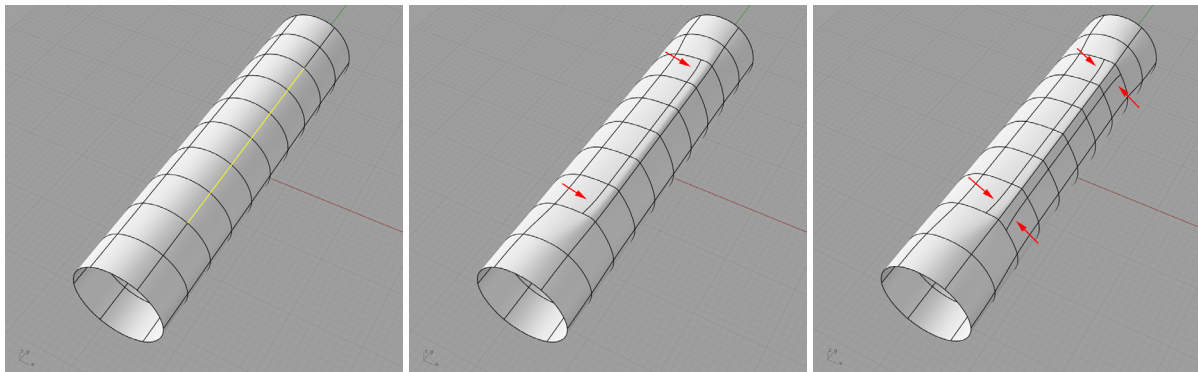


Вставленный край (вариант exact)



Поверхность осталась без искажений

Точная вставка (**Exact**) на частичных кольцевых гранях

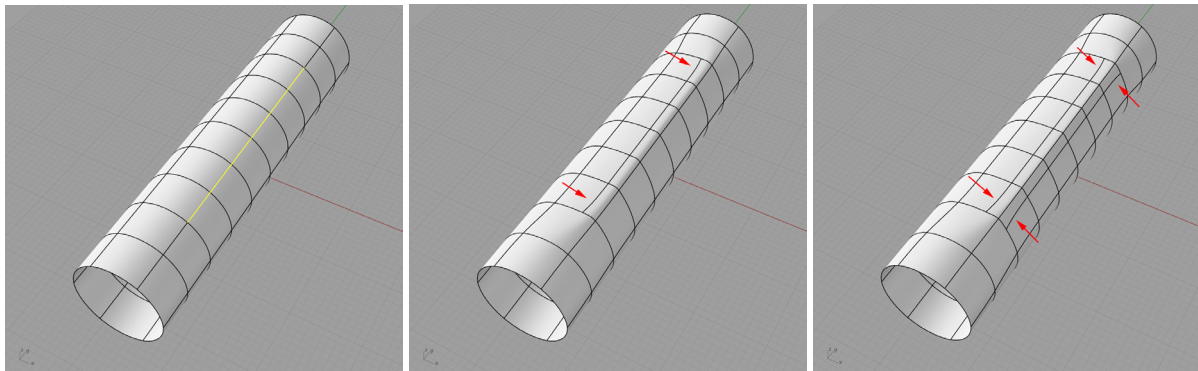


Выбран частичный цикл граней

Край можно вставить (вариант simple) с одной стороны ...

... или с двух сторон

Простая вставка (**Simple**) на частичном цикле граней



Выбран частичный цикл граней

Край можно вставить (вариант exact) с одной стороны ...

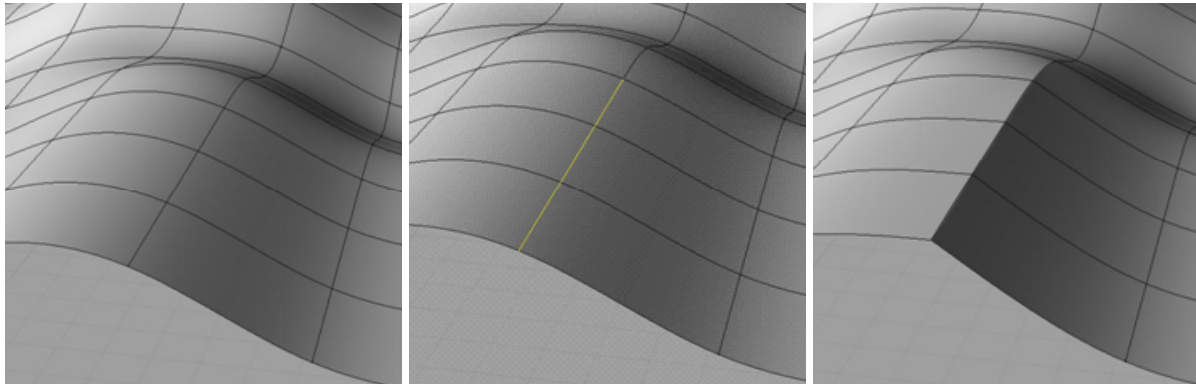
... или с обеих сторон

Точная вставка (**Exact**) на частичных кольцевых гранях

Команда **tsInsertEdge** может также использоваться, чтобы добавить мягкую складку.



## Добавление складки

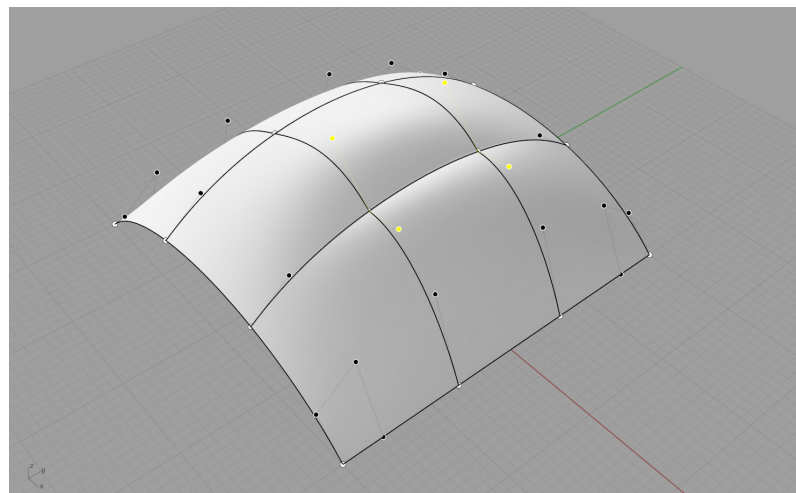


До

В процессе

После

Команда **tsCrease** добавляет резкие складки по краям T-spline. Чтобы использовать эту команду, выделите край, который нужно смять и нажмите *Enter*.



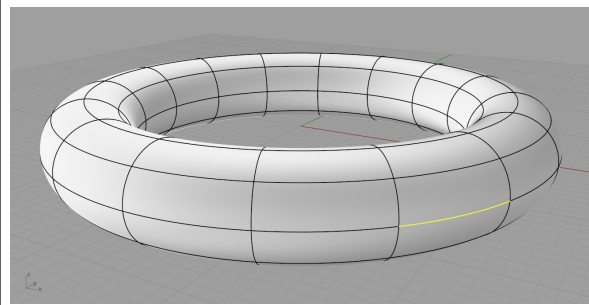
## Точки касания

Чтобы управлять секцией касания со складками к остальной части поверхности, используйте точки касания. По умолчанию, точки касания не видимы; включите их, щелкнув по значку **Handle** или в **настройках** T-Splines. Точки касания можно удалить, и сгладить поверхность, используя команду **tsRemoveCreases**.

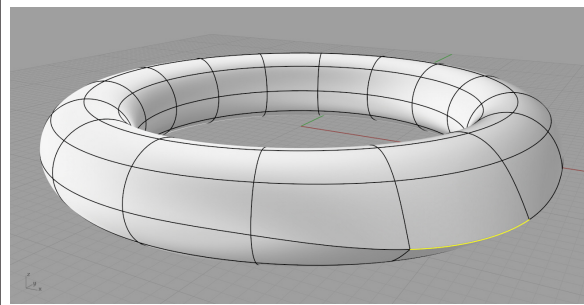
Точки касания для складок показаны желтым цветом



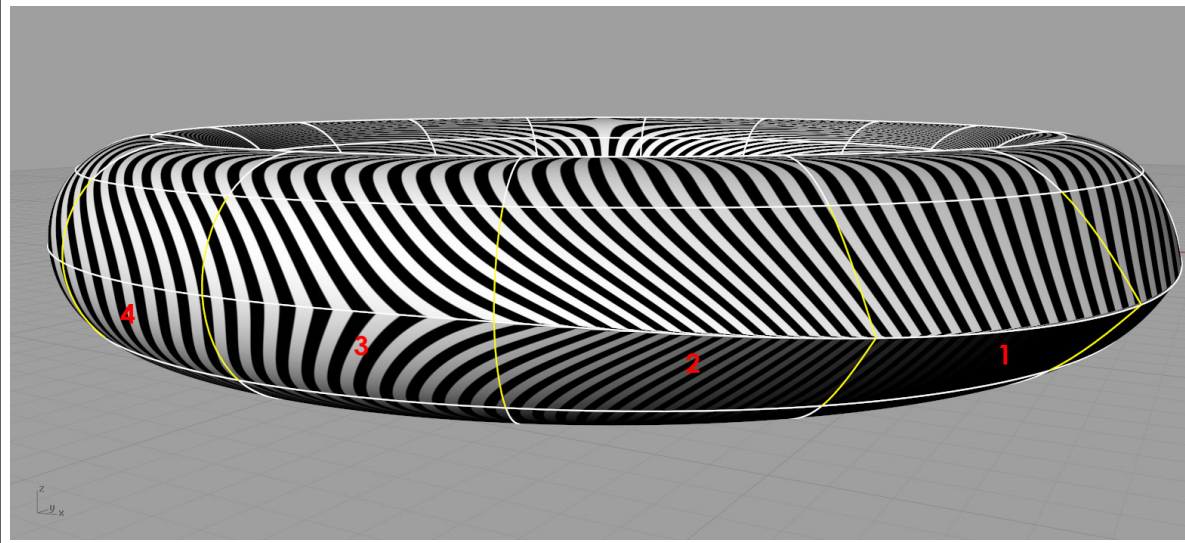
## Влияние складки на поверхность



а. Край, где будет складка



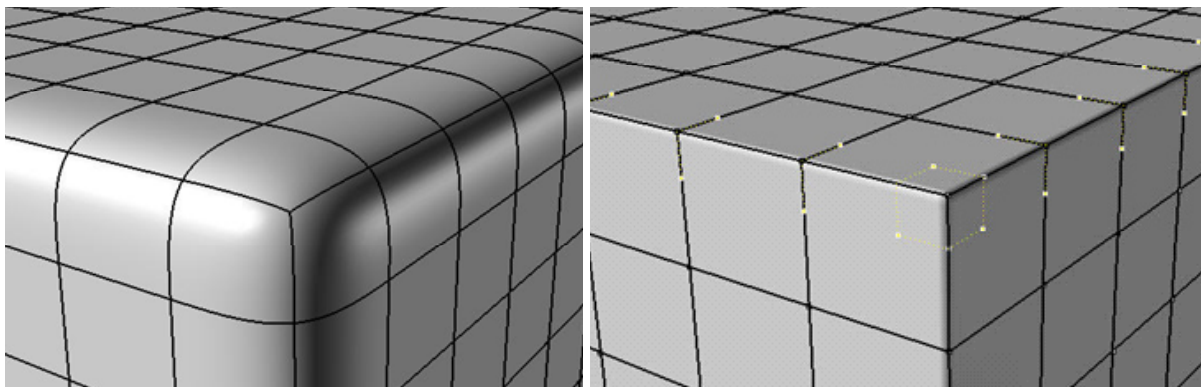
б. Создана складка



с. Увеличенное изображения (b) с дорожками Зебры. Как складка смешивается с поверхностью: Первый край со складкой. Второй и третий края частично смялись от влияния складки. Четвёртая сглаженная грань находится вне области влияния складки.

**Влияние складок на близлежащие области поверхности:** Как весь T-splines и контрольные точки NURBS, так и контрольные точки складок влияют на поверхность в пределах двух областей поверхности. Это означает, что если смят только один край, то следующие два края в цикле будут смяты лишь частично, а третий и дальний края цикла, вообще не будут смяты.



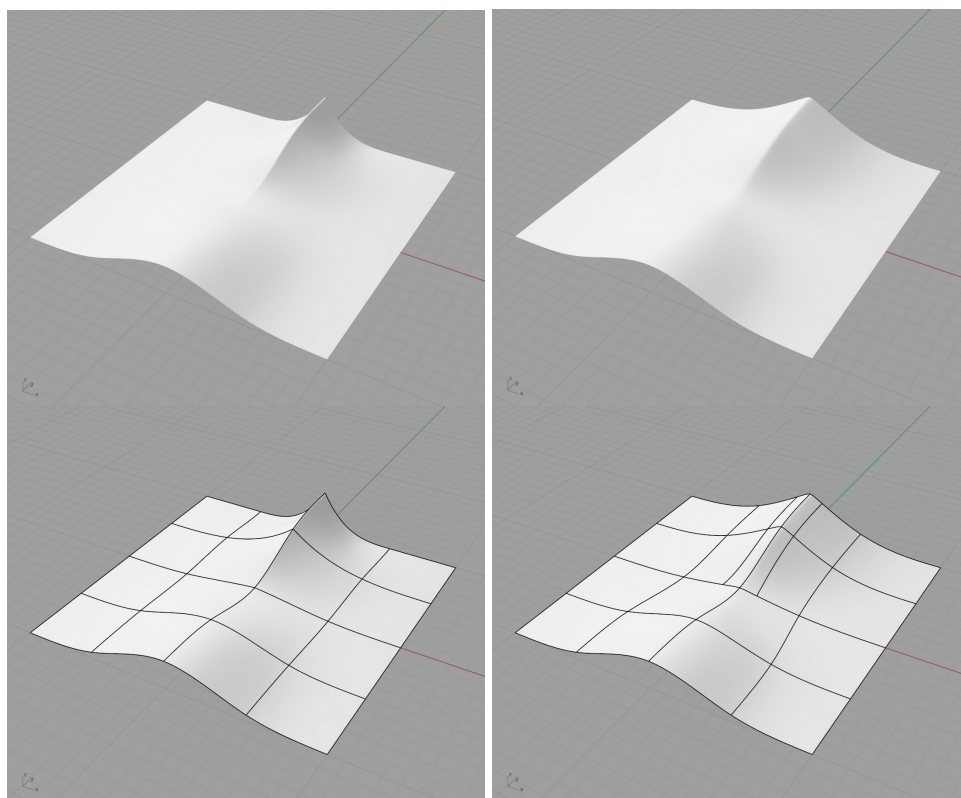


Край куба T-Spline

Добавление резкой складки с `tsCrease`. (Точки касания проявляются если они установлены видимыми в `tsOptions`.) Обратите внимание, что складка продлена вниз до третьего края от звездчатой точки.

**Поведение складки возле звездчатой точки:** влияние складок приводит к некоторым нежелательным эффектам около звездчатых точек. Если какой-либо край звездчатой точки будет смят, то все края, выходящие из звездчатой точки, будут смяты тоже, и будут продлены вдоль, на три края.

Таким образом, рекомендуется: или смять все края звездчатой точки, или вообще не использовать эту команду на краях звездчатых точек, а вместо неё воспользоваться командой `tsInsertEdge`, чтобы вставить мягкую складку возле звездчатой точки.

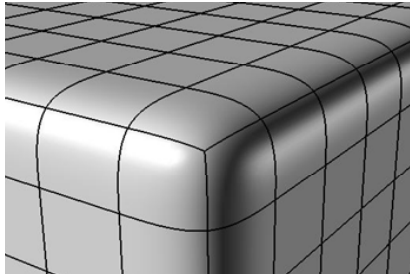


Резкая складка (`tsCrease`)

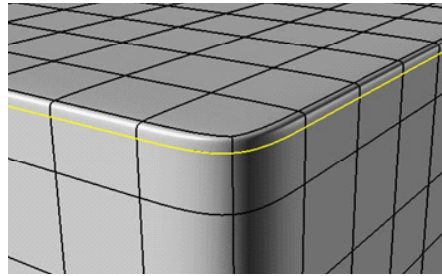
Мягкая складка (`tsInsertEdge`)

### Мягкие складки

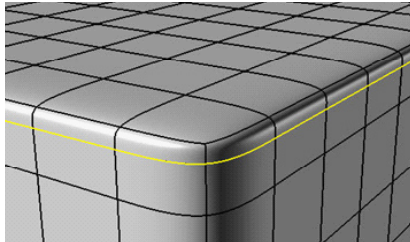
Складки создают очень резкий радиус на краях, а вам, допустим, не требуется такая резкая складка, поэтому вы можете смягчить эту складку, используя команду `tsInsertEdge`. Но учтите, что эта команда вставляет дополнительные контрольные точки возле складки.



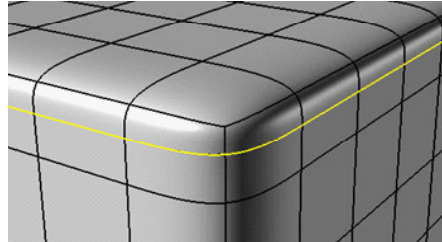
Грани куба T-Spline



Цикл граней (выделено) вставленный с `tsInsertEdge` с радиусом (0,05)

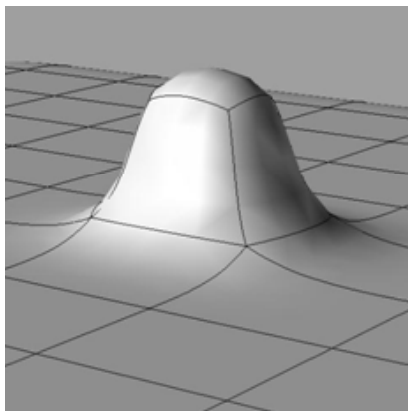


Цикл граней, вставленный с `tsInsertEdge` с радиусом (0,2)

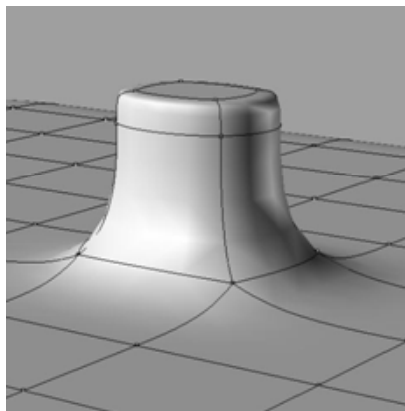


Цикл граней, вставленный с `tsInsertEdge` с радиусом (0,4)

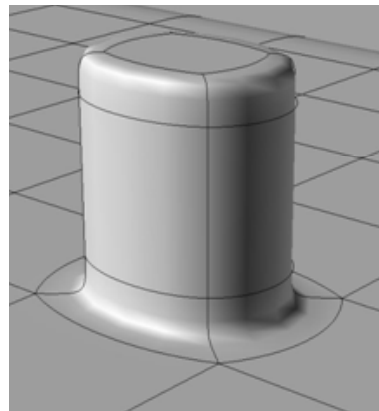
**Мягкая складка на углах:** вместо того, чтобы вставлять резкую складку, вставьте край. Вставка дополнительных краёв близко к исходному краю, обеспечит эффект мягкой складки



Экструзия



Граничный цикл, вставленный в вершине, для более крутого радиуса...



... и один на нижней части.

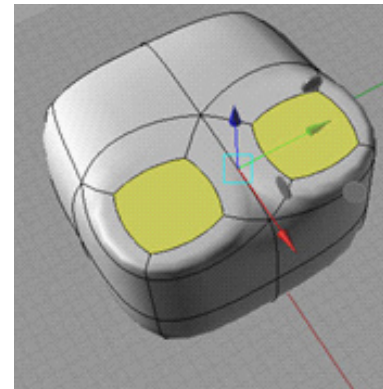
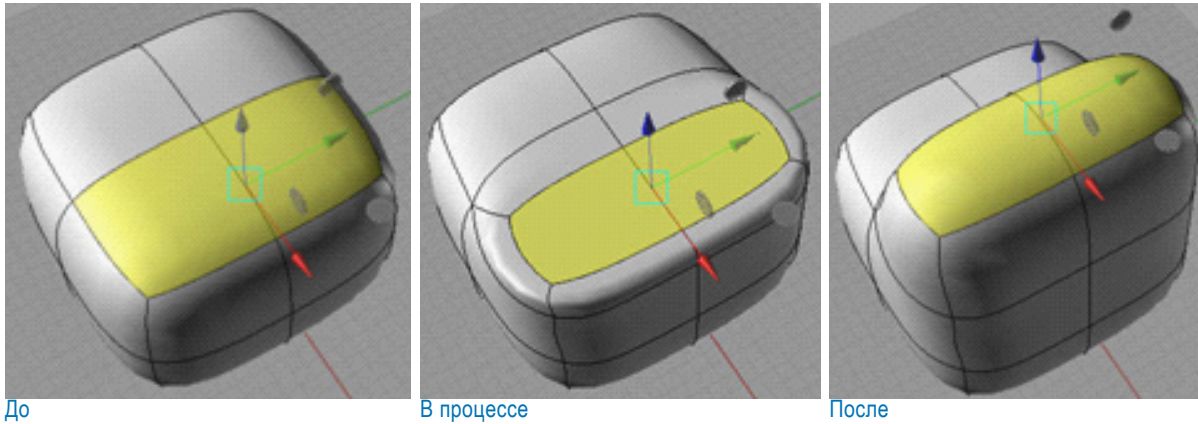
**Мягкие складки на экструзии:** Вытесняя столбец командой **`tsExtrude`**, вы можете управлять искривлением на вершине и нижней части столбца, вставляя граничные циклы командой **`tsInsertEdge`** (или делая многократные экструзии). Граничные циклы можно перемещать, чтобы уточнять плотность искривления.

## Добавление поверхности



### Экструзия грани

Выберите грань или грани. Выполните команду **tsExtrude**. Когда грани будут перемещены манипулятором, столбец новых граней будет добавлен вокруг исходной грани, соединяя его с основной поверхностью.

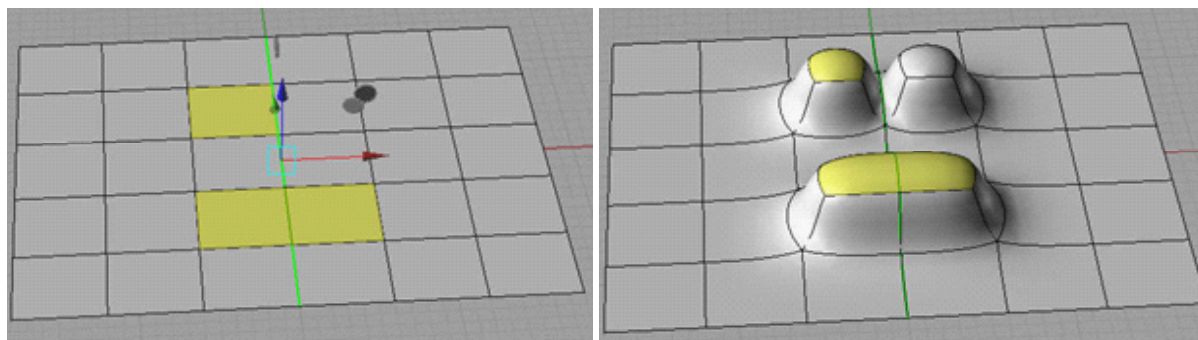
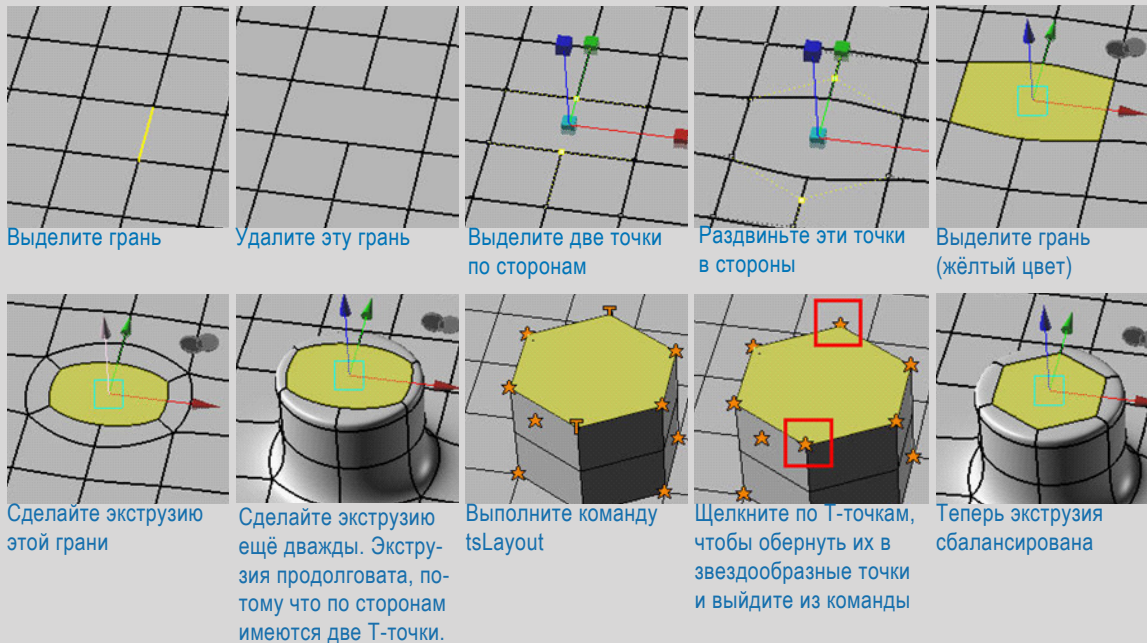


Две смежные грани, вытесненные раздельно.

**Экструзия нескольких граней:** Две или больше смежных граней, вытесненные вместе, будут вытеснены как единственный столбец. Чтобы сделать разрыв между вытесненными гранями, вытесняйте их отдельно. Сначала выделите одну грань и примените к ней команду **tsExtrude**, но не перемещайте новую грань. Затем выделите вторую грань, и так же, примените к ней команду без смещения. А теперь, выделите две созданные грани, и сместите их вместе на одинаковую высоту.

## Совет Экструзия прямоугольных поверхностей

Иногда требуется вытеснить прямоугольную поверхность, и получить больший контроль над сторонами экструзии. Вот один из способов вытеснения шестигранной поверхности в цилиндрическую:

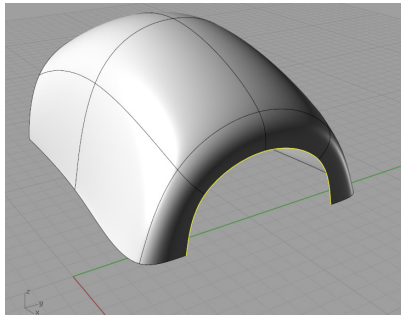


**Экструзия с симметрией:** Чтобы выполнить одну общую экструзию двух граней через границу симметрии, выделите грани с обеих сторон. Если выбрать только одну поверхность, то элементы экструзии будут вытеснены симметрично раздельно, с каждой стороны от границы **симметрии**.

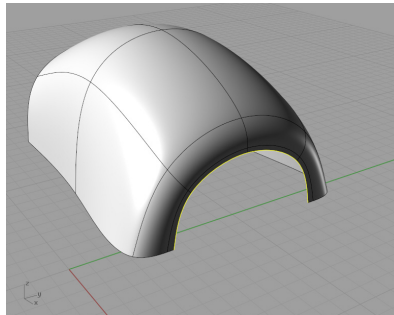
Вытеснение через границу симметрии.



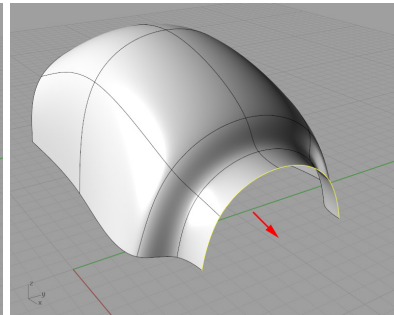
## Экструзия края



Выделите граничные края

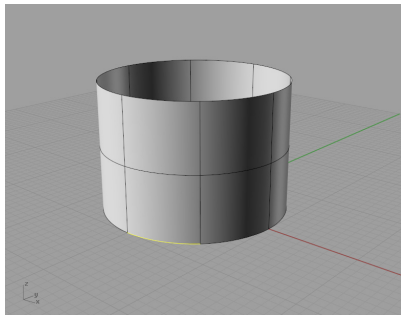


Выполните команду tsExtrude

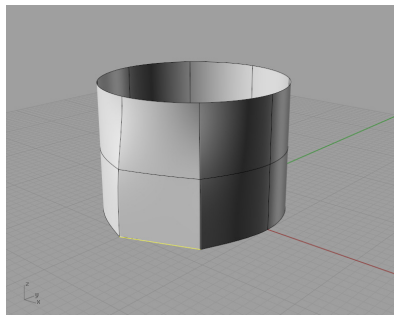


Вытяните край

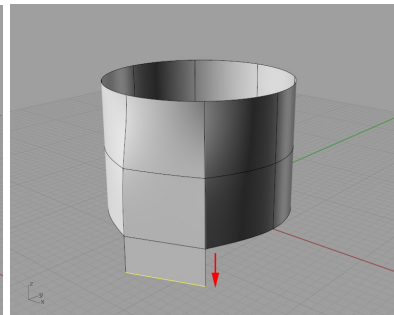
Вытеснение краев позволяет добавлять ещё больше геометрии на границах вашей модели. Чтобы использовать эту команду, выберите край или края, которые следует вытеснить, и выполните команду **tsExtrude**. Вытеснение краев разрешено только со стороны границы поверхности.



Выделите край или края

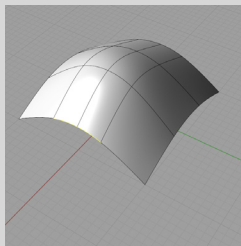


Выполните команду tsExtrude

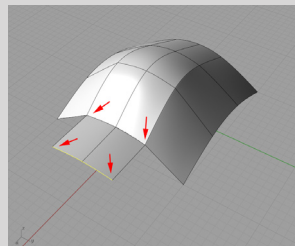


Вытяните край

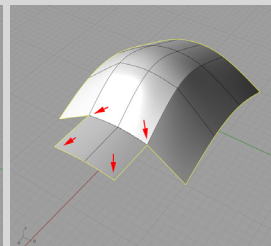
Можно вытеснять не только все граничные края, но и один или несколько краёв, находящихся на границе поверхности, но это немного исказит поверхность.



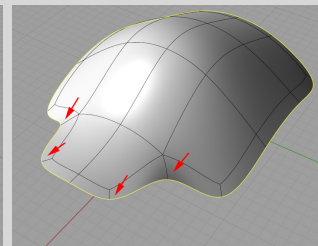
Поверхность T-spline. Выделите два края в середине.



Вытесните эти края. Заметьте, что у поверхности появилась складка, потому что на границе появились острые внутренние углы (показано стрелочками).



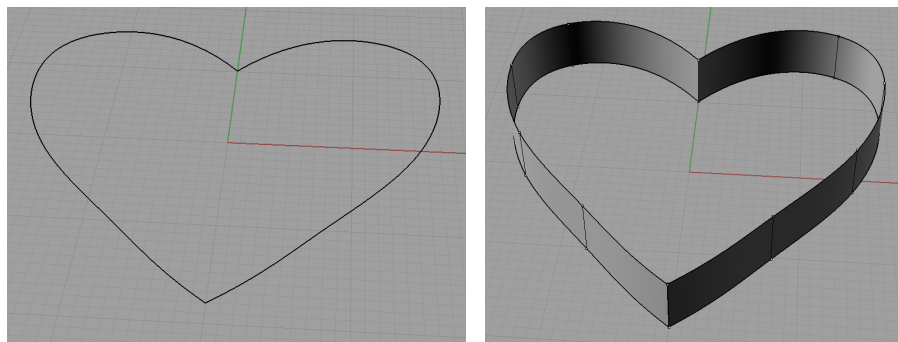
Есть способ, сделать эту поверхность со складкой гладкой, путём добавления полного граничного цикла. Выделите все граничные края.



Вытесните края границы. Заметьте, как изменилась топология границы: теперь все пограничные точки имеют валентность 3, которая является лучшим вариантом для сглаженных контуров.

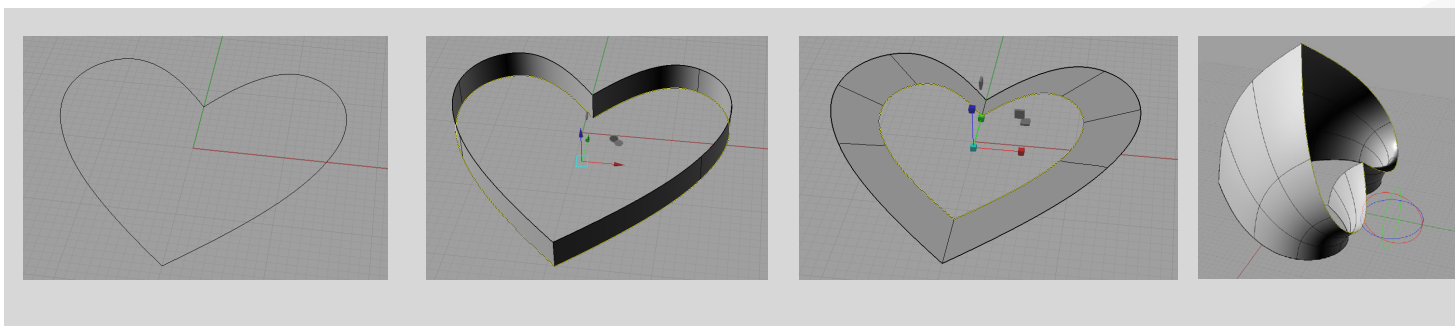
### Совет Вытеснение краев, для сглаживания границ T-splines

Если в процессе экструзии края, между новой гранью и моделью T-spline появилась складка, то есть способ её сгладить. Это очень важный совет, который значительно улучшит ваше моделирование!



## Экструзия кривой

Начиная с T-Splines v.2.2, экструзией можно вытеснять не только поверхности, но и кривые. Выделите нужную кривую и выполните команду **tsExtrude**.

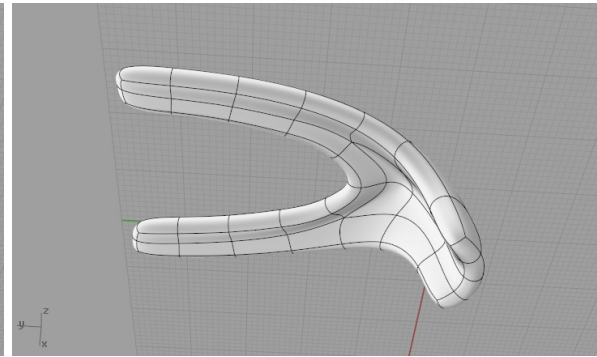
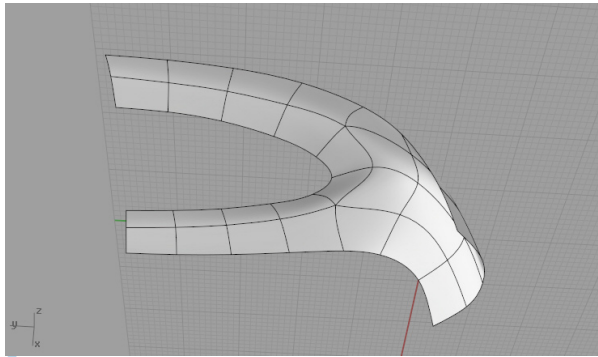


## Совет Экструзия с манипулятором

Вместо того, чтобы щелкнуть по значку Extrude, просто выделите необходимый объект (кривая, грань или край), и удерживая клавишу *Alt*, перетащите манипулятор, тем самым выполнив экструзию. Это работает с манипуляторами преобразования, вращения и масштаба!



## Утолщение



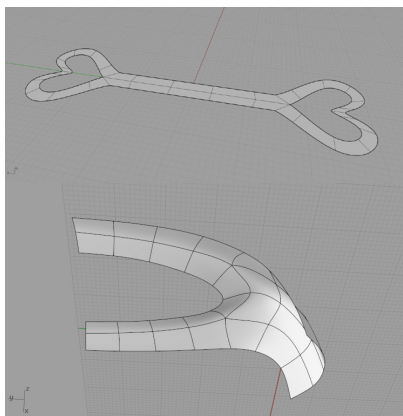
До

Утолщение со сглаженными границами

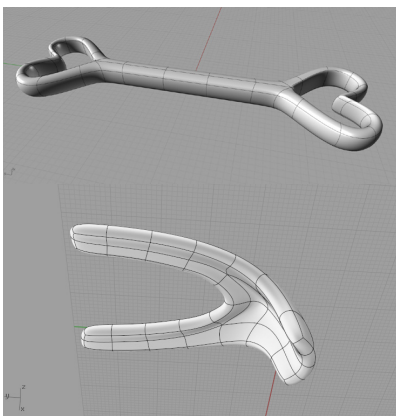
Команда ***tsThicken*** - самый простой и быстрый способ придать поверхности толщину, как бы окружая её новой поверхностью.

Команда ***tsThicken*** не дает точного окружения; вместо этого, она создает доступное для редактирования тело с минимальным количеством контрольных точек. Для точного окружения, используйте команду Rhino ***OffsetSrf***.

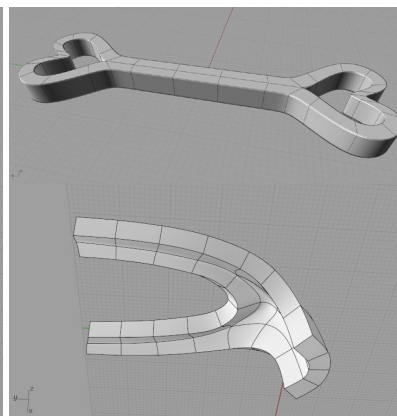




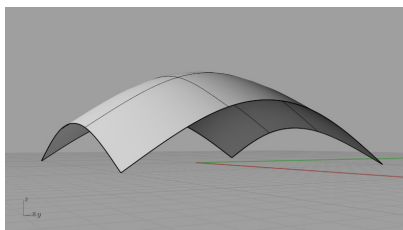
Открытая поверхность T-spline



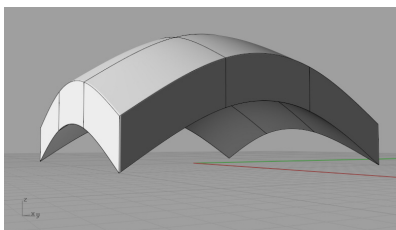
Утолщение 3 модулей, (края без складок)



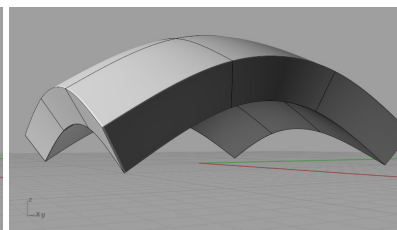
Утолщение 3 модулей, (края со складками)



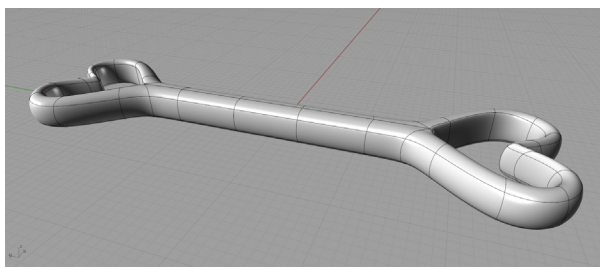
Поверхность T-spline



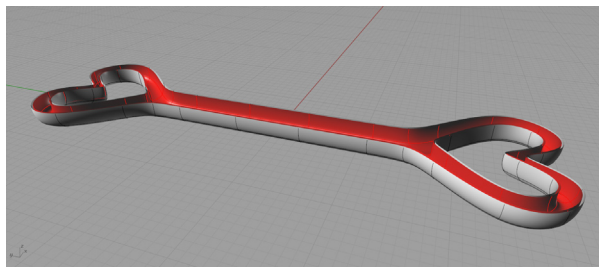
Утолщение (Normal)



Утолщение (PerVertexNormal)



Закрытая поверхность T-spline утолщена.



Объект разрезан пополам, чтобы показать обе поверхности. Красным цветом показана новая поверхность.

**Утолщение открытых поверхностей:** Команда *tsThicken*, применяемая к поверхности, копирует эту поверхность и соединяет обе поверхности вдоль краёв. Пользователь может уточнить толщину нового объекта, вводом числа в командную строку или вручную, ориентируясь на изменяемое изображение, перемещая мышью. Утолщение соразмерно исходной поверхности, и нормализовано в каждой контрольной точке.

### Опции

Опция *CreaseEdges* учитывает наличие сглаженных краёв и краёв со складками на утолщенной поверхности.

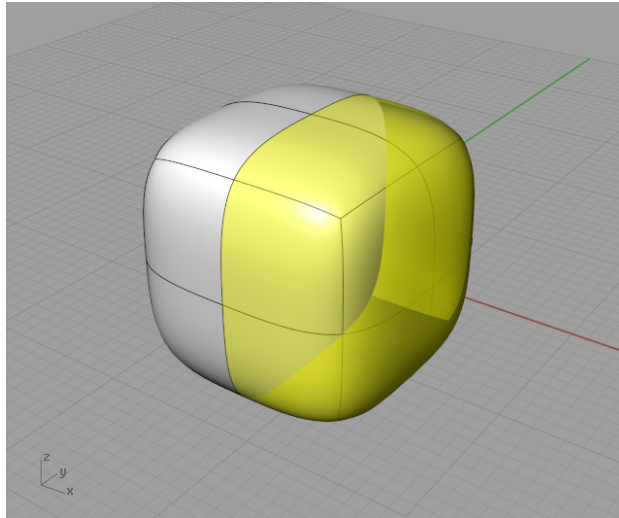
Опция *DirectionType* позволяет вам выбрать вариант утолщения: *Normal* - параллельно планарной плоскости; *PerVertexNormal* – перпендикулярно плоскости модели.

**Утолщение закрытых поверхностей:** Если поверхность закрыта, то команда *tsThicken* создаст вторую, отдельную поверхность, поверх основной, на расстоянии.

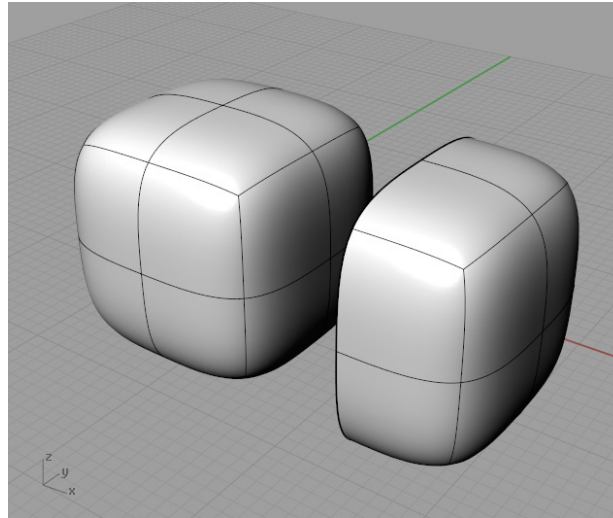
**Создание пересекающихся поверхностей с утолщением:** Команда *tsThicken* не определяет, создаётся ли пересечение объекта. Фактически, если введенная толщина будет больше чем минимальное искривление объекта, то модель пересечется сама с собой. Мы рекомендуем визуально исследовать вашу модель на факт пересечения после выполнения утолщения. Сами пересечения могут быть исправлены вручную, путём перемещения контрольных точек.



## Дублирование граней



Выбрана область поверхности для копирования



Создана копия области поверхности

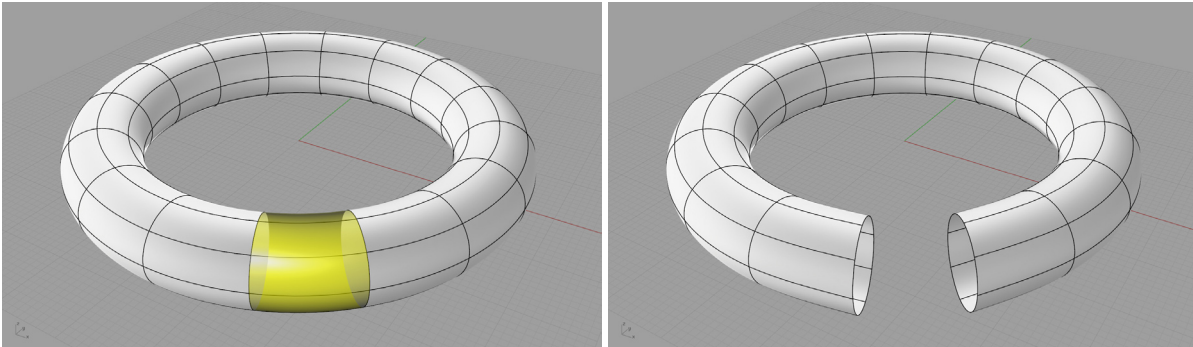
Команда ***tsDuplicateFaces*** создает копию поверхностей T-spline. Команда копирует расположение контрольных точек. Если вы работаете в кубическом режиме, то это будет похоже на точную копию, но если вы находитесь в режиме сглаживания, и копируете открытую поверхность, то у граничных краев возможно искривление, отличное от исходной поверхности.

## Удаление детали/поверхности

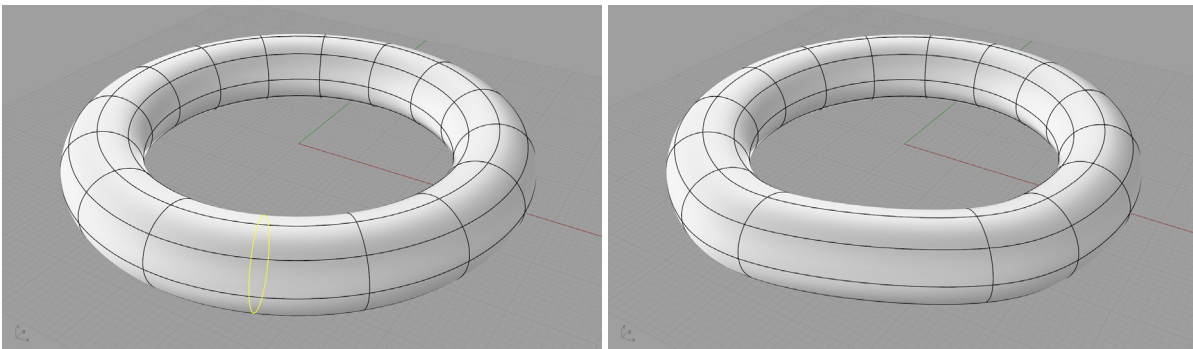


### Удаление

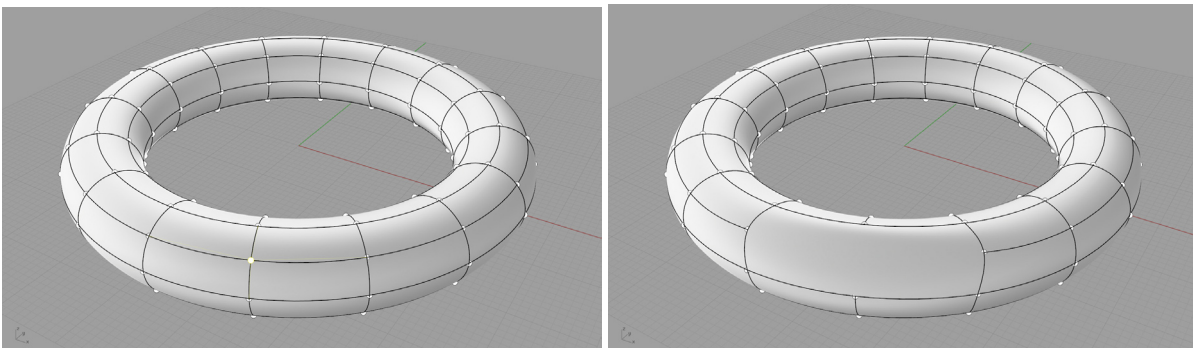
Команда **Delete** позволяет вам удалять грани, края, и вершины вашей модели.



Удаление грани удалит часть поверхности. Удаление граней является альтернативой обрезке, и часто используется при редактировании модели.



Удаление краев и вершин от модели вызовет изменение искривления поверхности в области удаления.



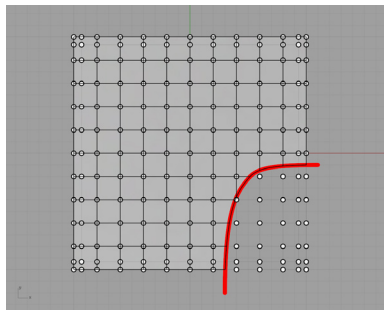
Удаление краев, также изменяет поверхность. Подобно команде **RemoveKnot** в Rhino, за исключением того, что частичные края будут также удалены.

Удаление одной вершины, соответственно, удалит все края, касающиеся этой вершины.

**Совет**

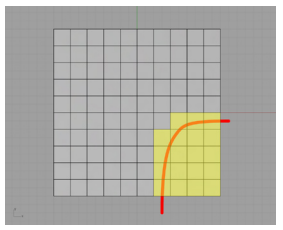
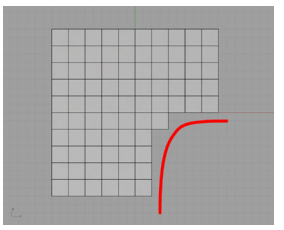
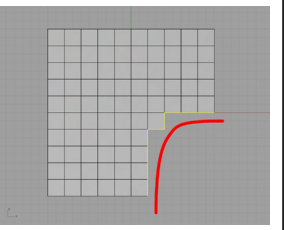
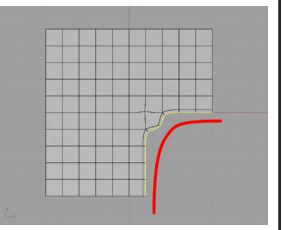
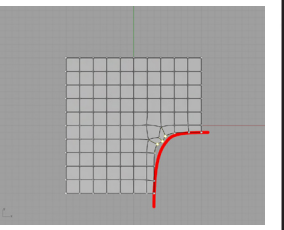
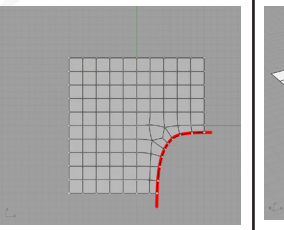
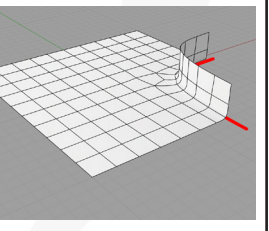
Используйте клавишу *Delete* на своей клавиатуре вместо того, чтобы щелкать по значку для удалений!

**Удаление граней, подобно обрезке**

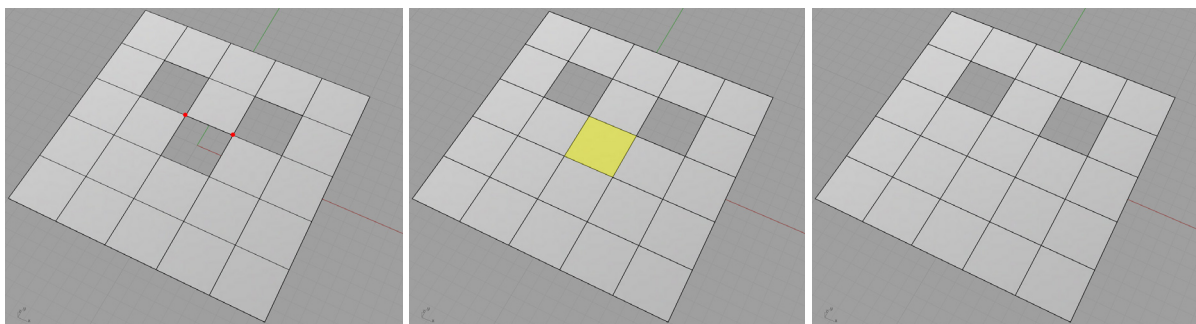
		
<p>Кривая и поверхность, которая будет обрезана.</p>	<p>Конечный результат обрезки в Rhino. Часть поверхности скрыта, но исходные контрольные точки все ещё существуют.</p>	<p>Конечный результат после удаления граней T-splines. Края поверхности лежат на кривой обрезки.</p>

**Удаление граней, подобно обрезке:** Удаление граней является новым понятием в традиционной разработке моделей NURBS. Это альтернатива обрезке поверхности Rhino. Фактически, удалённая грань удаляется из поверхности вместе с краями и контрольными точками, тогда как обрезка NURBS всего лишь “скрывает” обрезанную часть поверхности. См. примеры удаления граней, подобных обрезке в разделе [Trimming T-splines](#).

**Как правильно удалить грани, чтобы сделать “обрезку” T-spline**

						
<p>Удалите все грани, лежащие за пределами кривой.</p>	<p>Поверхность после удаления граней</p>	<p>Выделите граничные края.</p>	<p>Вытесните эти края экструзией. Включите привязку Near.</p>	<p><b>Вручную</b> подтяните контрольные точки на кривую обрезки.</p>	<p>Готовая “обрезка” T-spline</p>	<p>Преимущество наличия истинного края в том, что его можно вытеснить.</p>

				
Для более точного управления, разделите необходимые грани.	Выделите граничные края.	Вытесните эти края экструзией.	Готовая "обрезка" T-spline.	



Недопустимая поверхность (грани образуют острые углы). Красные точки указывают на то, что поверхность не может быть выведена в режиме сглаживания.

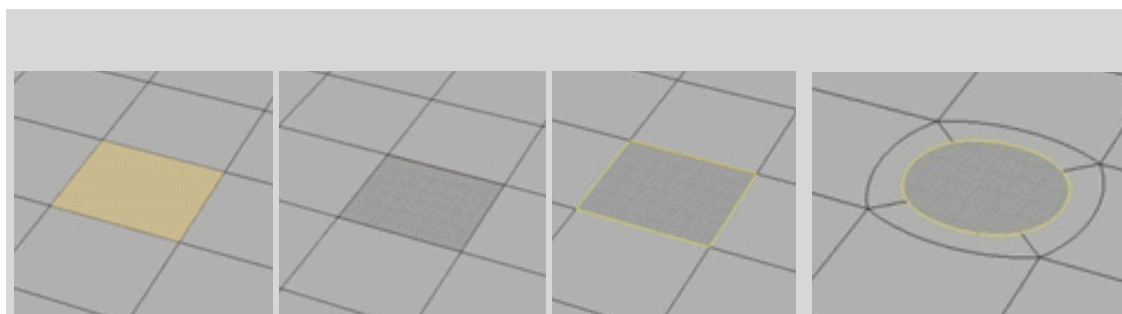
Добавление этой грани сделает поверхность допустимой

Допустимая поверхность

### Удаления, которые приводят к повреждению поверхности:

Большинство удалений можно выполнять в режиме сглаживания, или в кубическом режиме. Однако, некоторые удаления могут создавать недопустимую поверхность, и T-spline автоматически переключится в кубический режим сразу же, после удаления. Эти поверхности T-spline следует исправлять прежде, чем выводить на экран в режиме сглаживания.

**Удаление граней, оставляющих углы:** Если грань будет удалена, оставив грани, касающиеся углами, то поверхность будет также недоступна в режиме сглаживания.



Грань, которая будет удалена.

Грань удалена.

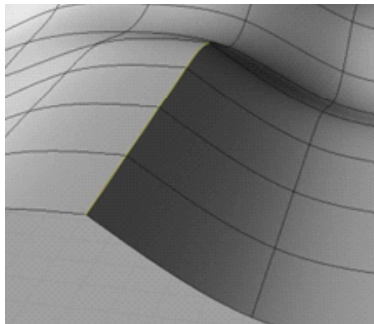
Выделите все граничные края дыры.

Вытесните эти края экструзией. Теперь дыра почти круглая, и без резких углов.

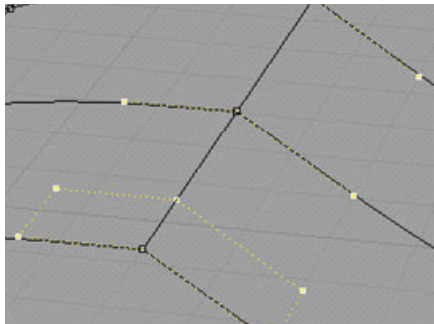
**Совет** Как сделать дыру в T-spline без острых углов: Ознакомьтесь с рисунками слева.



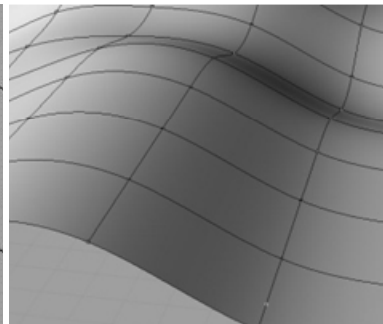
## Удаление складок



Складка перед удалением



Каркас. Показаны точки касания.



Поверхность после удаления складки

Команда ***tsRemoveCreases*** позволяет удалять **складки** с поверхности T-spline. Складки в T-Splines задаются точками касания, и если точки касания удалить, то поверхность будет сглажена. Чтобы использовать команду, выберите край со складкой или точку, и выполните команду. Складка будет удалена, а поверхность станет гладкой.

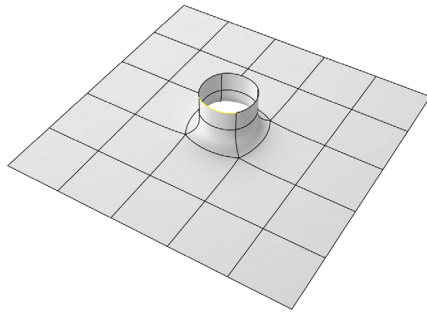


## Объединение поверхностей

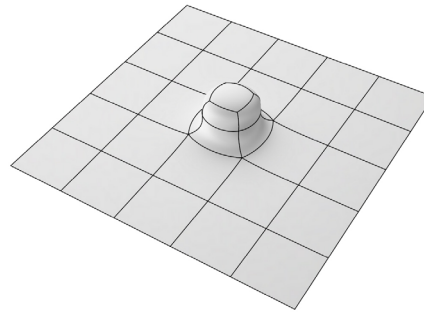


### Заполнение дыр

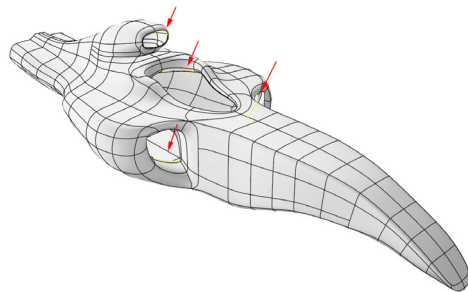
Команда **tsFillHole** заполняет дыры на поверхности T-spline. Чтобы заполнить дыру, вызовите команду **tsFillHole**, и щелкните по краю дыры. Модель станет доступной для редактирования, словно целая сглаженная поверхность.



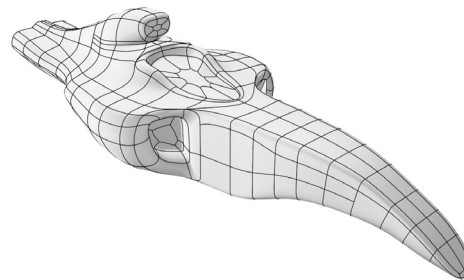
Открытая дыра на поверхности T-spline.



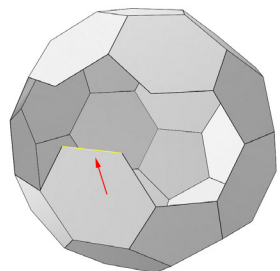
Дыра, заполненная командой tsFillHole.



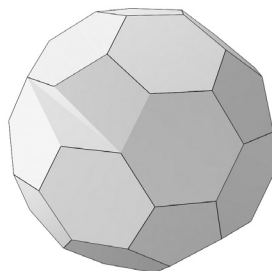
Три дыры можно заполнить за один раз. Здесь предварительно выбраны края каждой дыры.



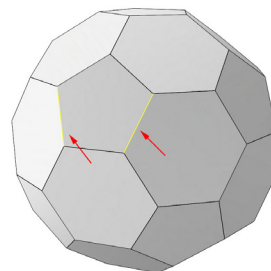
Три дыры заполненные командой tsFillHole.



Даже дыры неправильной формы можно заполнить командой tsFillHole.



Дыра заполнена. Однако, необходимо вставить дополнительные края, используя команду tsInsertPoint. Иначе, эта поверхность не будет правильно сглажена.



Выделенные края были вставлены дополнительно.



Финальная сглаженная поверхность.

Заполнение одной дыры.

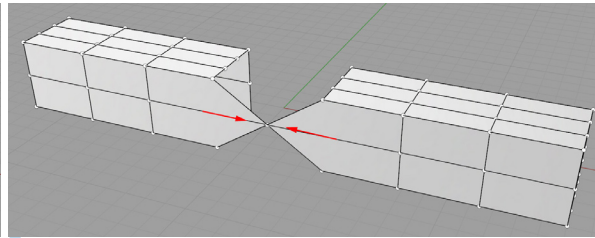
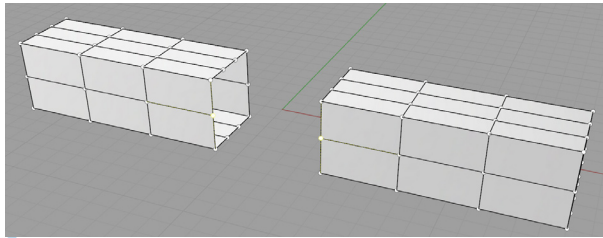
Несколько дыр можно заполнить за один раз.

Заполнение дыр неправильной формы.



## Сварка точек

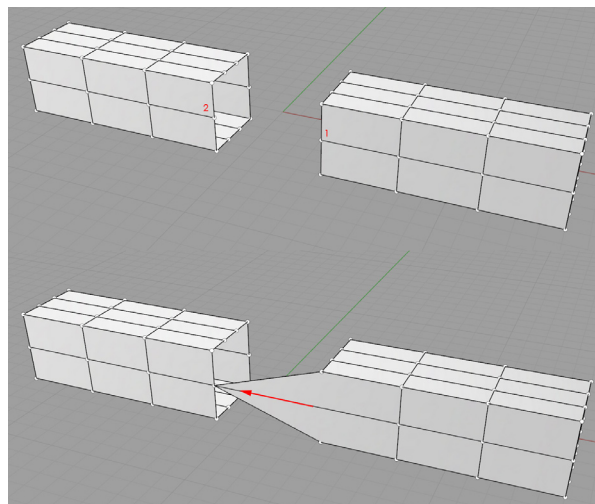
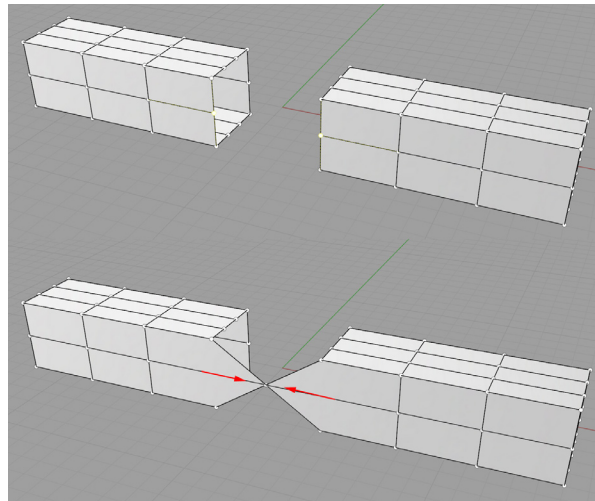
Команда **tsWeld** позволяет вам сваривать точки в единственной поверхности T-spline, или комбинировать две поверхности Tsplines в одну.



До

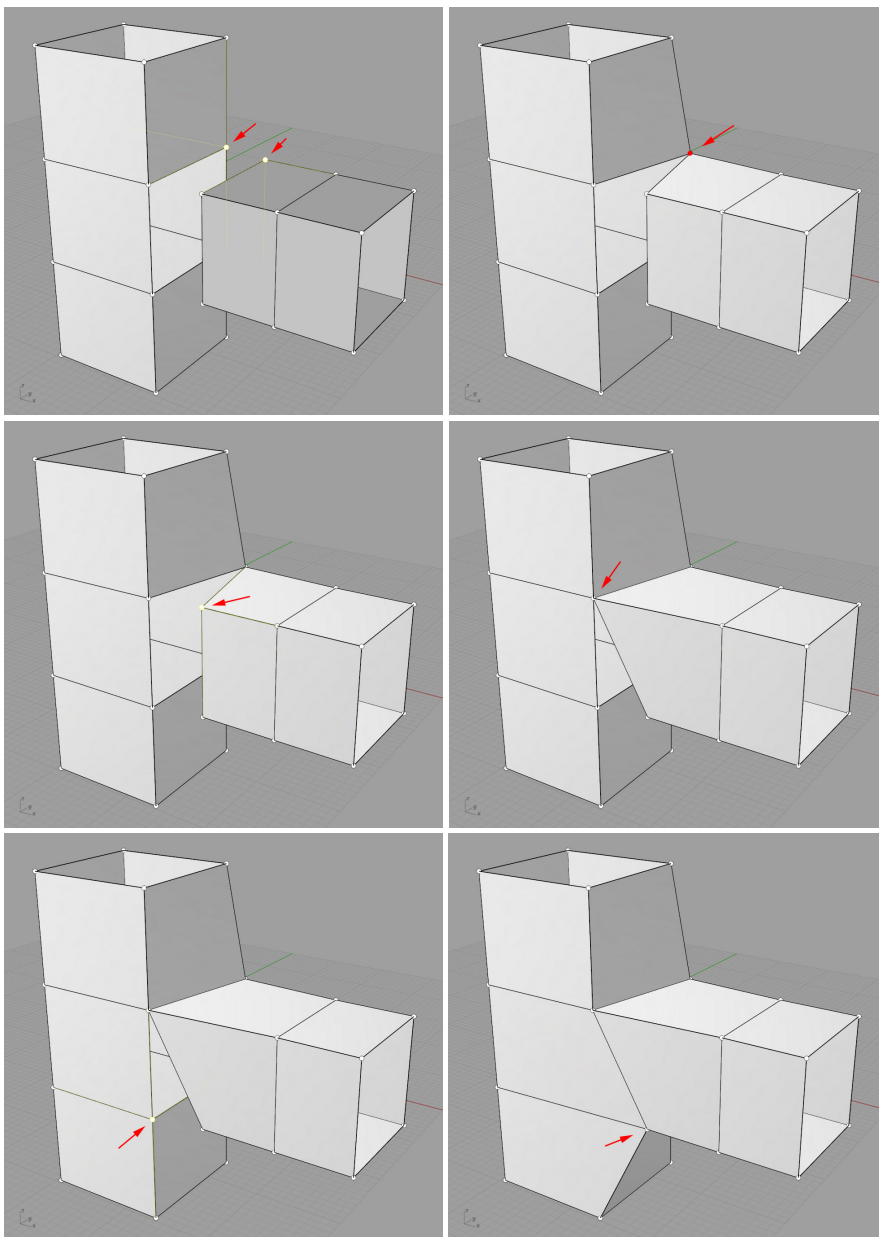
После

Если предварительно выбрать две точки, то команда сварки состыкует их ровно в среднем расстоянии между ними.



Если точки выбрать после того, как была выполнена команда, то первая точка будет перемещена к позиции второй точки.





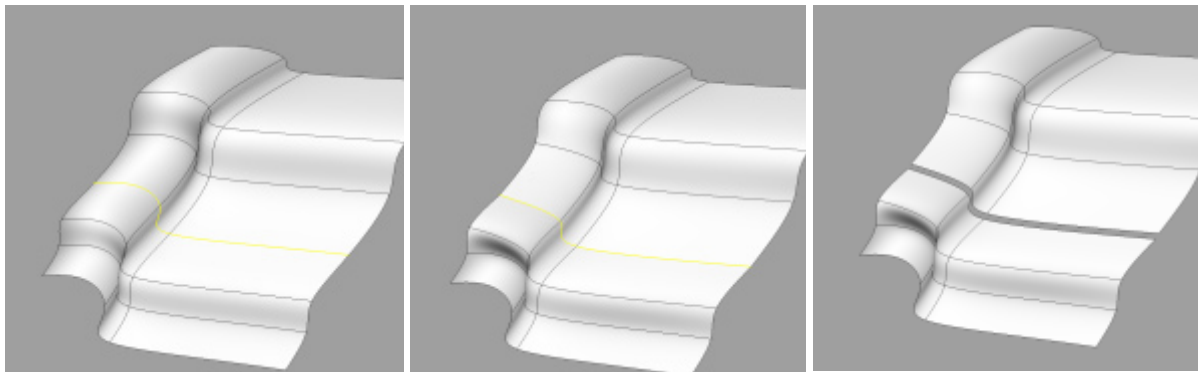
Когда вы начинаете сваривать точки двух различных поверхностей Tsplines, или свариваете разрыв на единственной поверхности T-spline, то вначале, первая пара спаянных точек покраснеет. Красная точка означает, что в настоящий момент, T-spline не может быть выведен на экран в сглаженном режиме. Как только вторая пара точек будет приварена к краю, краснота исчезнет, и T-spline можно будет вывести на экран в сглаженном режиме.

Более продвинутый пример сварки. Вначале предварительно была выбрана первая пара точек, применена команда, в результате которой каждая точка была перемещена на середину пути. Затем была выбрана вторая пара точек, но по-другому: Прежде всего, была выполнена команда, потом выбрана левая точка, а уж затем правая. Таким образом, в процессе сварки, правая точка была перемещена к левой точке. Третья пара точек была сварена вторым способом, с той лишь разницей, что вначале была выбрана правая точка, а потом левая.



## Разрезание по краям

Команда **tsUnweld** разрезает поверхности T-spline по краям. Края, разрезанных поверхностей, останутся друг на друге, пока не будут перемещены.



Выбраны края в средней части поверхности.

После того, как команда выполнена, обе части все ещё лежат друг на друге.

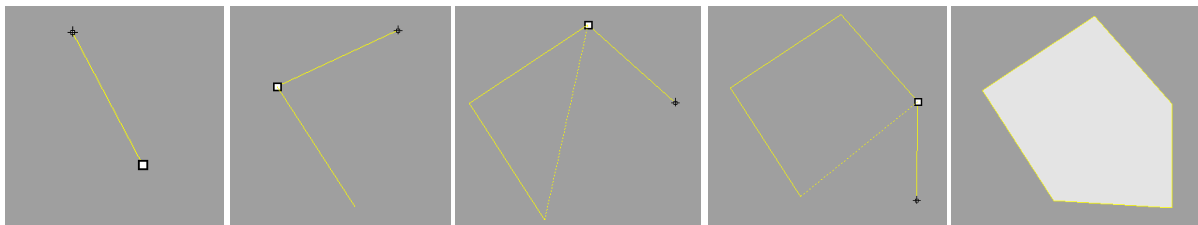
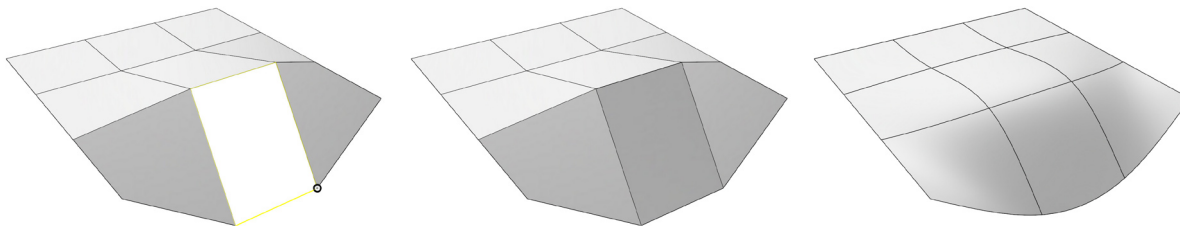
Одна часть перемещена, чтобы показать, что поверхность разрезана.



## Добавление грани

Команда **tsAppend** добавляет новые грани к T-spline. Это подобно команде экструзии граничных краёв и команде заполнения дыр. Также можно использовать эту команду, для того чтобы создать грань, не связанную ни с какой поверхностью, или чтобы начать строить новую поверхность.

Добавление грани между двумя частями модели.



Чтобы добавить новую грань, выберите точку с края модели, куда хотите добавить эту грань (для удобства включите привязку Osnap Point). Щелкните по точкам в пространстве, чтобы отметить границы добавленной грани, и затем закончите в вершине того же самого края исходной точки на модели.

Вы можете использовать команду **tsAppend**, чтобы создать грань, не связанную ни с какой другой поверхностью.

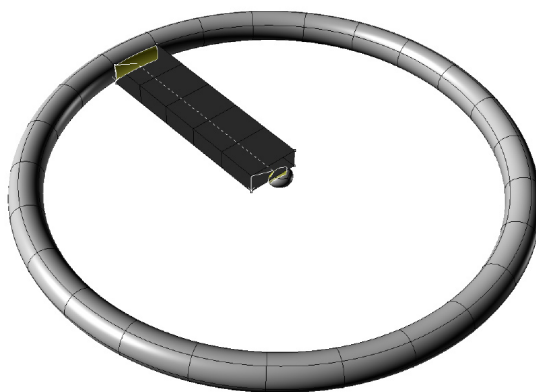
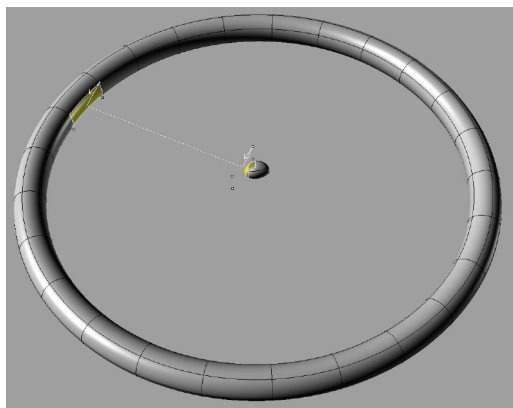
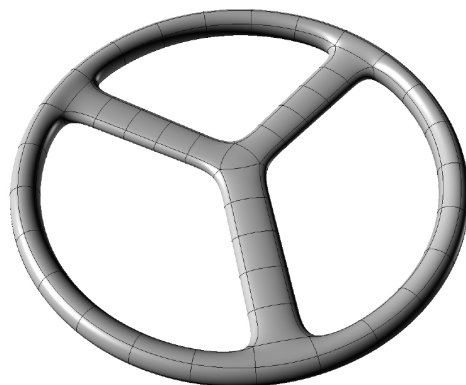


## Перемычка

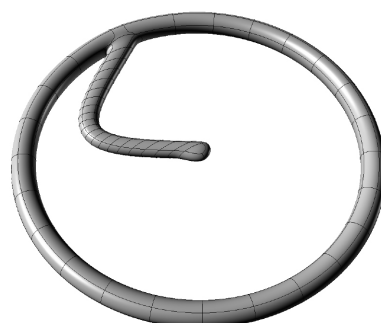
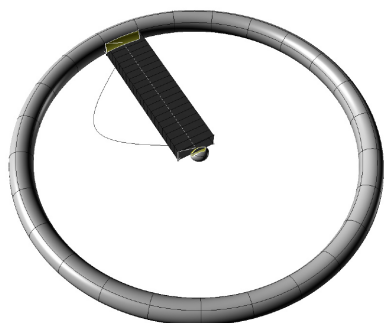
Команда **tsBridge** позволяет соединять две поверхности T-spline (или две части одной поверхности T-spline), добавляя промежуточные грани. Команда выполняется в два этапа: выбор и выравнивание.

**Selection** (Выбор): Команда **tsBridge** работает с граничными краями или с гранями. Если грани будут выбраны, то перемычка будет создана между границами выбранных областей, и грани будут удалены. Вы можете переключиться между режимами прорисовки края или грани, используя для этого опцию *SelectionMode*.

**Alignment** (Выравнивание): Определяет число сегментов, которые создаст перемычка при использовании опции *Segments*. Вы можете включить предварительный просмотр перемычки, используя опцию *ShowPreview*.

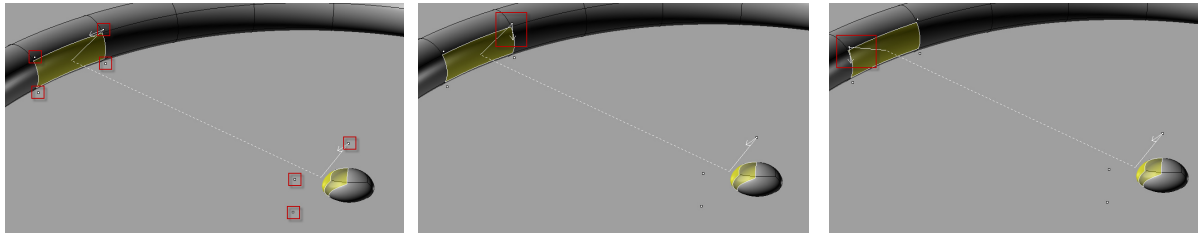


Две поверхности, которые будут соединены перемычкой, с выключенным (слева) и с включенным (справа) *ShowPreview*.



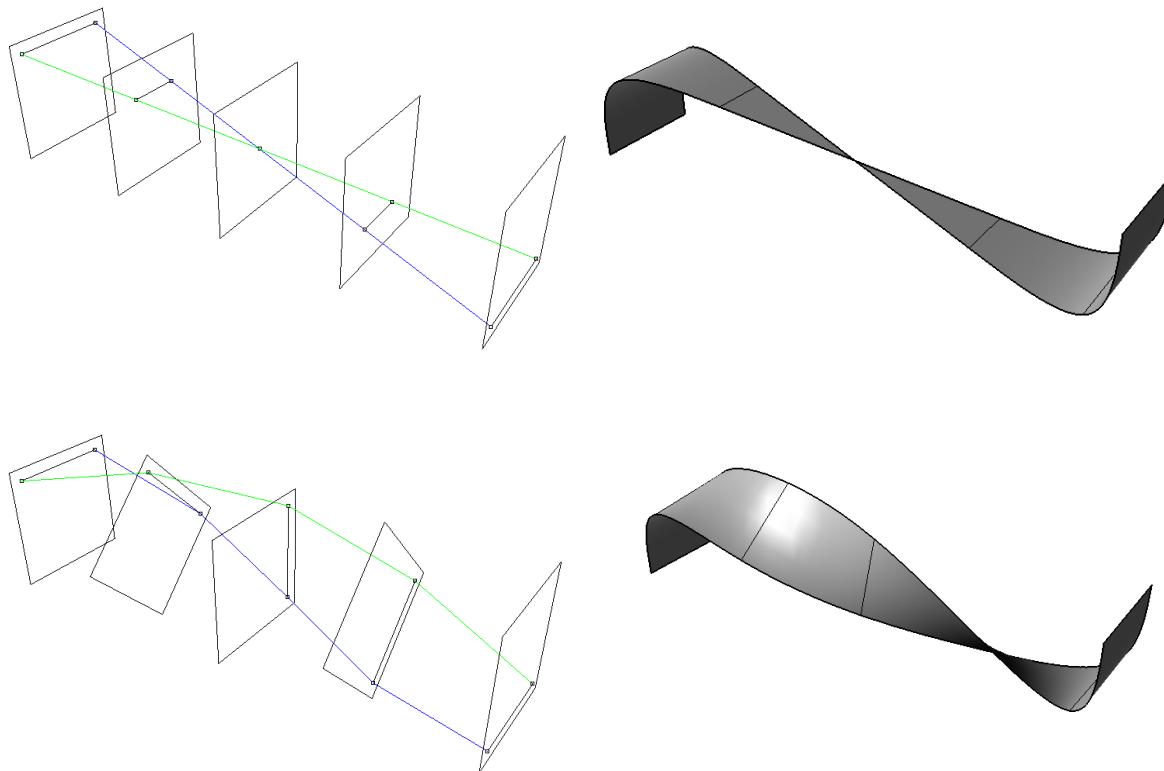
Вы можете управлять кривой, вдоль которой перекинется перемычка, используя опцию **FollowCurve**. Если будет выбрана кривая, то команда будет перемещать и масштабировать кривую, таким образом, она ляжет в середину перемычки и масштабируется, чтобы соответствовать вашему выбору. Вы можете повернуть кривую используя опцию **Rotation**, перетаскивая круг, который покажется в середине кривой. Кривую можно зеркально отразить, щелкнув по стрелке, исходящей из центра круга.

Слева направо: *FollowCurve=no*, *FollowCurve=yes*, получившаяся поверхность.



Выравнивание между этими двумя выборами можно распределять, щелкая по точкам выравнивания на группе краев или поверхностей. Если поверхности или граничные циклы будут выбраны, то все вершины вдоль выбора будут точками выравнивания. Иначе, единственные точки выравнивания будут в концах граничного выбора. Индикатор направления выравнивания переместится в выбранную точку выравнивания.

Слева направо: Красным выделены точки выравнивания. Щелчок по индикатору направления приводит к смене направления скручивания; его можно перемещать, щелкая по другим точкам выравнивания.



**Twist** (Скручивание): команда **Bridge** образует воображаемый туннель, который соединяет две выбранные области. Если выбрана кривая перемиčky, то туннель перемещается вдоль кривой, и его направление следует за искривлением кривой. В промежутках вдоль туннеля, перемиčka образует поперечные сечения (фреймы) и определяет, где должна быть расположена перемиčka в пределах одного фрейма. Опция *Twist* позволяет вам определять, сколько полных вращений туннель сделает вокруг кривой между началом и концом туннеля. Это можно использовать, чтобы сделать спиральную перемиčku, или чтобы избежать зажима.

Если значение  $Twist = 0$ , то края меняют свою позицию в каждой серии фреймов, что приводит к конусности в центре.

Если значение  $Twist = 0.5$ , то края остаются в одинаковой позиции, относительно каждого из фреймов. Однако, сами фреймы изменят ориентацию, закрутившись в спираль.



## Сварка краёв

Команда **tsMerge** позволяет вам объединять края в единственной поверхности T-spline, или комбинировать два T-splines в один. Выделите две цепочки краёв и объедините их вместе, командой **tsMerge**.

Опция *Smooth*, команды **tsMerge**, позволяет вам определять, как будут объединены поверхности: гладко или со складкой.

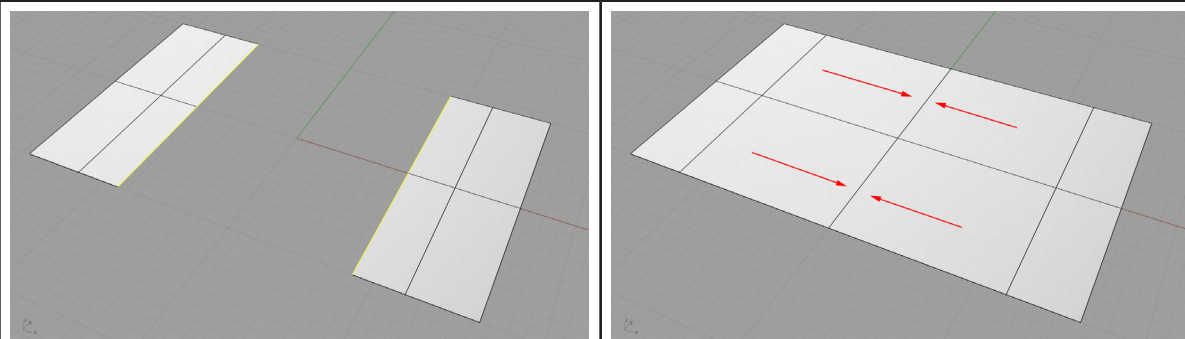
### Слияние по краям, для объединения трёх поверхностей

1. Выделите полный цикл граничных краёв поверхностей A и B	2. Объедините эти края	3. Выберите полный цикл граничных краёв поверхностей AB и C	4. Объедините и эти края

### Слияние по краям, в пределах одной поверхности

1. Выделите края	2. Объедините их	3. Выделите края	4. Объедините их

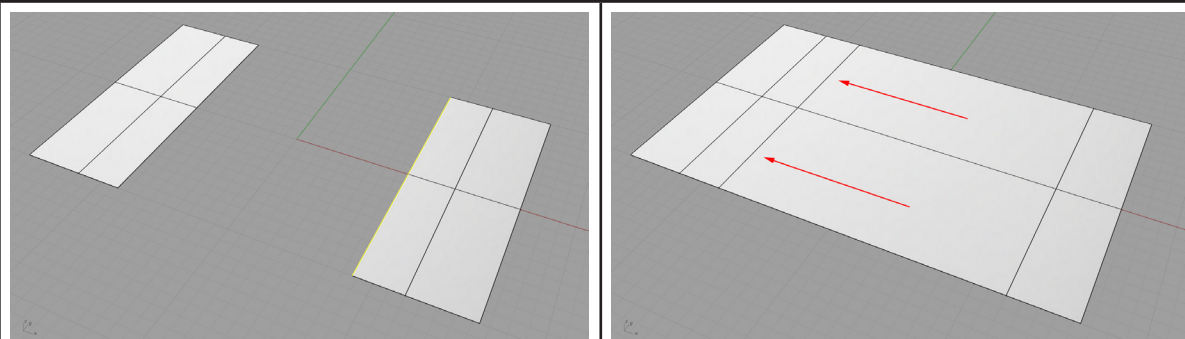
### Слияние предварительно выбранных краёв



1. Выберите края обеих поверхностей

2. Объедините их

### Слияние краёв после выполнения команды tsMerge

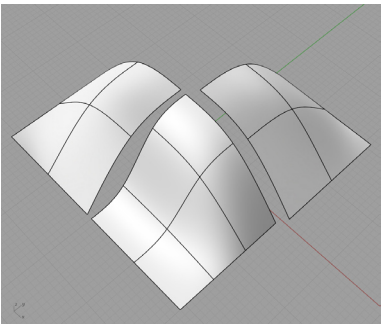
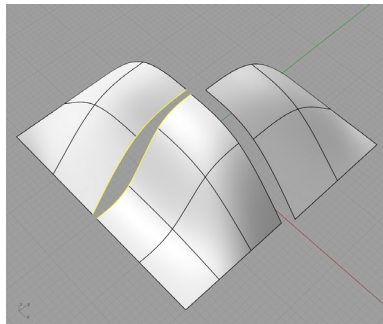
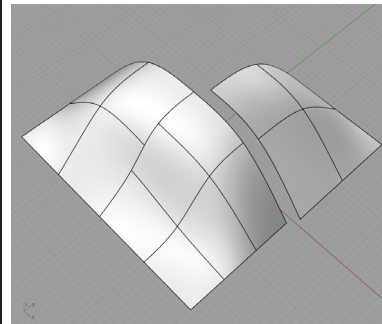
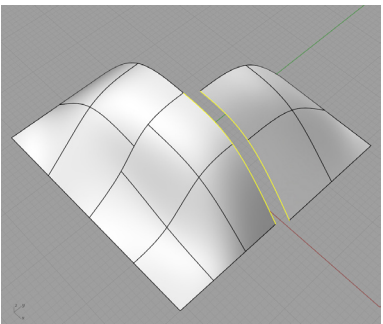
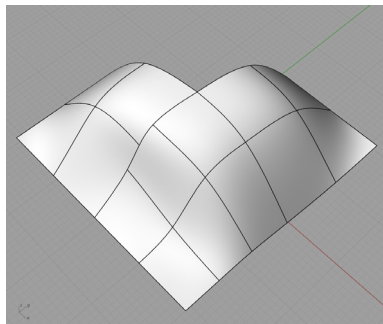
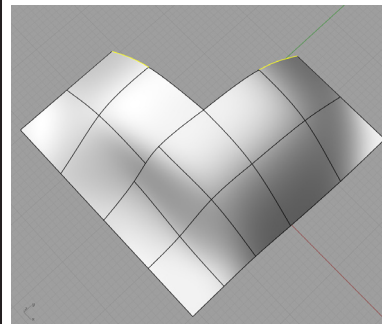


1. Выполните команду tsMerge. Выберите края одной поверхности, затем края второй поверхности.

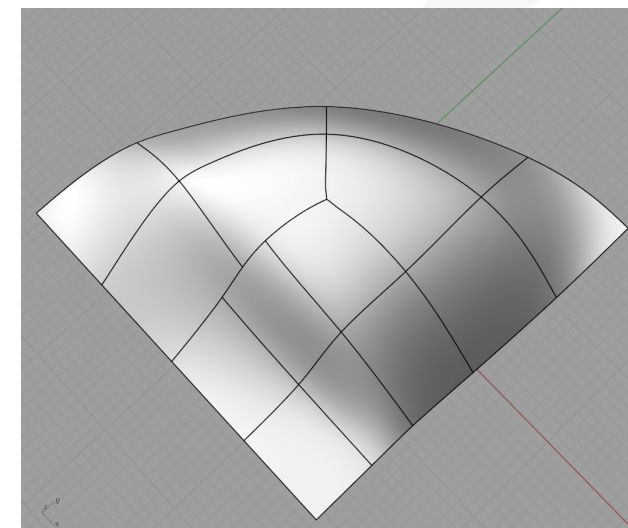
2. Края первой поверхности будут подтянуты в расположение краёв второй поверхности.



## Пример слияния граничных краёв

		
1. Три различные поверхности T-Spline, подготовленные к слиянию.	2. Выберите все граничные края, для слияния. Заметьте, что две поверхности имеют различное количество краев	3. Поверхности объединяются путём добавления Т-точек вдоль области слияния.
		
4. Выберите края, для слияния. Заметьте, что вы можете объединять полную границу одной поверхности с частичной границей другой поверхности.	5. Наличие одинакового количества граничных краев создаёт более плавное слияние.	6. Также можно объединять края на одной и той же поверхности. Выделите края.

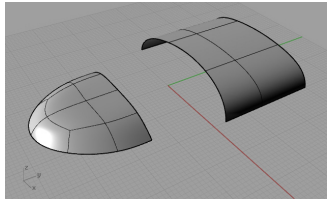
Команда **tsMerge** подобна **tsWeld**; однако, разница в том, что **tsMerge** позволяет вам объединять две поверхности с разным количеством кривых, создавая единую сглаженную поверхность.



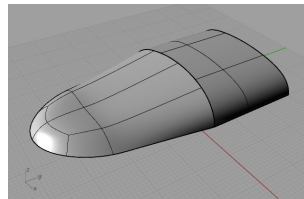
7. Поверхность T-spline после слияния.



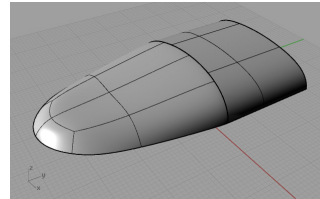
## Совмещение поверхностей



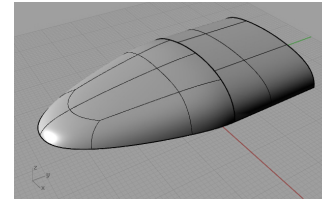
Поверхность T-Splines (слева) и NURBS поверхность (справа)



Совмещение по алгоритму Position (G0)

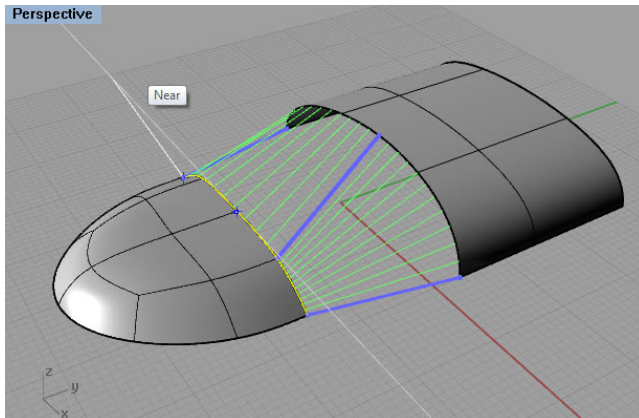


Совмещение по алгоритму Tangent (G1)

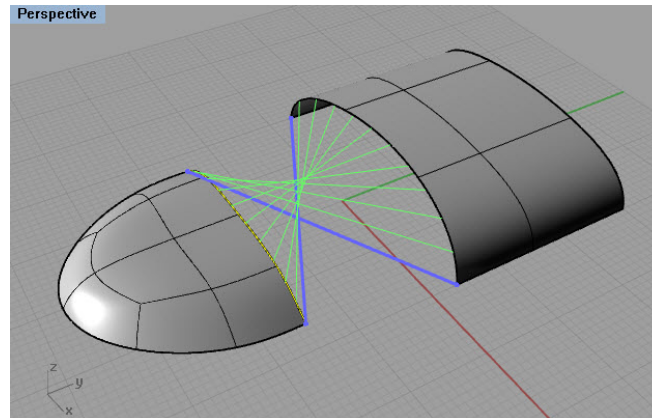


Совмещение по алгоритму Curvature (G2)

Подобно команде **Match** Rhino, команда **tsMatch** совмещает края границы поверхности T-Splines с NURBS поверхностью, по трём алгоритмам: *Position* (позиция), *Tangent* (касательная), или *Curvature* (непрерывное искривление).



Добавление нового соединителя для выравнивания



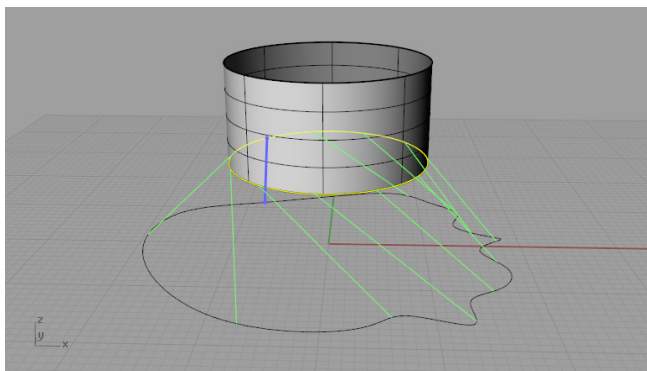
Направление выравнивания инвертировано

### Опции командной строки

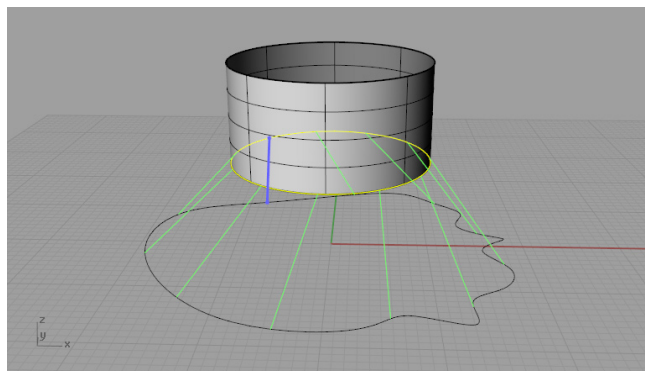
#### Опции выравнивания

**Add:** Добавляет новый соединитель, для выравнивания.  
**Delete:** Удаляет существующий соединитель.  
**FlipAlignmentDirection:** Инвертирует направление выравнивания.





Parametric тип выравнивания

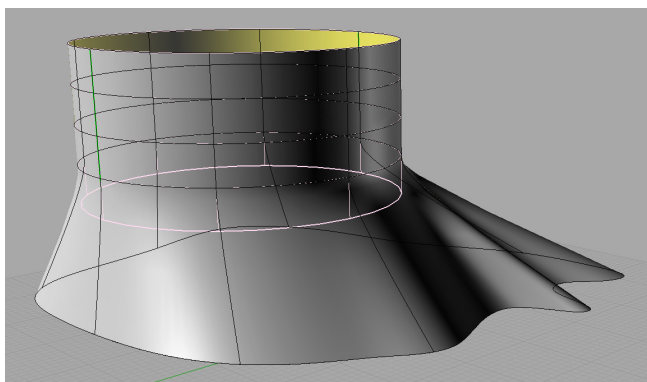


Arclength тип выравнивания

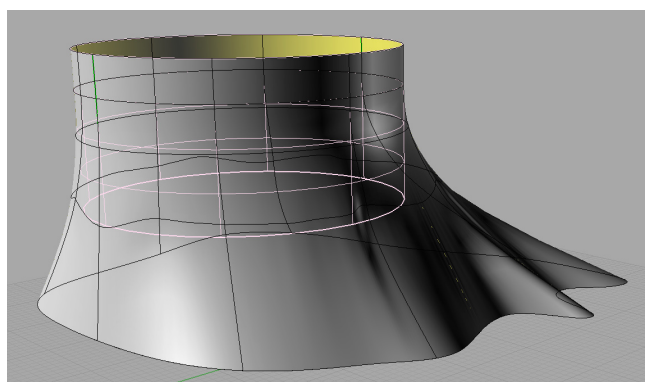
### Опции AlignmentType (тип выравнивания)

**Parametric:** Расстояние между точками на краях поверхности T-spline соответствует параметрическому расстоянию между точками на кривой.

**Arclength:** Оптимизация физического расстояния между точками на краях поверхности T-spline и соответствующих им точек на кривой.



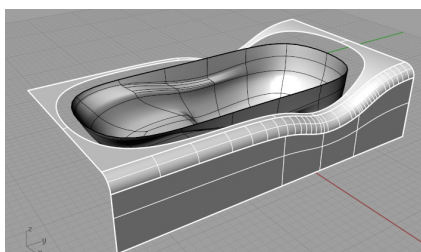
Расстояние FallOff небольшое



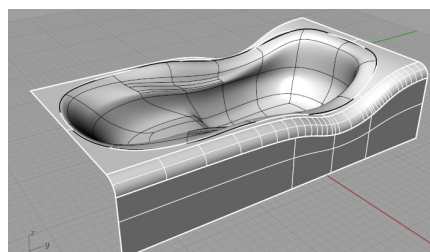
Расстояние FallOff большое

**UseFallOff:** Позволяет пользователю определять, на сколько точно совмещаются поверхности. Если опция не будет использоваться, то влияние будет минимальным. Если же опция используется, то можно изменять расстояние влияния совмещаемой поверхности с целевой поверхностью.

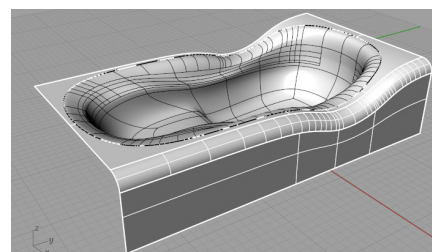
**FallOffDistance:** Определяет, на сколько точно совмещаются поверхности.



Поверхность T-Splines (внутри) и NURBS (снаружи)

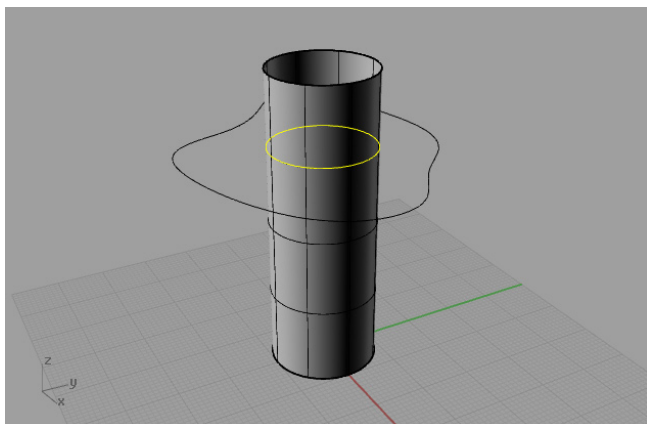


Опция Refine = No

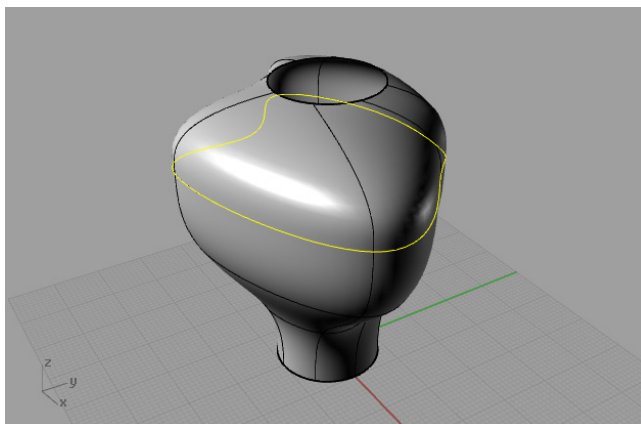


Опция Refine = Yes

**UserRefinement:** опция *Refine* позволяет добавлять контрольные точки к T-spline, чтобы поверхности совмещались в пределах данного допуска



До выполнения команды tsMatch (Midsurface)



Поверхность после выполнения команды tsMatch (Midsurface)

**Midsurface:** Вы можете совмещать внутреннюю часть края поверхности T-Splines с кривой.



## Моделирование с симметрией

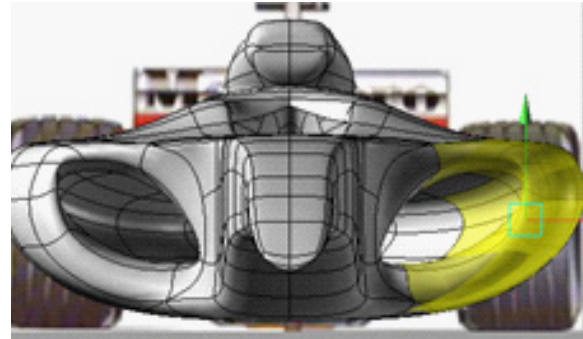


Команда **tsSymmetry** применяет осевую или радиальную симметрию к поверхности T-Splines.

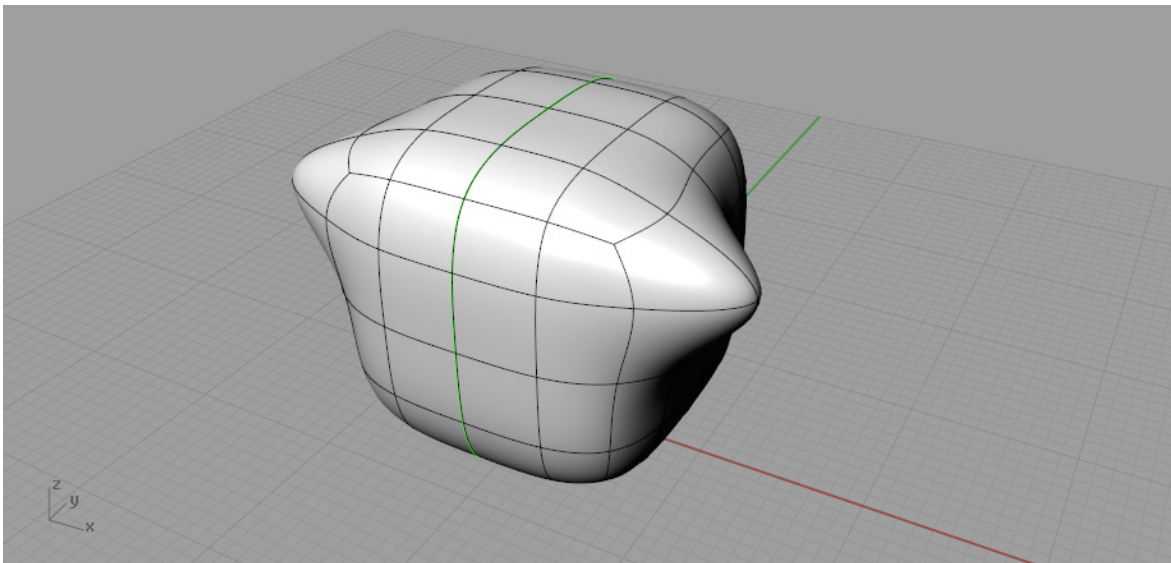
**Осевая симметрия:** T-splines позволяет использовать симметрию относительно X, Y и Z оси координат. Вы можете применять симметрию к какой либо части или ко всей модели.



Половина модели (предоставлено: Рикардо Амараль)



Применение симметрии; перемещение с одной стороны, перемещает другую сторону



Когда задействована симметрия T-spline, то изопараметрические кривые на границах симметрии будут выделены зелёным цветом, чтобы показать границы симметрии (цвет можно изменить в панели настроек tsOptions)

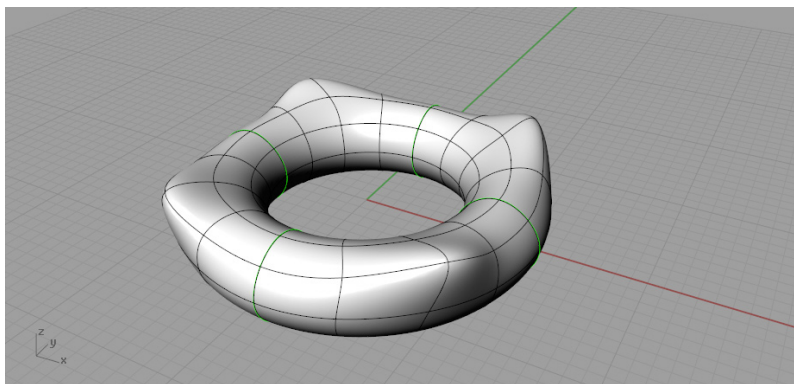
### Опции командной строки

**Weld:** Определяет, нужно ли сваривать вершины на границах модели. Значение *Weld=no* объединит части в один объект, но не сварит вершины.

**Tolerance:** Если значение *Weld=yes*, то все вершины на границе симметрии, находящиеся в пределах этого допуска, будут сварены.

**Discover:** Эта опция позволяет обнаруживать симметрию, которая уже существует в завершённой модели, выделяя средний край (значение по умолчанию), выделяя грань из каждой половины симметрии (опция граней), или выделяя грань, край или вершину с каждой стороны поверхности.

**3Point:** Позволяет назначать ось симметрии по трём точкам.



**Радиальная симметрия:** Позволяет использовать симметрию радиальным способом, вокруг центра вращения. Вы можете применить этот тип симметрии к части модели или ко всей модели.

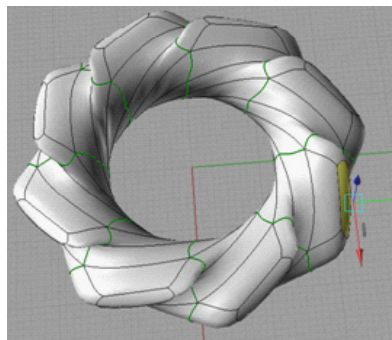
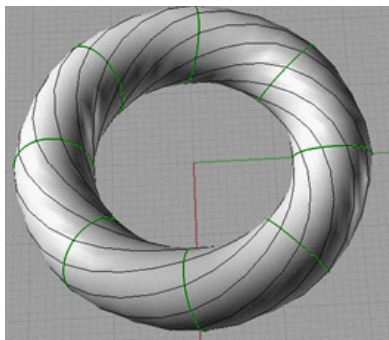
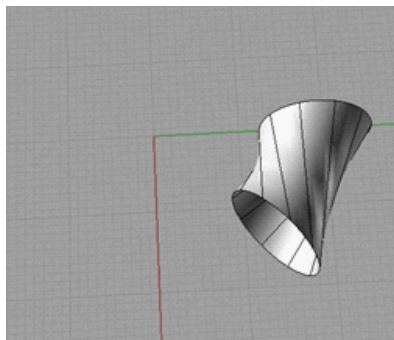
#### Опции командной строки

**Weld:** Определяет, нужно ли сваривать вершины на границах модели. Значение *Weld=no* объединяет части в один объект, но не сваривает вершины.

**Tolerance:** Если значение *Weld=yes*, то все вершины на границе симметрии, находящиеся в пределах этого допуска, будут сварены.

**Discover:** Эта опция позволяет обнаруживать радиальную симметрию на всей поверхности, выбирая грань из каждой части симметрии (корневые и симметричные грани), или выбирая грани, края и вершины на каждой части поверхности.

**Segments:** Определяет количество радиальных частей симметрии.



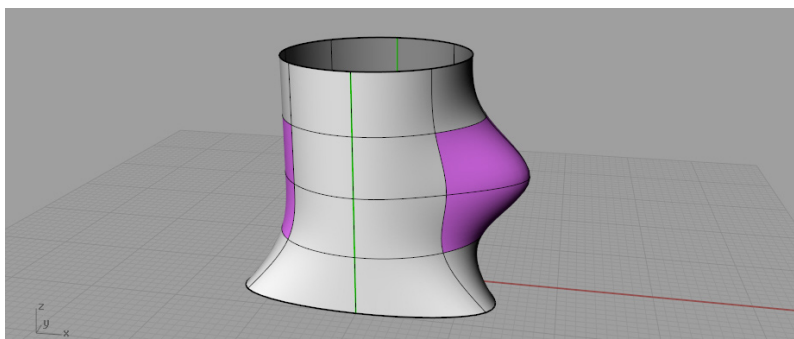
Radial symmetry with 8 segments.

#### Команда `tsSymmetryOff`

Эта команда позволяет удалять использующую симметрию поверхность. Вызовите команду и выберите поверхность с симметрией.

#### Опции командной строки

**Isolate:** Эта опция позволяет выключать симметрию только на части поверхности. Выберите грани на поверхностях модели, чтобы изолировать их от симметрии. Изолированные грани будут выглядеть розовыми. Одно примечание: области, полностью находящиеся на внутренней части розовых областей, тоже отключают симметрию. Так в этом примере, где есть четыре поверхности с выключенной симметрией, только у средней вершины, которая полностью окружена симметрией - от области, действительно будет отключена симметрия. У краев границы розовой области все еще будет симметрия.



Часть V:  
Как экспортировать T-Spline



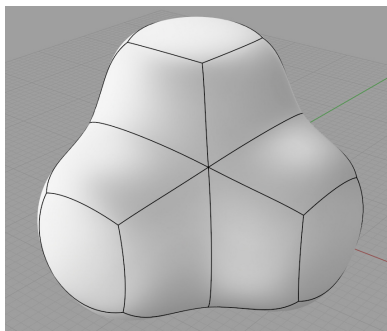
## 15. Преобразование T-spline в NURBS

Одно из существенных преимуществ поверхностей T-splines по сравнению с другими Subdivision поверхностями в том, что преобразование T-splines в NURBS является на 100% точным, используя нажатие всего одной кнопки, не деформирует поверхность и поддерживает непрерывность искривления. После того, как вы сформируете модель, используя инструменты T-splines, преобразуйте ее в NURBS, чтобы редактировать дальше.

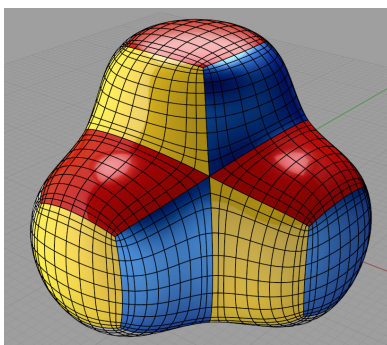


### Команда `tsConvertToRhinosurf`

Есть два способа преобразовать поверхность T-spline в NURBS Rhino. Первый путь состоит в том, чтобы выполнить команду **`tsConvertToRhinosurf`**. Второй путь состоит в том, чтобы использовать для этого команду Rhino. Если команде потребуется поверхность NURBS, то T-spline будет автоматически преобразован в NURBS.



Одна целая поверхность T-Splines.

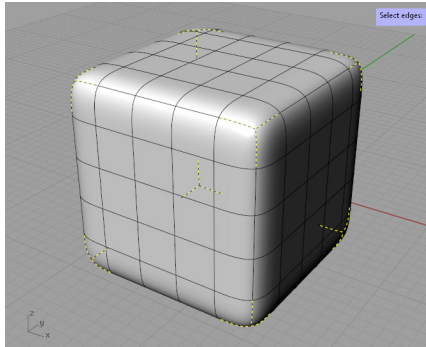


Несколько разбитых поверхностей NURBS.

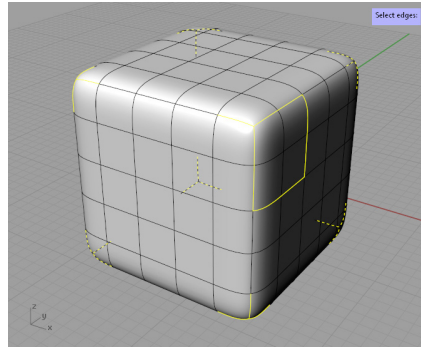
Преобразование T-spline в NURBS требует, чтобы в результате преобразования, T-spline был разделен на несколько прямоугольных областей. Чтобы определить гладкость и плотность NURBS, измените опцию "Set star smoothness" в разделе опций T-Splines. T-Splines - G1 сглажен в звездообразных точках; однако, если визуально, поверхность в звездообразных точках не является гладкой, как требуется, то изменение значения этой опции может помочь.



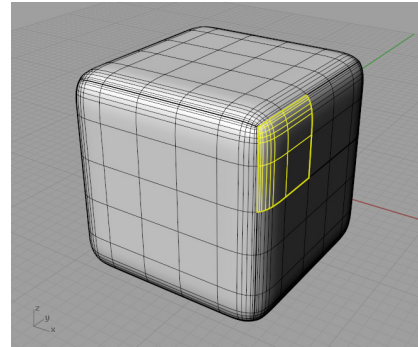
## Определение областей разделения



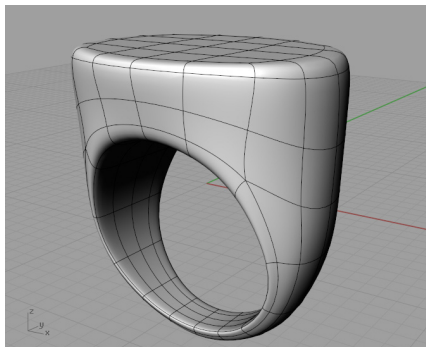
Команда **tsSetSurfaceLayout UI**. Штриховые края в звездообразных точках должны быть краями границы для патчей NURBS и не могут быть невыбранными.



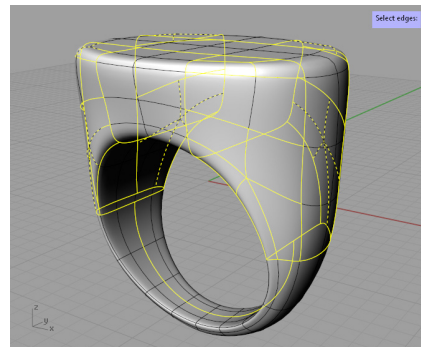
Щелкните по краям, чтобы установить требуемое расположение



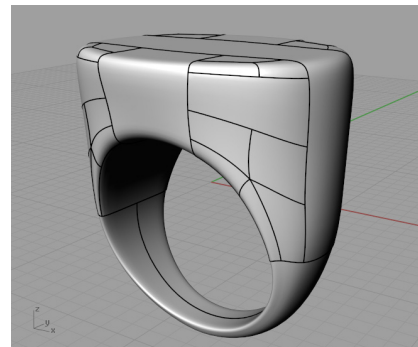
Преобразование в NURBS сделает новые патчи расположения



Поверхность T-Splines



Новое расположение с использованием Set Surface Layout



Поверхность NURBS

Команда **tsSetSurfaceLayout** позволяет пользователю определять области, где поверхность T-spline будет разделена на патчи NURBS.

По умолчанию, когда поверхности T-spline преобразуются в NURBS, то края, выходящие из звездообразных точек, расширены чтобы сформировать границу патчей NURBS, и все T-точки в пределах этих областей подвергаются разбиению, чтобы сформировать прямоугольный NURBS.

Команда **tsSetSurfaceLayout** дает пользователю возможность просмотреть, как T-spline будет разделён на патчи NURBS.

Когда команда вводится, то края, выходящие из всех звездообразных точек в модели, выделены пунктирной линией. Эти края должны быть на краях поверхностей NURBS и не могут быть невыбранными. Пользователь может выбрать любые другие края в модели, и выборы будут границами патчей NURBS после того, как будет выполнена команда **tsConvertToRhinosurf**.

Опции командной строки:

**Default Extension:** выделяет все края, которые были бы границами NURBS по умолчанию.

**Clear:** очищает выбор граничных краёв.

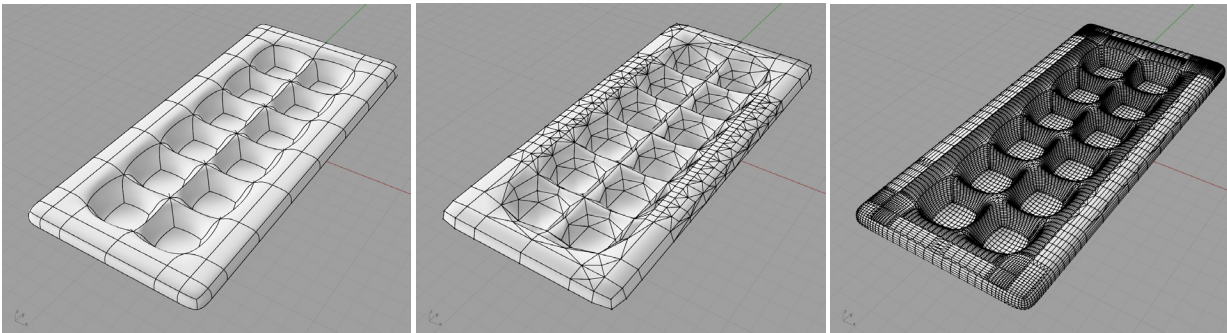
## 16. Преобразование T-spline в mesh

T-splines можно преобразовать в mesh, командой **tsMesh**, так же как и командой Rhino **Mesh**. Кроме того, T-splines можно экспортировать в низко полигональный .obj mesh.



### tsMesh

Команда **tsMesh** использует T-spline в качестве основы, для преобразования в многоугольный mesh.



Слева на право: Поверхность T-spline; Многоугольный mesh, tolerance=0.1; Многоугольный mesh, tolerance=0.01.

Команда **tsMesh** экспортирует более оптимизированный mesh, чем команда Rhino **Mesh**, так как **tsMesh** распознает T-точки. Команду **tsMesh** можно также применять и к NURBS поверхностям.

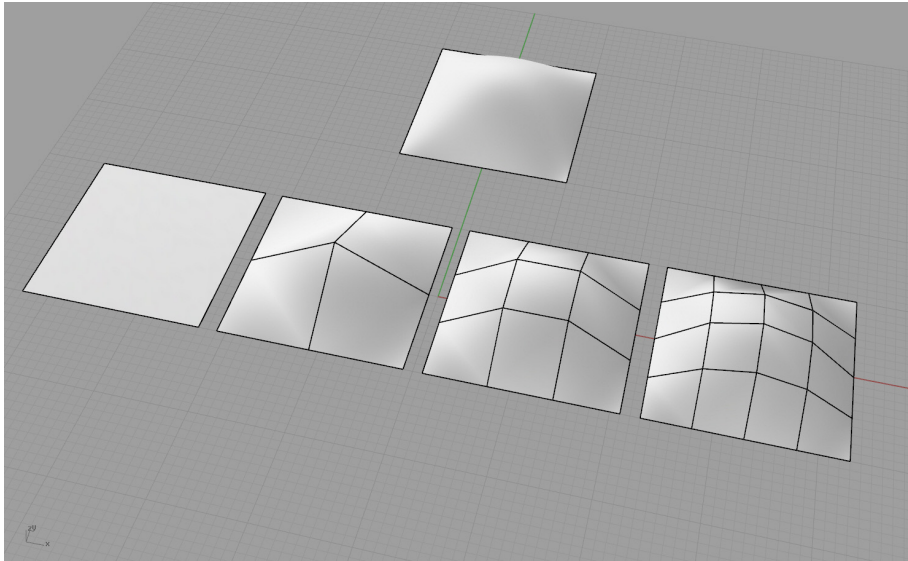
#### Опции командной строки:

**UseTolerance:** определяет, использовать ли конкретное количество разделений поверхности, или подгонять их по допуску.

**Tolerance:** значение допуска. Команда **tsMesh** производит достаточно плотный mesh, чтобы располагать точки на определённом расстоянии, в пределах этого допуска. Чем меньше вводимое число, тем плотнее создаваемый mesh.



**DivisionsPerFace:** определяет количество разделений граней T-spline. Если *UseTolerance=No*, то каждая грань будет разделена несколько раз, даже если отсутствуют существенные детали.



Поверхность T-spline (выше) и преобразованная в mesh (снизу).  
Слева направо: *DivisionsPerFace*: 1, 2, 3, 4.

Если *UseTolerance=Yes*, то опция **DivisionsPerFace** будет минимально разделять поверхность, но в случае необходимости, будут добавлены подразделения чтобы получить необходимый допуск.

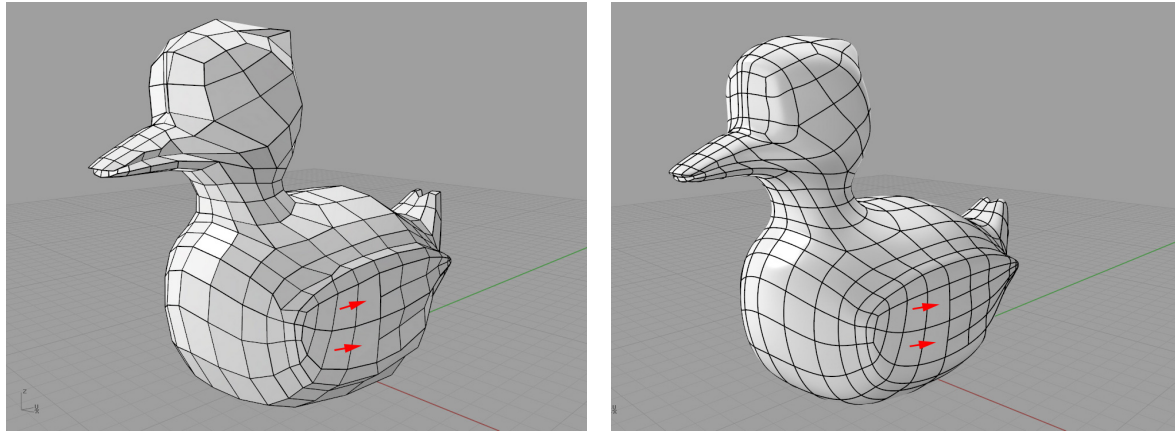
**Совет** Команда **tsMesh** работает с историей Rhino. Щелкните по *Record History* прежде, чем использовать **tsMesh**, и все модификации, сделанные на объекте T-spline, будут обновлены на объекте mesh.

### Команда Rhino Mesh

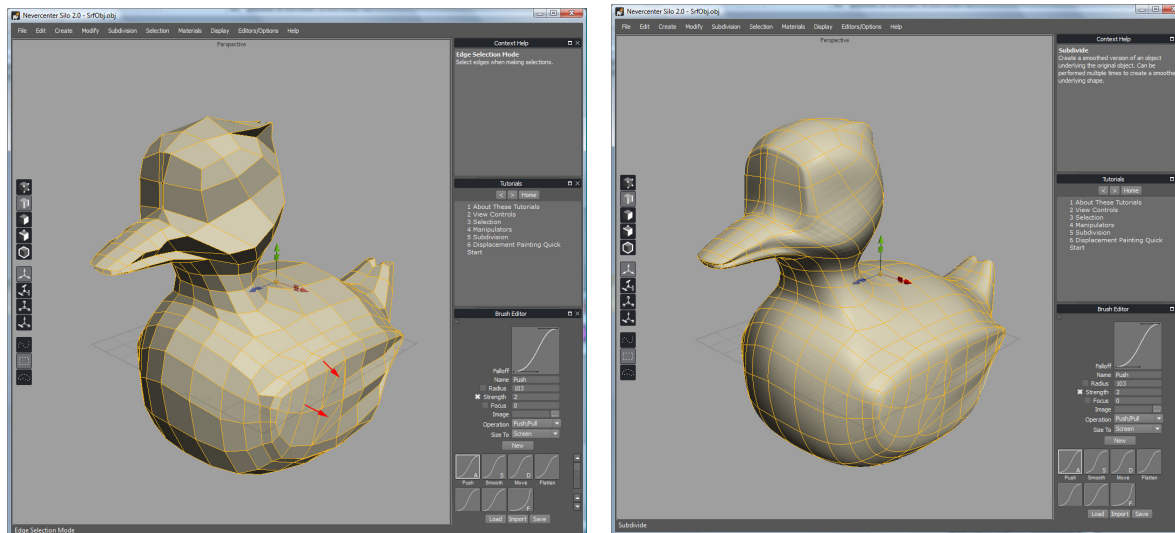
Команда Rhino **Mesh** будет работать с T-spline, так же, как она работает с NURBS Rhino. См. справку Rhino по этой команде.

## Экспортируйте T-spline mesh, как четверки .obj

Выведите T-spline в кубическом режиме, и затем экспортируйте его как.obj. Экспортируемый mesh будет, главным образом, состоять из четверок, за исключением областей с T-точками, которые будут разбиты на треугольники.



Слева направо: кубический режим T-spline, режим сглаживания T-spline в Rhino.



Слева направо: Mesh, экспортируемый в subdivision поверхность, другой программы 3D моделирования. (Стрелки указывают что поверхности с T-точками на них разбиты на треугольники). Сглаженный mesh subdivision поверхности в другой программе 3D моделирования.

Часть VI:  
Усовершенствованное моделирование



## 17. Усовершенствованное редактирование: горячие клавиши и выделение

T-splines представляет новый способ редактирования в Rhino, который содержит оптимизированные инструменты для деформирования и формирования поверхности.



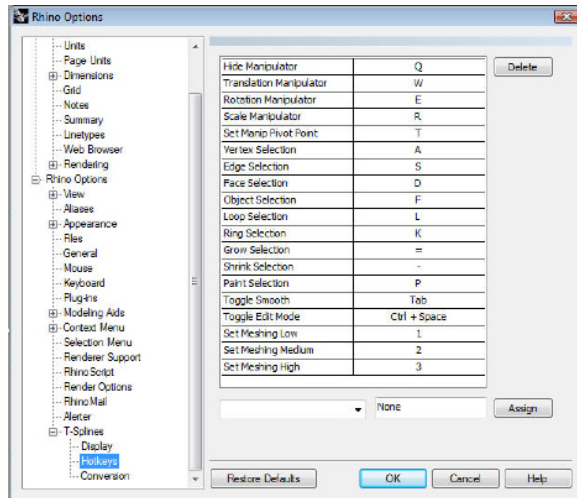
Режим редактирования можно включить или выключить, щелчком мыши по значку манипулятора T-Splines.

Большинство функций режима редактирования уже было обсуждено в разделе режима редактирования. Здесь будут объяснены три дополнительных функции: горячие клавиши, усовершенствованное выделение, и множитель.

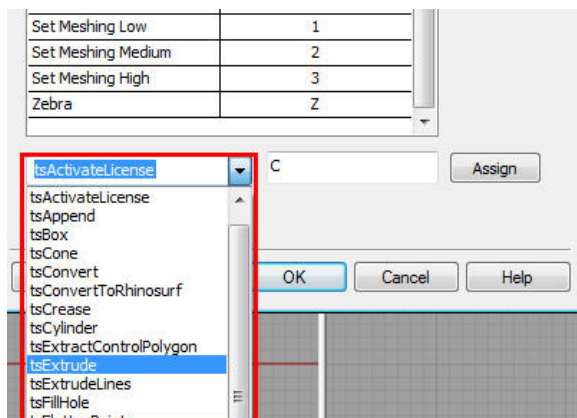
### Горячие клавиши

Горячие клавиши включаются по умолчанию всякий раз, когда вы находитесь в режиме редактирования. Чтобы выключить горячие клавиши, щелкните по синему тексту *Hotkeys* в плавающем окошке. Когда включены горячие клавиши, то невозможно пользоваться клавиатурой, для ввода команд Rhino.

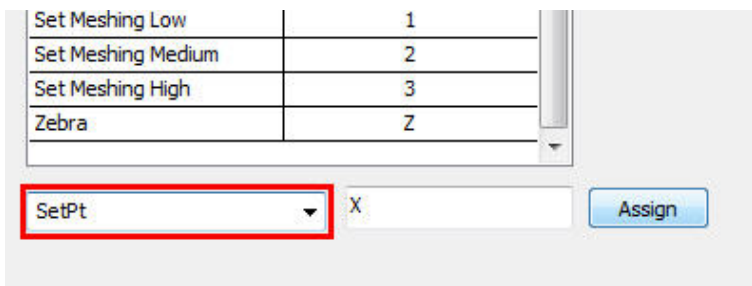
Использование горячих клавиш приводит к существенному приросту скорости процесса моделирования в T-spline. Одной рукой вы используете мышь, для навигации по экрану, а другой используете горячие клавиши, с помощью которых изменяете режимы и выбираете манипуляторы, в результате чего, существенно сокращаете время моделирования. Горячие клавиши можно изменять в [опциях горячих клавиш](#) T-Splines.



Манипулятор T-Splines и команды выбора - присвоенные горячим клавишам по умолчанию.



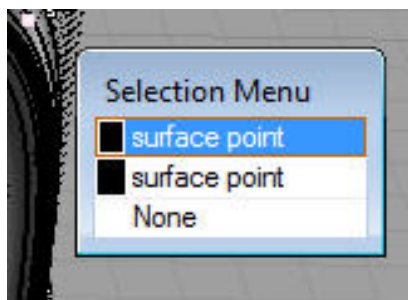
Другие команды T-Splines могут быть выбраны из выпадающего списка в нижней части, для присвоения им горячих клавиш



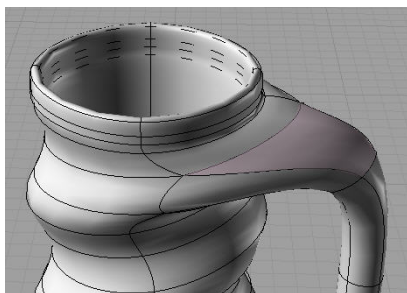
Команды Rhino также можно ввести в выпадающую область списка и тоже присвоить им горячие клавиши.

## Выбор выделенного

В режиме редактирования, поверхности T-spline, грани, края, или вершины, подсвечиваются при наведении мыши. Это контрастирует с традиционным методом выделения объектов Rhino. В Rhino вы щелкаете по объекту, и он выбран. Если имеется несколько объектов в выбранной области, то появляется список, из которого можно сделать выбор. В режиме редактирования, когда курсор перемещается по объекту T-spline, выделяется объект (подсвечивается желтым цветом), и тогда щелкают мышью, чтобы выбрать выделенный объект. Это позволяет делать выбор, возможно меньшим количеством щелчков мыши.



Пример поствыбора Rhino



Пример предварительного выбора T-Splines.

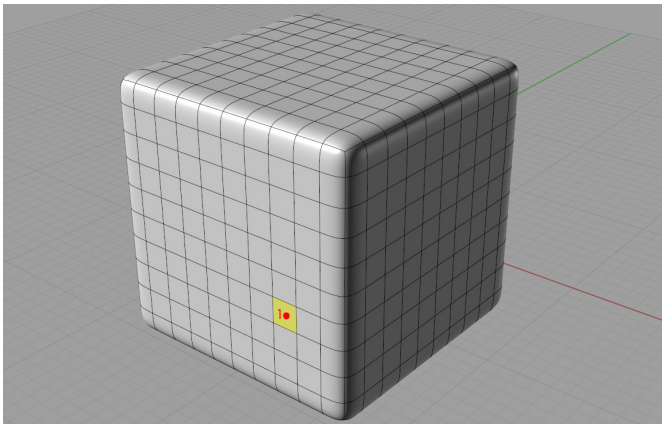
## Выделение

Команды выделения (**Paint**, **Grow**, **Shrink**, **Edge Loop**, и **Edge Ring**) ускоряют манипулирование областями и объектами в режиме редактирования. К каждой команде выделения можно получить доступ, щелкнув по ее значку, либо посредством использования соответствующей горячей клавиши.

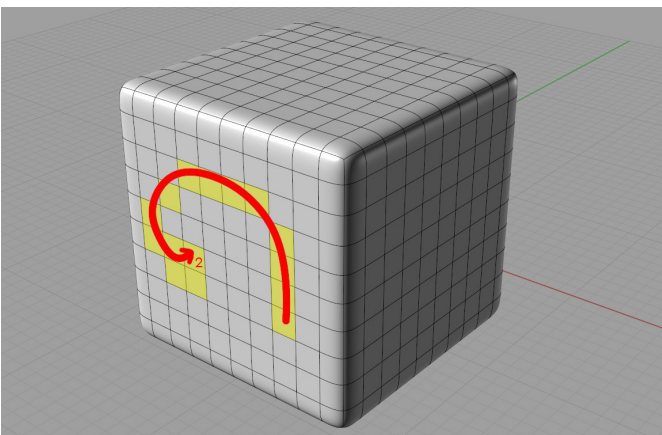
### Выделение кистью **Paint**

Когда включено выделение **Paint**, то вы можете перетащить кисть через нужные области, чтобы добавить их к уже выделенным областям, вместо того, чтобы каждый раз щелкать по каждой области, придерживая клавишу **Shift**.

Но при выделении граней вы можете запросто зажать левую клавишу мыши и придерживая клавишу **Shift**, вести мышь вдоль необходимых граней, тем самым выделяя их.



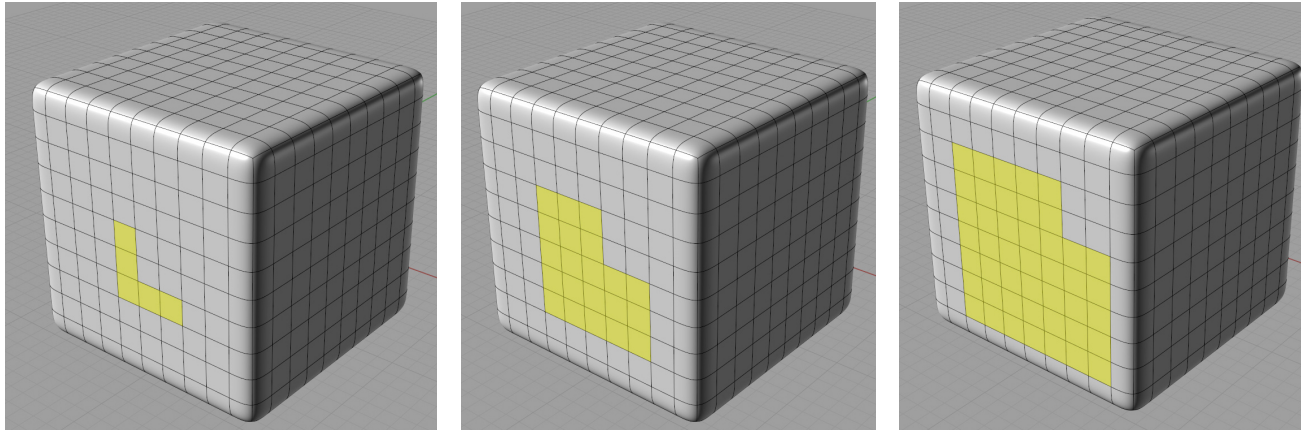
Щёлкните по первой грани



и удерживая кнопку мыши, перетащите кисть, чтобы “закрасить” нужные грани.

## Выделение суммированием *Grow*

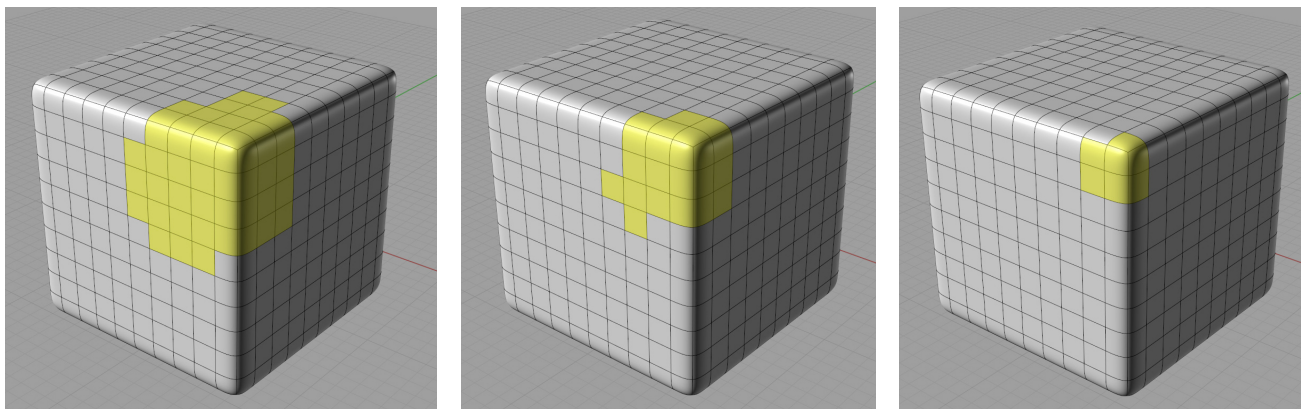
Когда выбрана одна грань или более, выделение *Grow* добавит все смежные грани к первоначально выделенным.



Слева направо: Сначала выделено несколько граней, Использование *Grow*, Использование *Grow* вторично

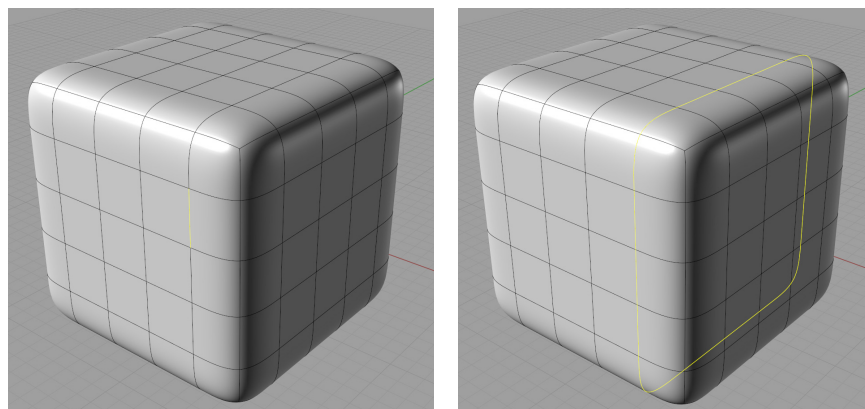
## Выделение вычитанием *Shrink*

Если выделено множество граней, то выделение *Shrink* вычтет все граничные грани из уже выделенных.



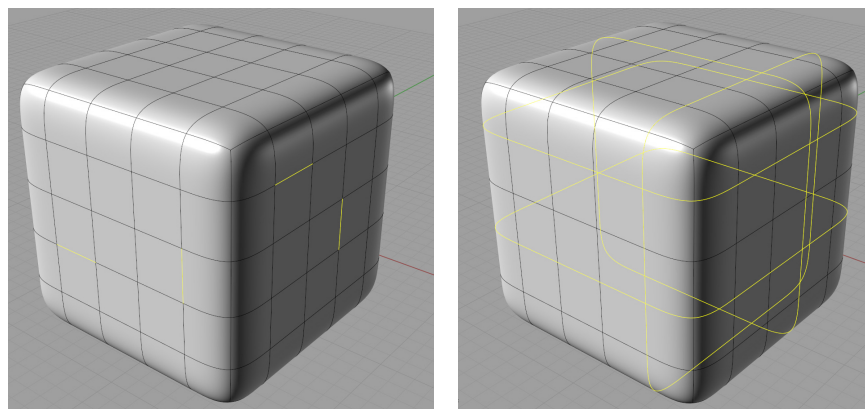
Слева направо: Сначала выделено несколько граней, Использование *Shrink*, Использование *Shrink* вторично.

## Выделение продольного цикла *Edge Loop*



Для краев: Если выделить только один край, то эта команда выберет все остальные края вдоль граничного цикла, пока не встретится с границей или со звездообразной точкой.

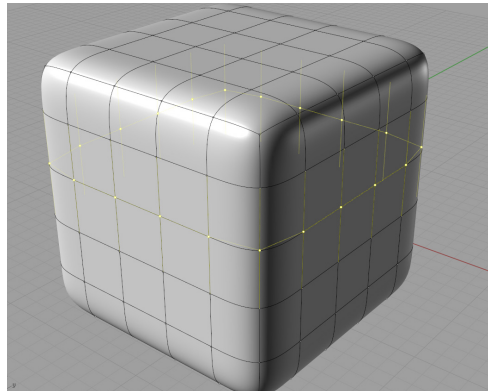
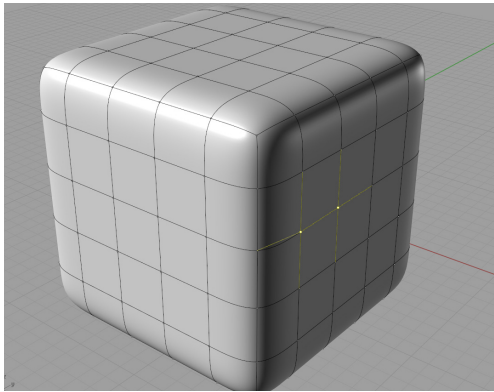
Один полный цикл



Несколько полных циклов

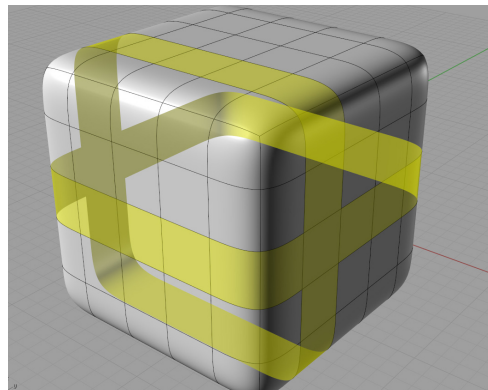
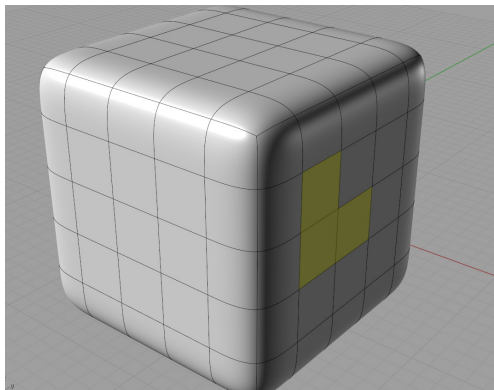
**Совет** Дважды щелкните по краю, чтобы выбрать полный цикл краёв, не используя кнопки или горячие клавиши! Но можете просто навести мышь на необходимый край и нажать клавишу L.





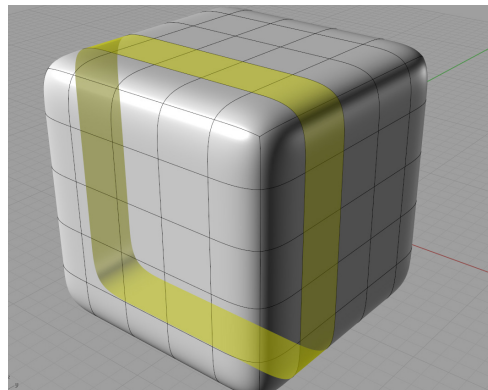
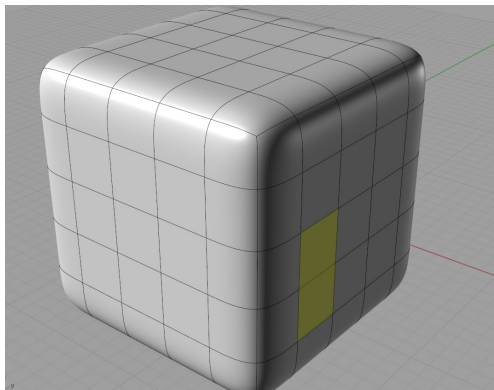
Для точек: Если выделить две смежные точки, то эта команда выделит полный цикл точек вдоль выделенных точек.

Выделение цикла точек.



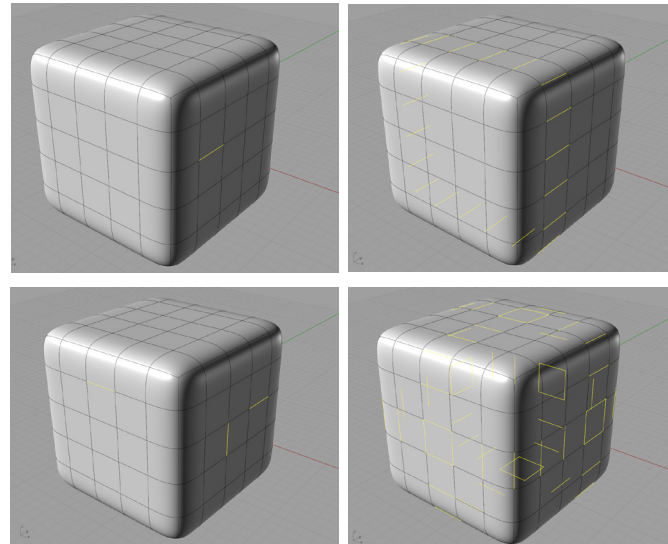
Для граней: Если выделить две смежные грани, то эта команда выделит полный цикл граней вдоль поверхности.

Выделение цикла граней в нескольких направлениях



Выделение одного цикла граней

## Выделение поперечного цикла



Для краев: Если выделить один край, то эта команда выделит полный цикл параллельных краёв.

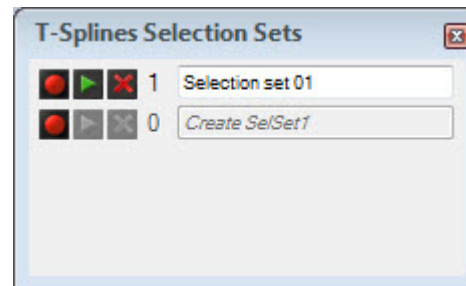
Выделение одного цикла параллельных краёв

Выделение нескольких циклов параллельных краёв





## Группирование


Команда **tsSel/Set** позволяет группировать выделенные вершины, края и грани.



Как только вы выполняете команду, появится прикрепляющаяся панель инструментов. Здесь вы можете:

 **Record:** Сохранение выбранного. Как только вы выделите необходимые области T-Splines, нажмите значок записи, и новая группа будет сохранена. Вы можете переименовать эту новую группу.

 **Play:** Выделяет сохранённую группу.

 **Delete:** Удаляет выбранную группу.

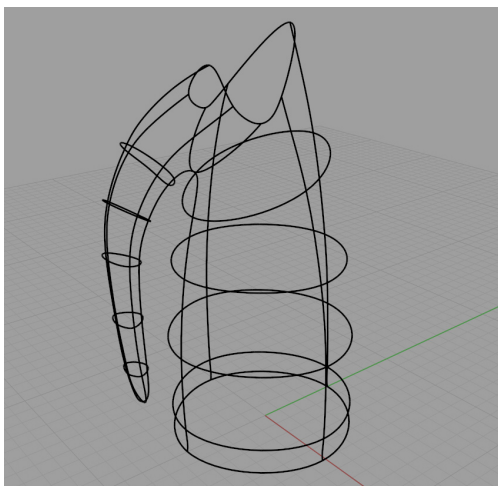
## 18. Дополнительные команды



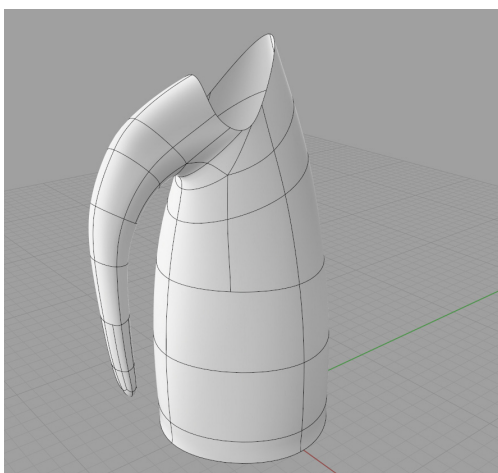
### Поверхность по кривым

Создание поверхности T-spline по прямоугольной сетке кривых с помощью команды **tsSkin**.

Команда **tsSkin** представляет возможность делать органические модели, даже с дырами и придатками, как единственную гладкую поверхность, за один раз. Эта команда чем-то схожа с **tsFromLines**; она использует линейные сегменты в качестве основы и создаёт поверхность из контрольных точек многоугольника вместо того, чтобы подгонять поверхности к кривым. Поскольку команда **tsSkin** достаточно трудна в управлении, то она не рекомендуется для новичков. Однако, **tsSkin** может стать мощным инструментом для создания сложных поверхностей.

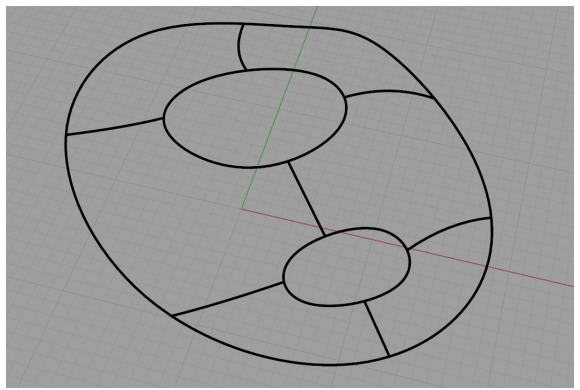
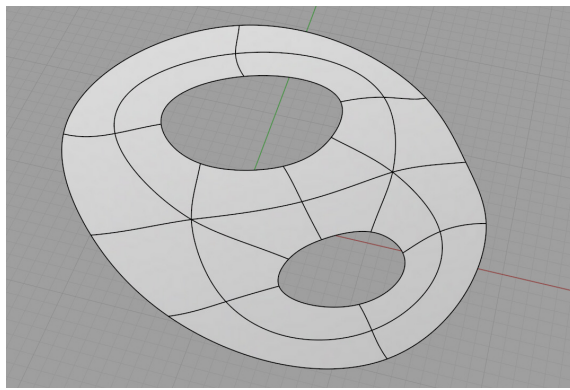
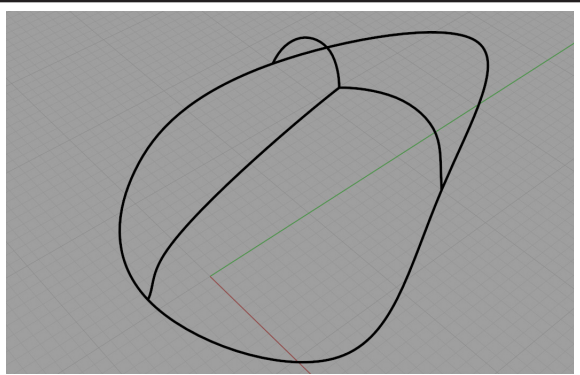
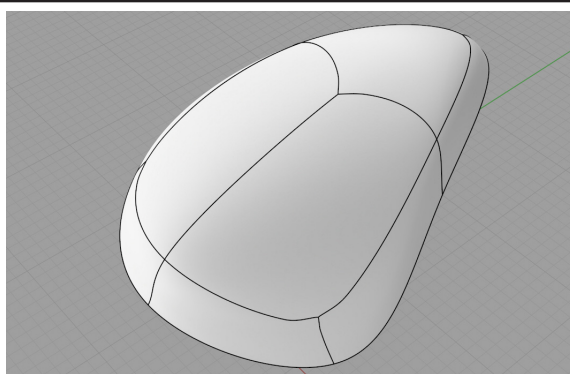
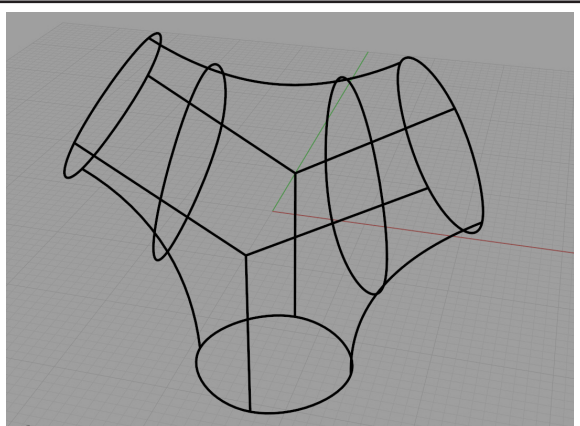
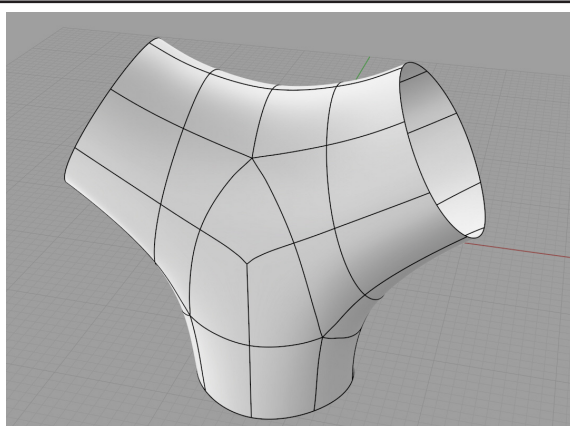


Сетка кривых



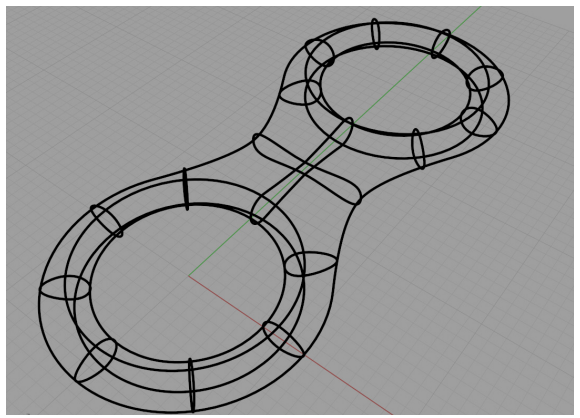
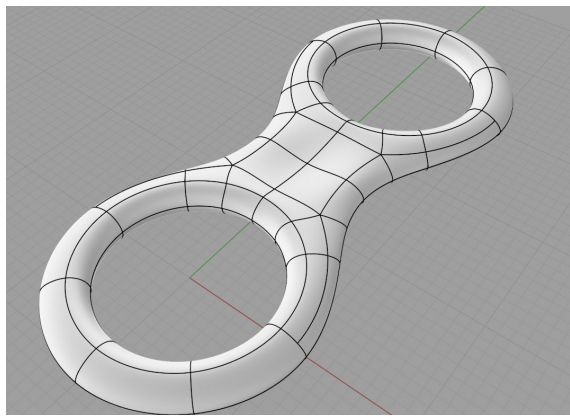
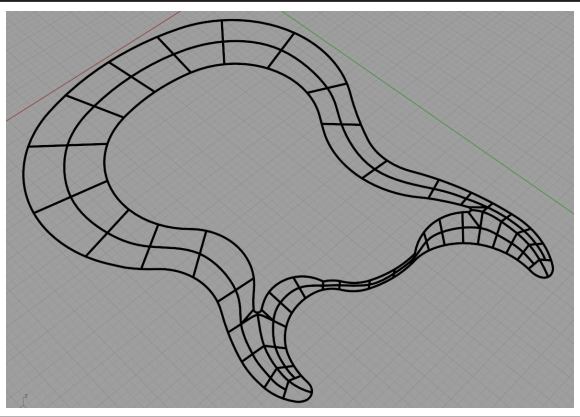
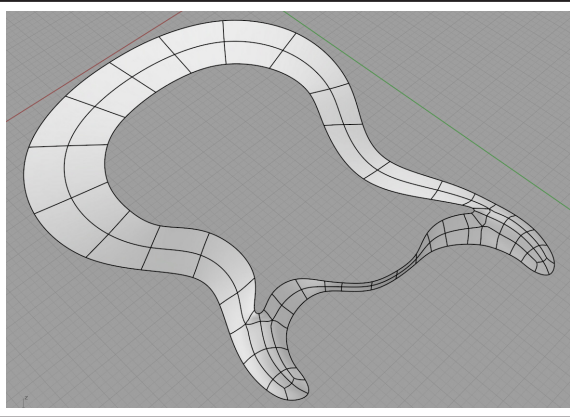
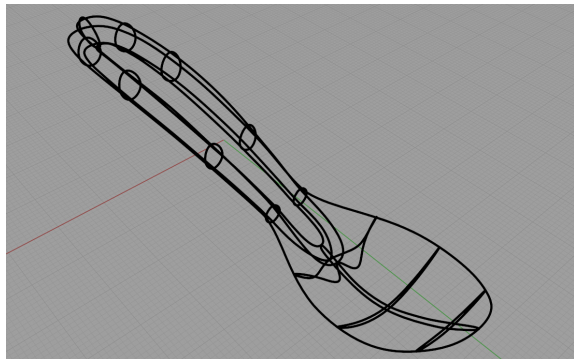
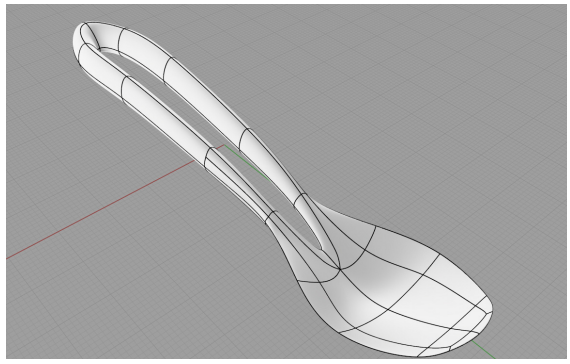
Поверхность T-spline

## Простые формы, созданные с tsSkin.

Тип поверхности	Начальные кривые	Поверхность T-spline
Необрезанная поверхность с дырами		
Непрямоугольная поверхность		
“Y” образная поверхность		

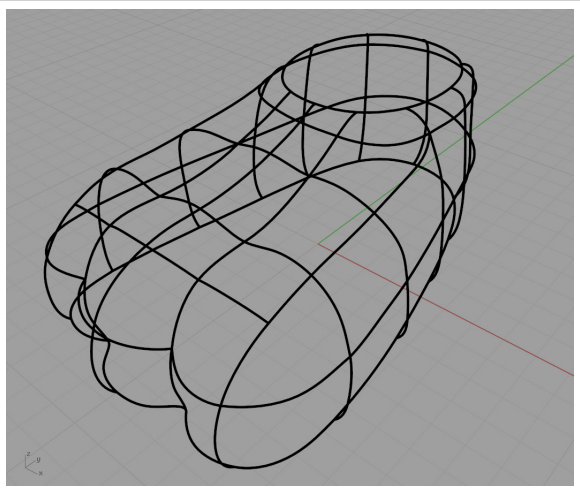
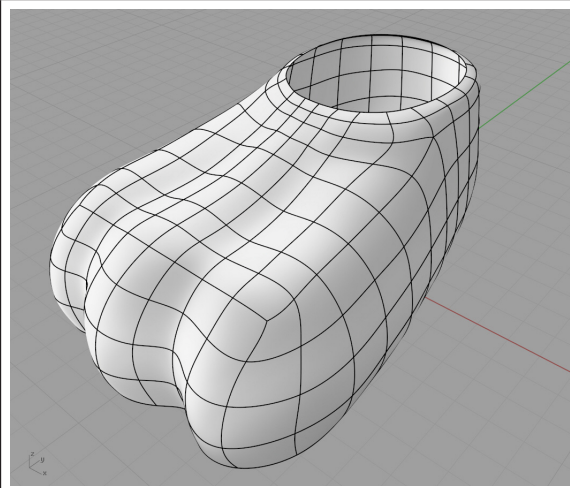


## Простые формы, созданные с tsSkin.

Тип поверхности	Сетка кривых	Поверхность T-spline
Закрытая поверхность с дырами		
Открытая поверхность с незашитыми участками		
Закрытая поверхность с незашитыми участками		



## Простые формы, созданные с tsSkin.

Тип поверхности	Сетка кривых	Поверхность T-spline
Сложная поверхность		

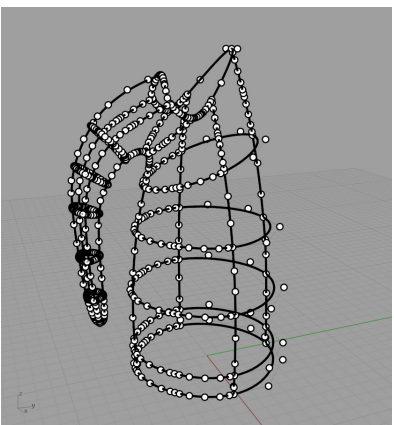
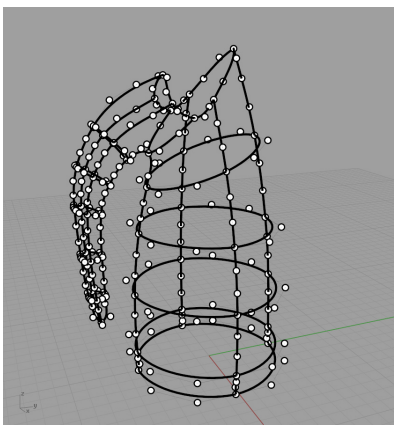
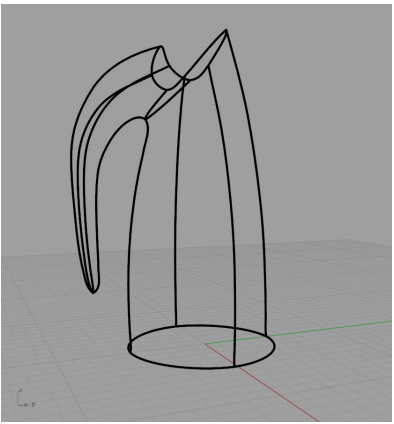
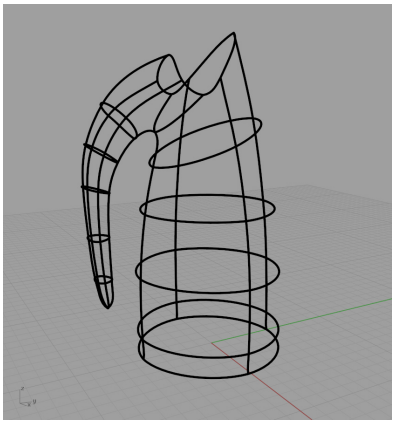
Команда **tsSkin** учитывает контрольные точки на кривых и растягивает по ним поверхность. Эта команда подобна команде **NetworkSurface** Rhino; различие в том, что **tsSkin** используется для создания сложных непрямоугольных моделей. Следовательно, **tsSkin** обычно требует больше входных кривых чем команда **NetworkSurface** Rhino.

Вы не можете создать две отдельные поверхности во время одной **tsSkin** сессии. Чтобы создать несколько поверхностей, сделайте сначала одну поверхность, а затем вторую.

Если первая попытка создания поверхности, использования **tsSkin** не приводит к хорошему результату, то вы можете улучшить качество своей поверхности, просто увеличив число кривых, определяющих вашу поверхность. **tsSkin** соответствует поверхности, проходя через кривые настолько близко, насколько это возможно, но если у вас есть большие открытые промежуточные области между кривыми, то **tsSkin** может ошибаться на участках поверхности, которые должны быть скругленными или плоскими. Добавление дополнительных кривых к сетке позволяет избегать подобных ошибок.

## Разметка начальных кривых для tsSkin

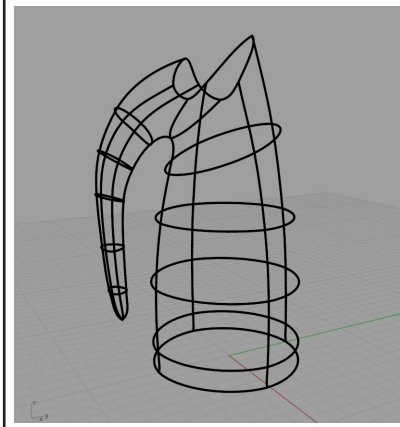
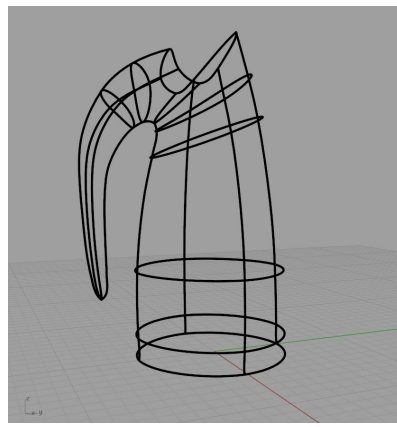
Разметка правильного набора входных кривых является, безусловно, самой критичной частью этого потока операций. Если кривые будут хороши, то и поверхность будет хороша. Если кривые плохи, то поверхность получится похожей на смятый листок бумаги. Вот то, как определить, хороша ли введенная сетка кривых или не очень:

Выбор кривых для хороших результатов с tsSkin		
Принцип	Не правильно	Правильно
Делайте входные кривые максимально простыми.		
Размечайте кривые так, чтобы они определяли полностью всю поверхность.		

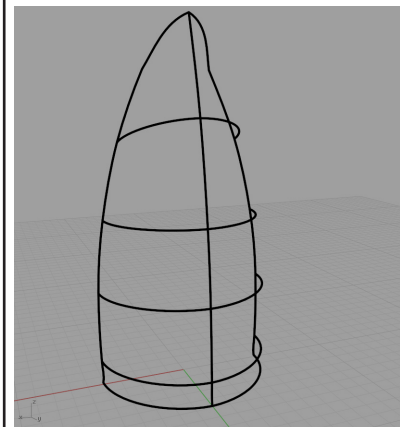
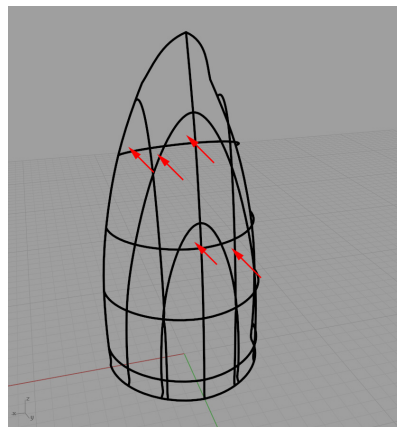
Попытайтесь всегда делать самые простые кривые. Используйте минимальное количество контрольных точек.

Это приведет к более гладкой поверхности на пересечениях, чем если бы ваши кривые были размечены, так чтобы определить только несколько секций поверхности. Не волнуйтесь о неполном пересечении кривых. Создавайте пересекающиеся кривые настолько близко, насколько это возможно.

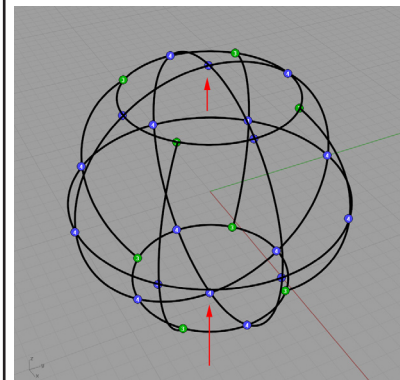
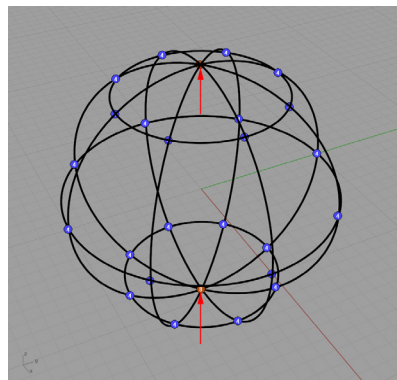
Поддерживайте подобную плотность сетки кривых.



По возможности, старайтесь использовать только 4х-сторонние поверхности.



Старайтесь использовать не более четырёх кривых, встречающихся на одном пересечении.

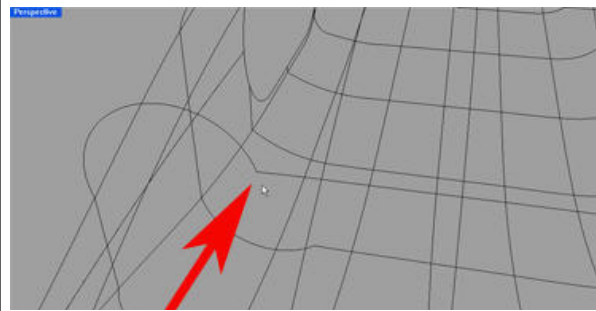


Как только поверхность будет сгенерирована, грани с 3, 5 или больше чем 5 сторон, автоматически будут разбиты звездобразной точкой. Области с звездобразными точками не столь гладкие, как области с другими контрольными точками, поэтому старайтесь использовать только 4-сторонние поверхности.

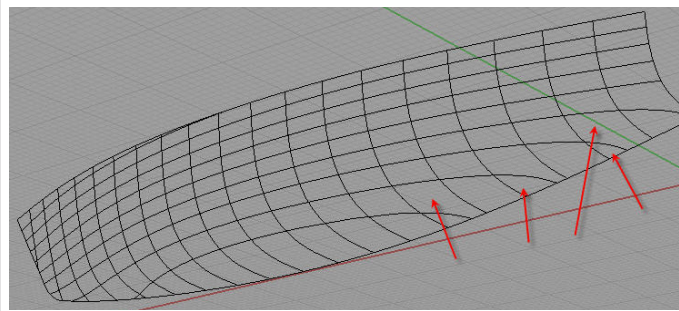
Почему не стоит иметь много пересекающихся кривых в единственной точке? Контрольные точки на пересечении 4 сегментов кривой, так же как T-точки, где 3 сегмента кривой пересекаются, являются непрерывным искривлением. Контрольные точки, у которых есть 5 или больше сегментов кривой, являются звездобразными точками, и они не гладкие. Они должны использоваться только когда нет другой возможности получить правильную геометрию поверхности.



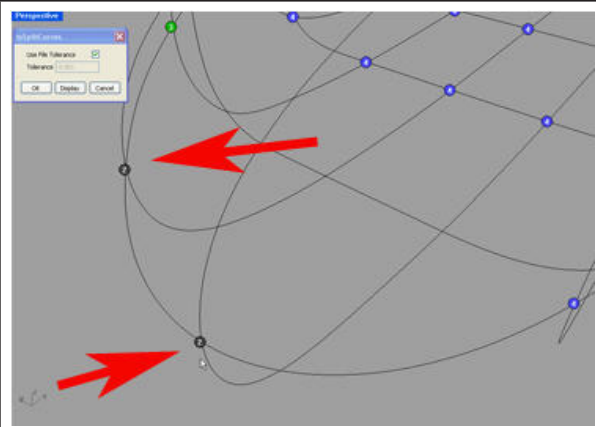
## Примеры неудачного расположения входных кривых



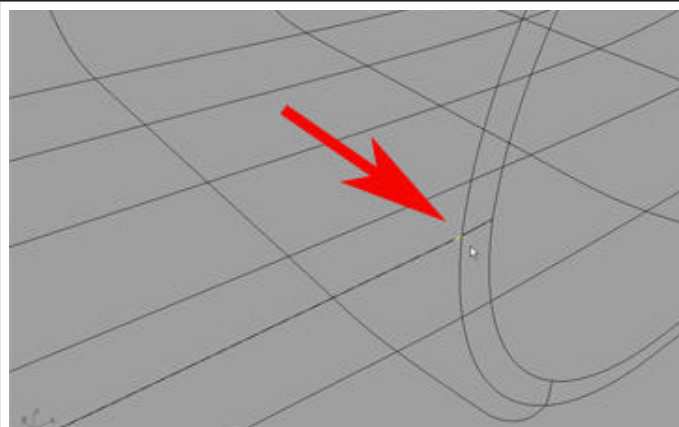
Изменения в искривлении на пересечении объединённых кривых.



Используйте команду **Contour**, чтобы сгенерировать кривые. Эти ватерлинии не очень хороший ввод для **tsSkin** из-за треугольников и 5-сторонних поверхностей, создаваемых на границах поверхности.

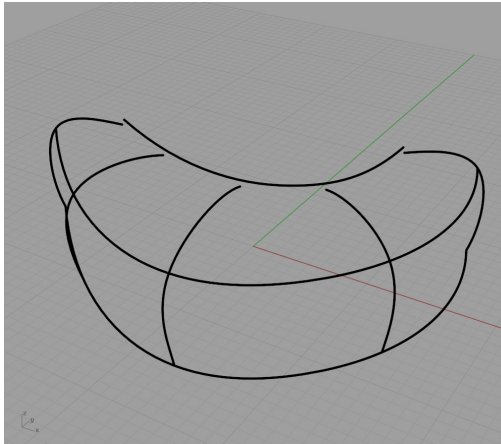


Условно пересекающиеся кривые



Крошечные отрезки кривых, обычно образующиеся после использования команды **ExtractWireframe**.



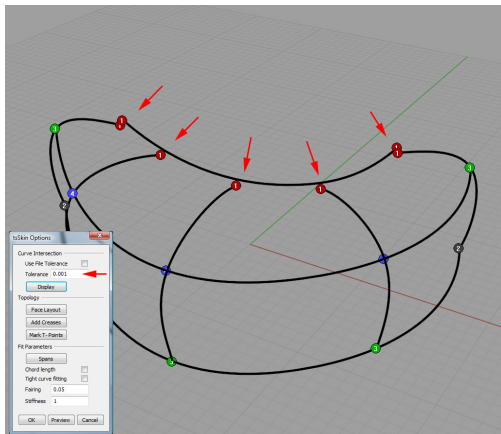


## Создание поверхности из кривых командой tsSkin

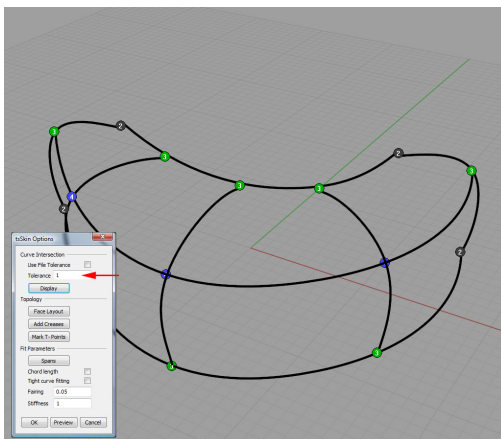
### Шаг 1: Скорректируйте пересечения кривых.

Обнаружение корректно пересекающихся кривых, важно для создания правильной поверхности. Для успешного выполнения команды, кривые не обязательно должны пересекаться, ведь поверхность строится не по кривым, а по контрольным точкам, образующим эти кривые. По умолчанию, кривые определяются как пересечение, только если они находятся в пределах допуска, который вы установили для своего файла Rhino. Число в точке, находящейся на условном пересечении, указывает, сколько сегментов кривой пересекается там с текущим допуском. Вы можете увеличить допуск, чтобы включить в условное пересечение все безусловно непересекающиеся кривые.

Входные кривые.



В дисплее Пересечения Кривых. Эти точки кривой безусловно не пересекаются в пределах данного допуска.



Увеличьте допуск, теперь кривые считаются условно пересекающимися в пределах увеличенного допуска.

### Шаг 2: Топология *Topology*.

Этот шаг позволяет вам включать или исключать грани из своей модели, определять кривые, как со складками, так и с гладким переходом. Опции топологии те же самые, что и в *tsSkin* или в *tsFromLines*. Чтобы узнать больше об этих опциях, см. команду *tsFromLines*.

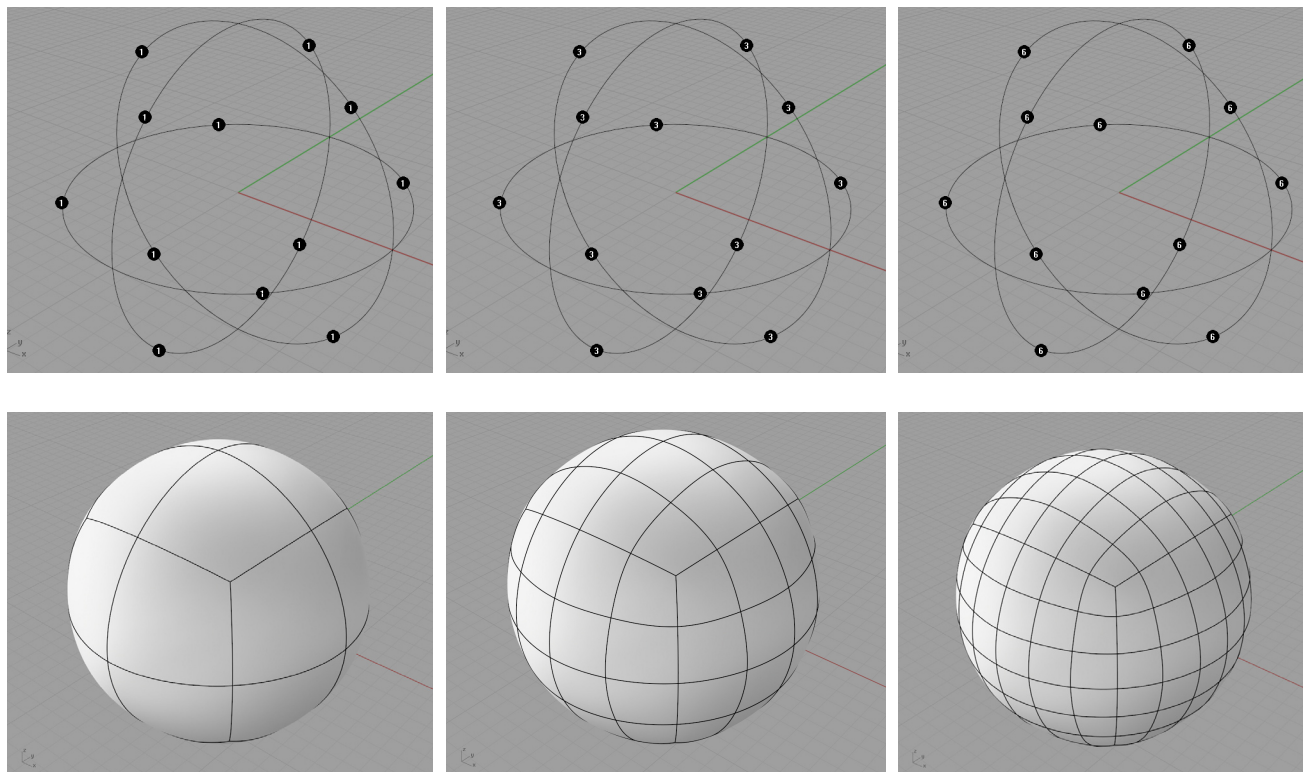
### Шаг 3: Параметры утолщений *Fit parameters*.

Этот шаг позволяет вам управлять тем, насколько плотно поверхность следует входным кривым. Это также позволяет вам влиять на то, как поверхность будет вести себя в промежутках между входными кривыми.

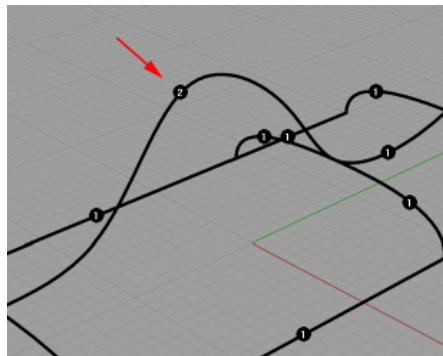
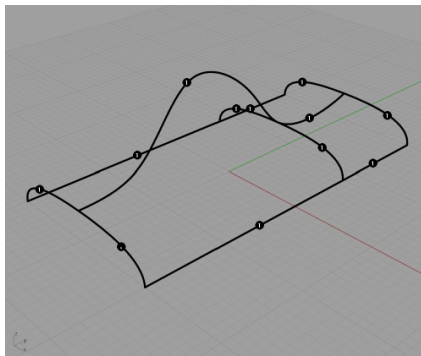
#### Промежуточные точки *Spans*

Эта опция влияет на то, как плотно поверхность будет следовать за кривыми, вставляя новые контрольные точки. По умолчанию *Spans* установлено в 1; это означает, что на каждом пересечении будет сгенерировано по одной контрольной точке. Увеличение *Spans* до 2, вставит одну дополнительную контрольную точку на кривой. Увеличение *Spans* до 3 добавит ещё одну контрольную точку на кривой, и т.д. Увеличение *Spans* приводит к лучшей подгонке, и к увеличению контрольных точек на сгенерированной поверхности.

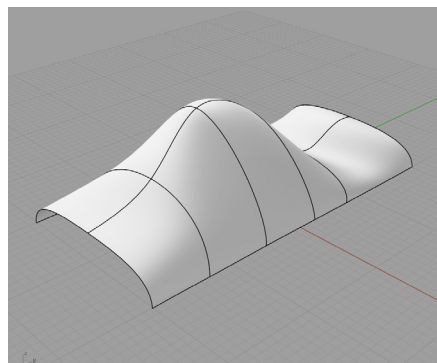
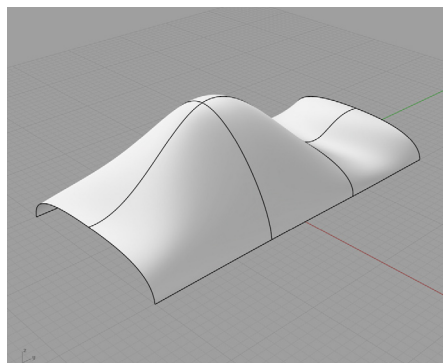
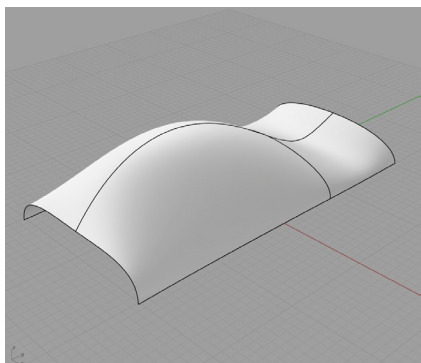
Слева направо: предварительный просмотр промежутков с 1, 3, и 6 точками, соответственно.



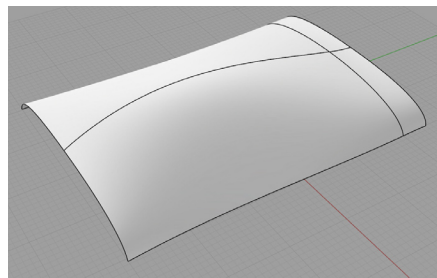
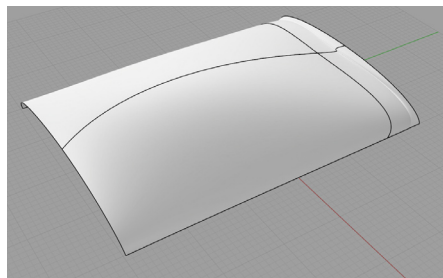
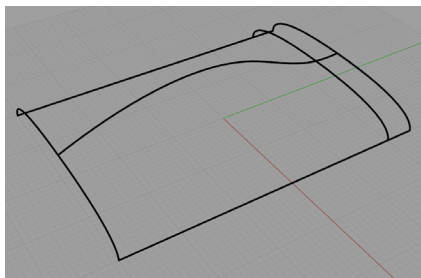
Поверхности, сгенерированные от промежутков, рассчитанных выше.



Слева направо: предварительный просмотр промежутков с 1, 2, и 4 точками на центральной кривой



Поверхности, сгенерированные от промежутков, рассчитанных выше.



Длина хорда *Chord length*  
Эта опция приводит к лучшей подгонке поверхности, если у вас имеются длинные сегменты кривых с противоположной стороны поверхности от коротких сегментов кривой.

Слева направо: Входные кривые, Chord length off, Chord length on.

#### *Tight curve fitting*

Эта опция обеспечивает альтернативный метод соответствия поверхности к кривым.

#### *Fairing*

Эта опция раскрашивает входные кривые.

#### *Stiffness*

Когда *stiffness* = 0, то вы получаете поверхность, которая ведет себя подобно мыльному пузырю. Когда значение *stiffness* будет выше, нормали изменятся как можно меньше, и вы получите что-то похожее на команду Rhino **EdgeSrf**.

В процессе генерирования поверхности, используйте кнопку *Preview*, а завершив все настройки нажмите ОК.

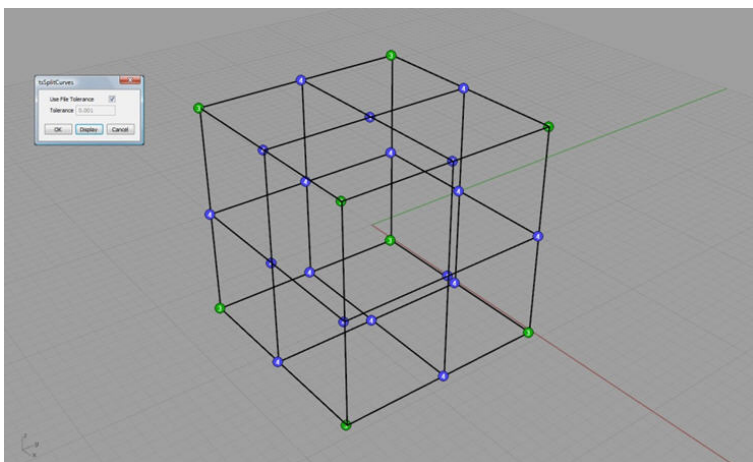
**Совет** Команда **tsSkin** может быть задана сценарием. Сначала введите в командную строку **tsSkin**. После того, как вы выберете свои кривые, щелкните по опции *RecordToNotes*. Продолжайте, получая доступ к опциям через командную строку. Когда вы всё сделаете, у вас будет сценарий для того, чтобы записать вашу поверхность в Примечаниях. Только скопируйте и вставьте сценарий в командную строку, чтобы восстановить поверхность T-spline.



## Разделение кривых

Команда **tsSplitCurves** позволяет вам быстро разделять сеть кривых на отдельные сегменты. Также её можно использовать для идентификации кривых, пересекающихся в пределах допуска.

По умолчанию, **tsSplitCurves** будет искать пересечения в пределах допуска файла Rhino. Если какие-либо пересечения кривой выпадают за пределы этого допуска, то вы можете увеличить допуск, чтобы получить больше условных пересечений.



Для удобства идентификации, на пересечениях отрезков кривых есть цветные кружочки. Число в кружочке показывает количество кривых, встречающихся в данной точке.

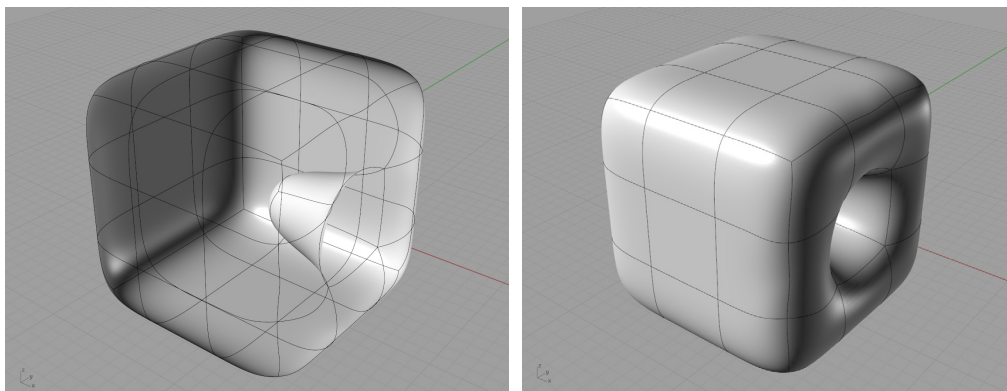
Команда **tsSplitCurves** полезна для подготовки сетки кривых, до использования **tsFromLines** или **tsSkin**.

**Использование tsSplitCurves с tsFromLines:** Правильное генерирование поверхности является ключевым моментом, и идентификация того, где пересекаются линейные сегменты, влияет на то, как эта поверхность будет сгенерирована. Если два линейных сегмента пересекутся и не создадут точку на этом пересечении, то пересечение не будет распознано. Конечно можно заново перерисовать эти линейные сегменты, вставляя точку на пересечении, но удобнее воспользоваться командой **tsSplitCurves**. После того, как условно пересекающиеся кривые будут разделены, пересечения будут распознаны в **tsFromLines**.

**Использование tsSplitCurves с tsSkin:** Команда **tsSplitCurves** позволяет вам разделять кривые, как часть процесса создания поверхности, но если вам потребуется вернуться и изменить что-то, то информация о разделении будет потеряна. Если вы не желаете разделять свои кривые каждый раз, когда используете команду **tsSkin**, то вы можете разделить их однажды командой **tsSplitCurves** и сохранить этот шаг, используя затем команду **tsSkin**.



## Инвертирование нормалей

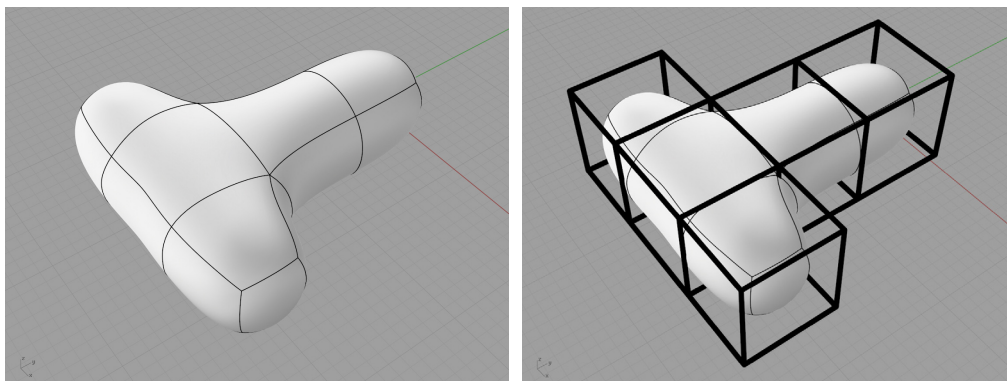


Команда **tsFlip** подобно команде *Flip* Rhino, выворачивает поверхность T-spline наизнанку.

Поверхность T-Spline с нормальями внутри (слева) и снаружи (справа).



## Извлечение основного многоугольника



Команда **tsExtractControlPolygon** извлекает основной многоугольник (линейные сегменты) из объекта T-spline. Это полезно тем, что основной многоугольник можно изменить, соединить перемычкой с другими объектами, можно удалить целые разделы, а затем сызнова создать модель, используя команду **tsFromLines**. Эта команда часто использовалась до выхода T-Splines 2.0.

Поверхность T-spline (слева) с извлечённым основным многоугольником (справа).



## Выравнивание группы точек

Команда **tsFlattenPoints** подгоняет группу контрольных точек к ровной плоскости, проходящей через эти контрольные точки.

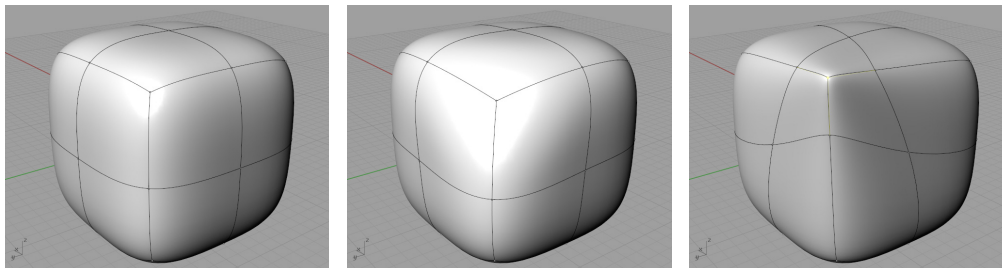
Команда требует ввода по крайней мере четырех точек прежде, чем они будут сглажены. Команда работает и с T-Splines, и с NURBS, и с контрольными точками mesh.

Выравнивание группы точек	
В режиме сглаживания	
В кубическом режиме	
	Объект до выравнивания точек      Объект после выравнивания точек



## Вес

Команда **tsWeight** придаёт вес контрольным точкам T-spline, подобно команде Rhino **Weight**. Она, как бы, усиливает или ослабляет акцент на точке, делая в этой области более сглаженную, или наоборот, более резкую поверхность.



tsWeight = 1 (по умолчанию)

tsWeight = 0.1

tsWeight = 10

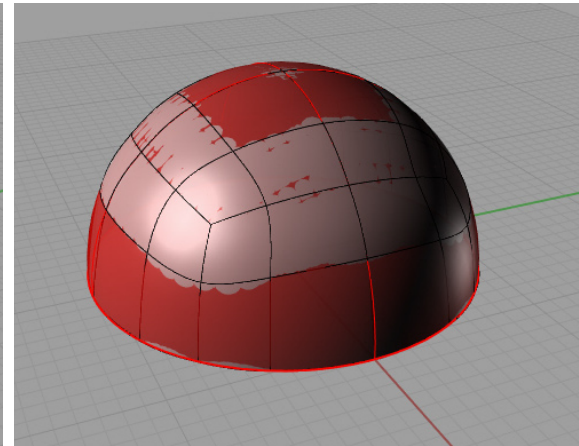
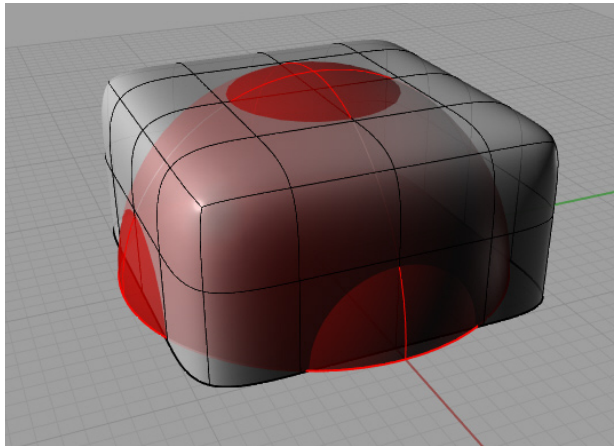




## Натягивание поверхности.

Команда **tsPull** использует каждую вершину T-Splines и подтягивает ее к самой близкой точке на целой поверхности.

Выберите вершины, которые вы хотите натянуть на поверхность T-Splines, затем выделите целую поверхность, и нажмите ОК.



До применения команды tsPull  
(Красный=Nurbs/Серый=T-Splines)

После применения команды tsPull

### Опции командной строки

*PullType*

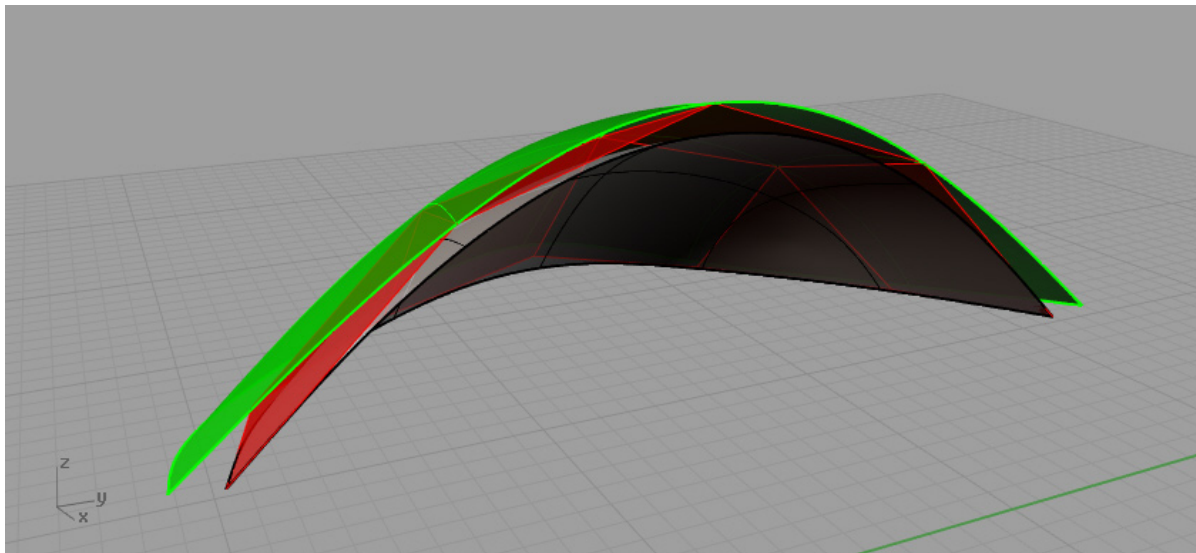
*SurfacePoints*: Подтягивает отдельную точку поверхности T-Splines.

*ControlPoints*: Вытягивает каждую контрольную вершину многоугольника T-Splines.



## Интерполирование поверхности

Команда **tsInterpolate** перемещает контрольные точки T-Spline так, чтобы новая поверхность прошла там, где контрольные точки имели бы обыкновение быть.



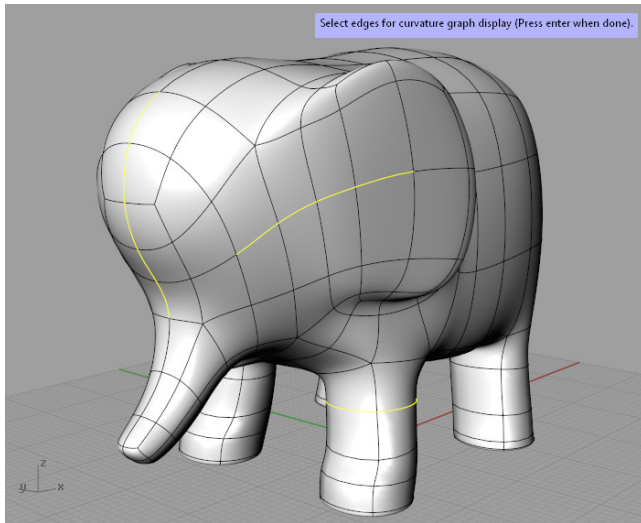
Серый=Начальная поверхность T-Splines

Красный=Начальная поверхность контрольного многоугольника

Зеленый = Заканченная поверхность



## Анализ графика искривления краёв



Выберите края для анализа

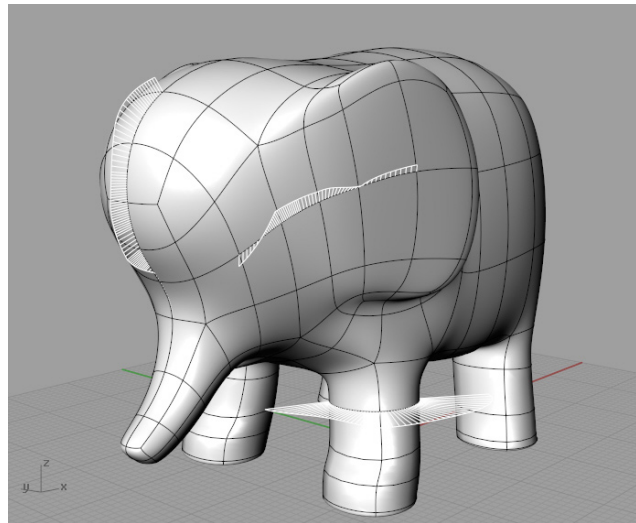


График искривления проявляется только на выбранных краях

Команда ***tsSetCurvatureGraphEdges*** позволяет пользователю включать определенные края T-spline, а затем использовать команду Rhino ***CurvatureGraph*** для анализа.

Опция ***Clear*** включает или исключает все края модели в график. После этого, следует выполнить команду Rhino ***CurvatureGraph***, чтобы увидеть и проанализировать этот график искривления.




## 19. Восстановление сетки T-spline

Иногда, после возвращения в режим сглаживания, части T-spline выглядят искаженными. Или T-splines вообще полностью отказывается выводиться в режиме сглаживания. Вероятно, что **T-точки** и **звездообразные точки** требуется преобразовать. Поверхность в T-точках более гладкая, чем в областях с звездообразными точками, но всё же, иногда необходимо использовать звездообразные точки вместо T-точек. В процессе создания вашей модели, некоторые точки, возможно, определились как звездообразные точки, когда они, скорее всего, соответствовали T-точкам, и наоборот.



Команда **tsLayout** позволяет преобразовывать T-точки и звездообразные точки.

### Преобразование T-точек и звездообразных точек

В команде tsLayout звездообразные точки и T-точки обнаружатся соответственно, как значки звездочки  и T . Дополнительно, влияние T-точек, которые должны быть переключены на звездообразную точку для поверхности, которая должна быть выведена на экран в режиме сглаживания, как красная морская ракушка . Чтобы переключить T- точку на звездообразную точку, щелкните по нужному значку, и он изменится. Вы можете также щелкнуть по T-точке, чтобы изменить направление. Но не все звездообразные точки можно преобразовать в T-точки.

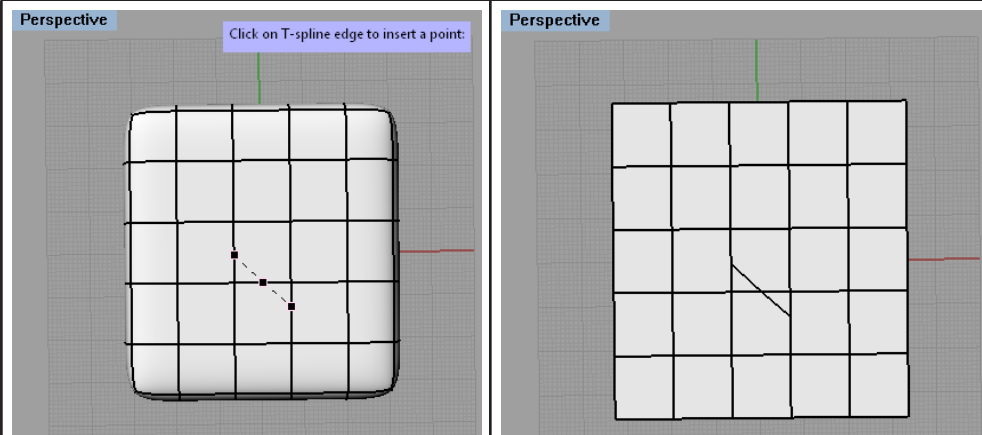
Вот основные правила:

Звездообразная точка может быть изменена на T-точку если:

- Валентность вершины - меньше чем 4.
- Получающаяся поверхность, в которую ляжет T-точка, является четырехсторонней.

В некоторых сценариях изменения T-точки на звездообразную точку, требуется вывести поверхность на экран в режиме сглаживания. Также, команда **tsLayout** может быть полезной для получения различной формы модели. Например, см. инструкции по тому, как создать и вытеснить **шестиугольную поверхность**.

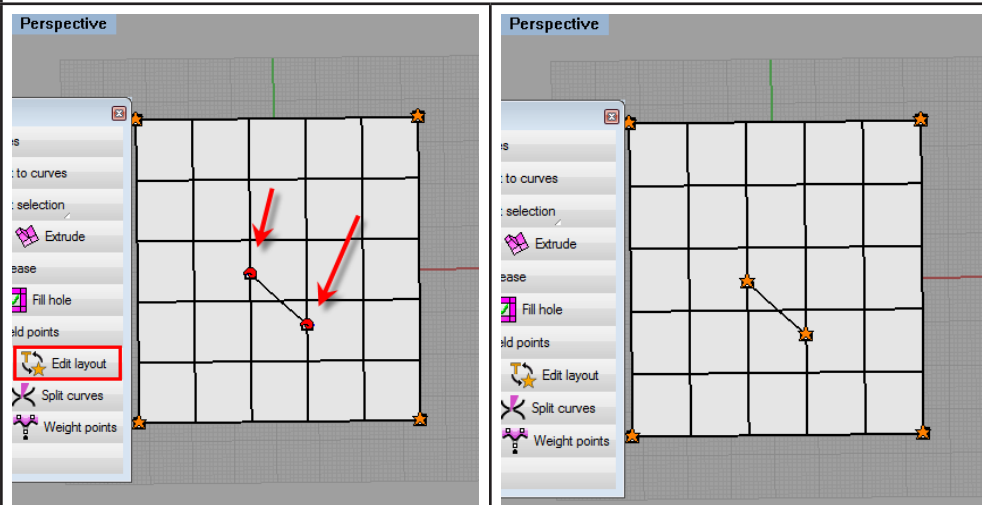
## Использование tsLayout, чтобы восстановить ошибки tsInsertPoint



Общая причина ошибки режима сглаживания: точки вставлены по диагонали на поверхности.

Дисплей переключается в кубический режим, и появляется следующее сообщение:

Error: The mesh has a seashell isoparm pattern, so it cannot be smoothed. Use the tsLayout command to toggle some T-points and star points and try again.  
 Error: Could not update preview surface.  
 Command:



В tsLayout. По этим морским ракушкам нужно щелкнуть, чтобы повернуть эти T-точки к звездообразным точкам.

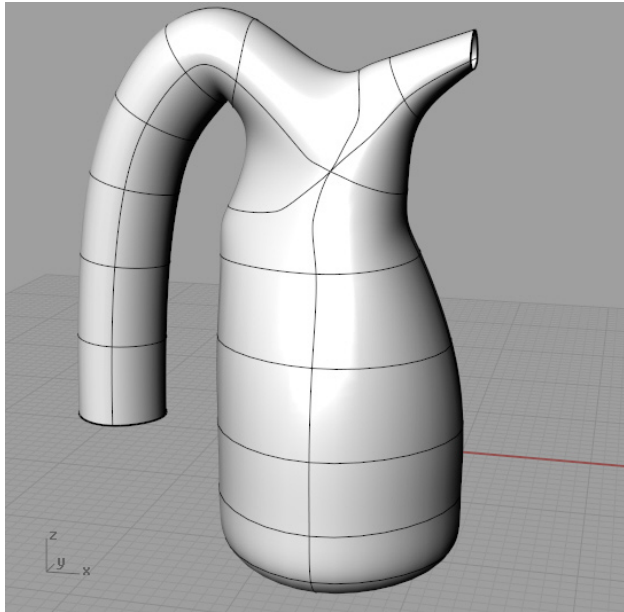
Теперь они - звездообразные точки.

**Совет** Используйте опцию *AutoRepair* в **tsLayout** (новинка в v2.3), чтобы автоматически преобразовать все морские ракушки в звездообразные точки.

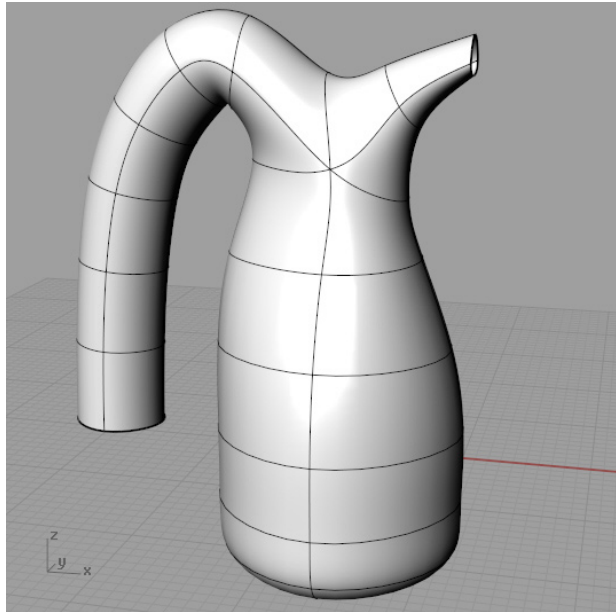




## Создание универсальной формы



Напряжённая" поверхность с странным группированием



"Расслабленная" поверхность после выполнения команды tsMakeUniform

Команда ***tsMakeUniform*** приводит все интервалы узлов к универсальной форме поверхности T-Splines. Это полезно, если поверхность имеет странное группирование после добавления контрольных точек. Применение универсальной формы, заставит поверхность "расслабиться" снять напряжение.



## Приложение 1: команды Rhino и T-splines

Многие команды Rhino могут работать непосредственно с поверхностью T-spline или с контрольными точками поверхности.

Общее правило состоит в том, что команды Rhino, которые работают с полигональными поверхностями, также работают и с поверхностями T-spline. Некоторые из них автоматически преобразовывают поверхность T-spline в поверхность NURBS, другие же сохраняют поверхность как T-spline. Ниже приводится обширный список команд Rhino, с объяснением того, как они работают с поверхностями T-spline.

Сокращения ключа кода:

**TS** = Команда работает с поверхностью T-spline.

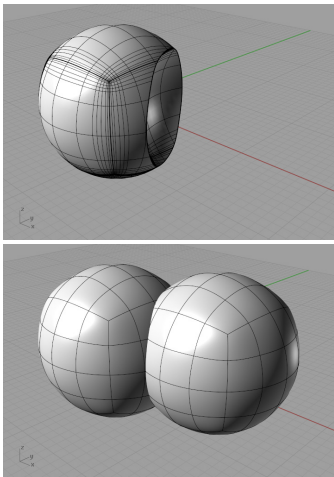
Ввод: поверхность T-Spline. Вывод: поверхность T-Spline.

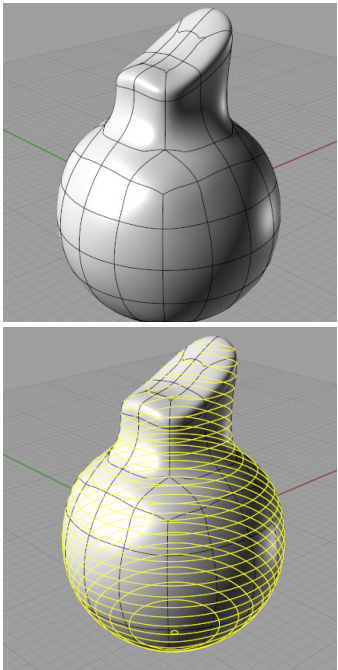
**CP** = Команда работает с контрольными точками T-splines.

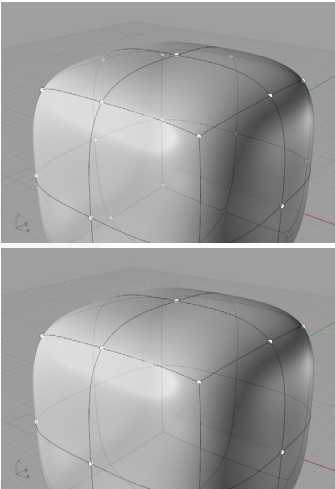
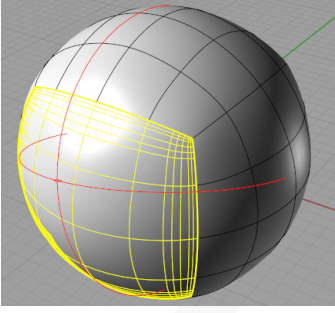
Ввод: контрольные точки поверхности T-spline. Вывод: поверхность T-spline.

**TS-NURBS** = Команда работает с поверхностью T-spline, но автоматически преобразовывает её в поверхность NURBS.

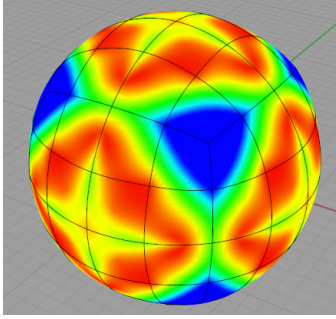
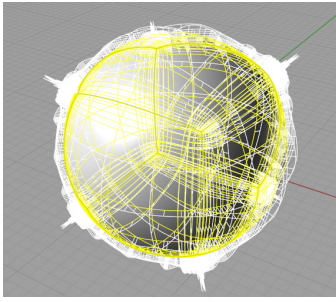
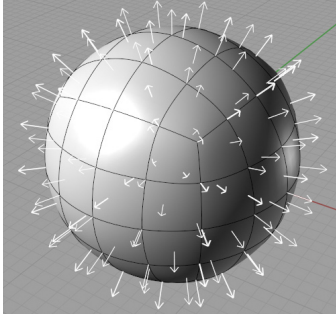
Ввод: поверхность T-spline. Вывод: поверхность NURBS.

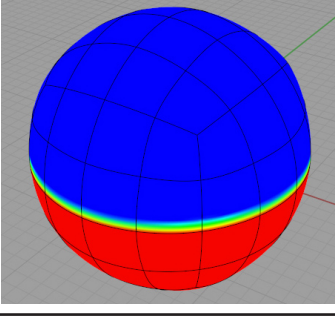
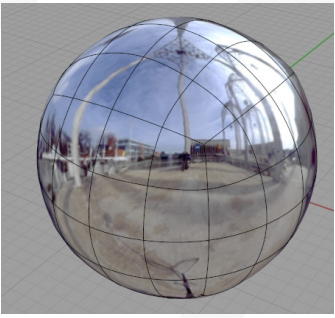
Команды Rhino			
Команда	Код	Описание/Изображение	
<b>_Align</b>	TS		
<b>_Area</b>	TS		
<b>_AreaCentroid</b>	TS		
<b>_AreaMoments</b>	TS		
<b>_Array</b>	TS, CP		
<b>_ArrayCrv</b>	TS, CP		
<b>_ArrayCrvOnSrf</b>	TS, CP		
<b>_ArrayPolar</b>	TS, CP		
<b>_ArraySrf</b>	TS, CP		
<b>_Bend</b>	CP		
<b>_Blend</b>	TS		
<b>_BlendSrf</b>	TS-NURBS		
<b>_Boolean2Objects</b>	TS-NURBS	Все Булевы операции преобразовывают поверхности T-Splines в NURBS.	 <p>Различие двух поверхностей, после разделения.</p>
<b>_BooleanDifference</b>	TS-NURBS		
<b>_BooleanIntersection</b>	TS-NURBS		

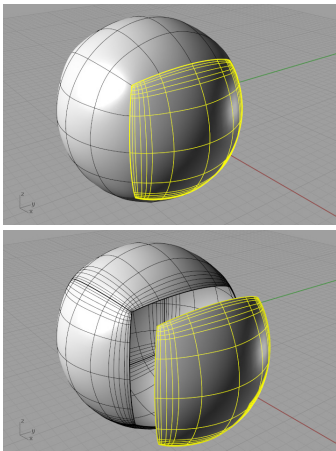
Команды Rhino		
Команда	Код	Описание/Изображение
<b>_BooleanSplit</b>	TS-NURBS	
<b>_BooleanUnion</b>	TS-NURBS	
<b>_Boss</b>	TS-NURBS	
<b>_BoundingBox</b>	TS	
<b>_CageEdit</b>	TS-NURBS	Эта команда работает с поверхностями T-spline. Если вы выберете поверхность и отредатируете сетку, то она автоматически преобразуется в NURBS. Редактирование сетки нельзя применить к контрольным точкам T-spline.
<b>_Cap</b>	TS-NURBS	
<b>_ChamferSrf</b>	TS-NURBS	
<b>_Check</b>	TS	
<b>_Contour</b>	TS	 <p>Поверхность T-spline (наверху), контуры кривых (снизу).</p>

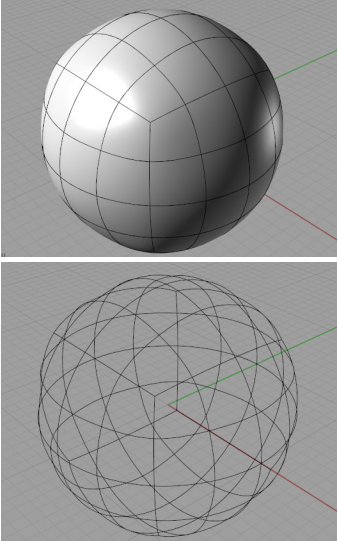
Команды Rhino		
Команда	Код	Описание/Изображение
<b>_Copy</b>	TS, CP	
<b>_CreateSolid</b>	TS-NURBS	
<b>_CreateUVCrv</b>	TS	Работает на прямоугольных областях поверхности T-spline (по одной).
<b>_CullControlPolygon</b>	TS	<p>Этот инструмент полезен для выбора вершин/краёв/граней на поверхности T-spline в областях, с обратной стороны модели, и облегчает редактирование моделей, имеющих много контрольных точек.</p>  <p>Поверхность T-spline с Cull=No (сверху) и Cull=Yes (снизу).</p>
<b>_Curvature</b>	TS	<p>Работает с прямоугольными областями поверхности T-spline (по одной)</p> 

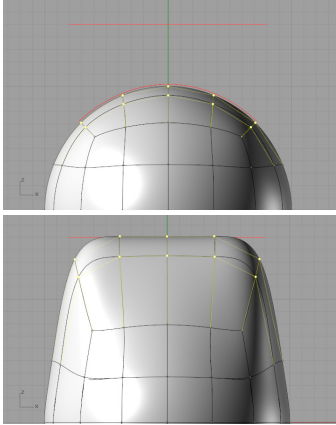
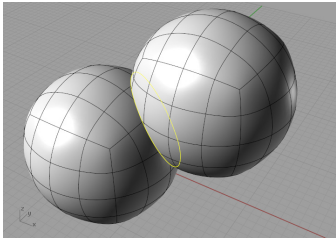


Команды Rhino			
Команда	Код	Описание/Изображение	
<b>_CurvatureAnalysis</b>	TS		
<b>_CurvatureGraph</b>	TS	<p>Выводит на экран T-spline как многоугольную поверхность.</p> <p>Для выбора определённых краёв, используйте команду <b><i>tsSetCurvatureGraphEdges</i></b>.</p>	
<b>_DeleteHole</b>	TS-NURBS		
<b>_Dir</b>	TS		

Команды Rhino			
Команда	Код	Описание/Изображение	
<b>_DraftAngleAnalysis</b>	TS		
<b>_DragMode</b>	TS	Полезна для выбора или перемещения UVN. Доступно в режиме плавающего окошка редактирования T-spline.	
<b>_Drape</b>	TS		
<b>_DupBorder</b>	TS		
<b>_DupEdge</b>	TS	Может копировать края и кривые на поверхности T-spline.	
<b>_DupMeshEdge</b>	TS		
<b>_EMap</b>	TS		
<b>_Explode</b>	TS-NURBS	Разделяет поверхность T-spline на кусочки NURBS.	

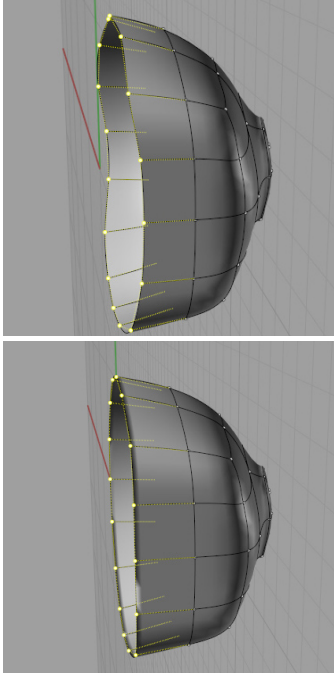
Команды Rhino		
Команда	Код	Описание/Изображение
<b>_ExtractIsoCurve</b>	TS	Этот инструмент извлекает кривые из кусочков NURBS. Возможно, придётся извлечь кривые из нескольких кусочков, чтобы получить кривые полной поверхности T-spline.
<b>_ExtractPt</b>	TS	Точки извлечённые из кусочков NURBS на поверхности T-spline. При работе в кубическом режиме будут извлечены точки mesh.
<b>_ExtractSrf</b>	TS-NURBS	Эта команда ивлекает прямоугольную область из поверхности Tspline.  <p>Извлечение поверхности из поверхности T-spline.</p>

Команды Rhino		
Команда	Код	Описание/Изображение
<b>_ExtractWireframe</b>	TS	Извлечение всех видимых изопараметрических линий T-spline.  <p>Поверхность T-Spline (сверху) и извлеченный каркас (снизу).</p>
<b>_ExtrudeSrf</b>	TS-NURBS	
<b>_ExtrudeSrfAlongCrv</b>	TS-NURBS	
<b>_ExtrudeSrfTapered</b>	TS-NURBS	
<b>_ExtrudeSrfToPoint</b>	TS-NURBS	
<b>_FilletSrf</b>	TS-NURBS	

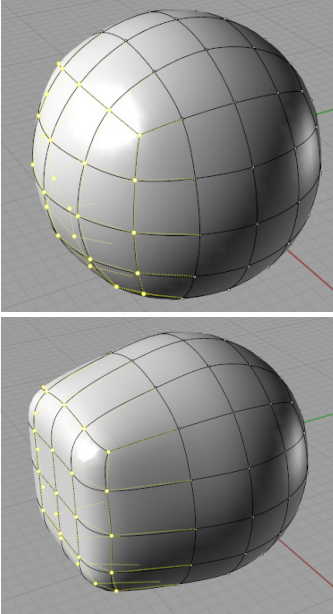
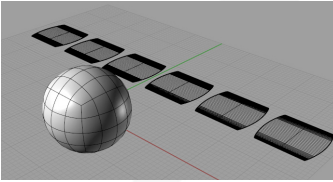
Команды Rhino		
Команда	Код	Описание/Изображение
<b>_Flow</b>	CP	<p>Эта команда полезна, в формировании T-spline поверхности, для перемещения контрольных точек вдоль кривой.</p>  <p>Пример контрольных точек поверхности T-spline, перемещённых вдоль кривой.</p>
<b>_FlowAlongSurface</b>	CP	
<b>_GCon</b>	TS	
<b>_Hydrostatics</b>	TS	
<b>_InterpcrvOnSrf</b>	TS	Работает с прямоугольными областями поверхности T-spline.
<b>_Intersect</b>	TS	 <p>Линия пересечения двух поверхностей T-spline.</p>
<b>_Join</b>	TS-NURBS	
<b>_List</b>	TS	
<b>_Maelstrom</b>	CP	

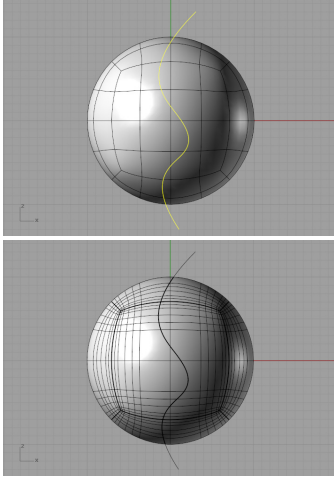
Команды Rhino		
Команда	Код	Описание/Изображение
<b>_Make2D</b>	TS	Эта команда включает вывод всех кривых поверхности T-Spline.
<b>_MakeHole</b>	TS-NURBS	Эта команда зашивает все дыры на одной поверхности T-spline за один раз.
<b>_Mesh</b>	TS	Большинство команд Rhino mesh работают с объектами T-spline в кубическом режиме, но преобразует T-spline в Rhino mesh.
<b>_MeshOutline</b>	TS	Работает с T-spline и в режиме сглаживания и в кубическом режиме.
<b>_Mirror</b>	TS, CP	
<b>_Move</b>	TS, CP	
<b>_MoveUVN</b>		Не работает с поверхностями T-spline.
<b>_OffsetCrvOnSrf</b>	TS	Работает с прямоугольными областями поверхности T-spline.
<b>_OffsetNormal</b>	TS	Работает с прямоугольными областями поверхности T-spline.
<b>_OffsetSrf</b>	TS-NURBS	
<b>_Orient2Points</b>	TS, CP	
<b>_Orient3Points</b>	TS, CP	
<b>_OrientOncrv</b>	TS, CP	
<b>_OrientOnSrf</b>	TS, CP	
<b>_PlaceHole</b>	TS-NURBS	
<b>_PointOffSelected</b>	TS	
<b>_PointsOn</b>	TS	
<b>_PolylineOnMesh</b>	TS	Работает с T-spline в кубическом режиме.
<b>_Project</b>	TS	

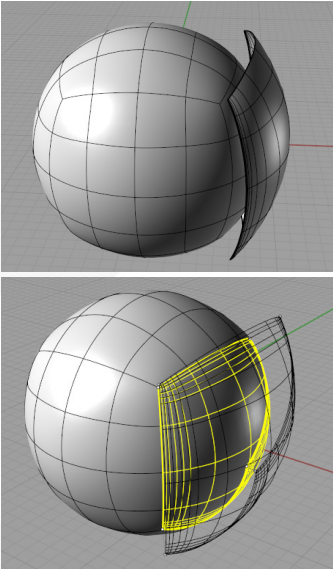
## Команды Rhino

Команда	Код	Описание/Изображение
<b>_ProjectToCPlane</b>	TS, CP	<p>Полезна для размещения точек в плоскости XZ, XY, и ZY для симметрии.</p>  <p>Перед (сверху) и после проецирования на CPlane (снизу).</p>
<b>_RemapCPlane</b>	TS, CP	
<b>_RevolvedHole</b>	TS-NURBS	
<b>_Rib</b>	TS-NURBS	
<b>_Rotate</b>	TS, CP	
<b>_Rotate3D</b>	TS, CP	
<b>_RoundHole</b>	TS-NURBS	
<b>_Scale</b>	TS, CP	
<b>_Scale1D</b>	TS, CP	
<b>_Scale2D</b>	TS, CP	
<b>_ScaleNU</b>	TS, CP	
<b>_Section</b>	TS	

## Команды Rhino

Команда	Код	Описание/Изображение
<b>_SetPt</b>	CP	<p>Для перемещения контрольных точек объекта к плоскости на определенную позицию.</p> <p>Полезна для выравнивания части поверхности.</p>  <p>До установки точек с SetPt (сверху) и после установки точек (снизу).</p>
<b>_Shear</b>	CP	
<b>_ShortPath</b>	TS	Работает с прямоугольными областями поверхности T-spline.
<b>_Silhouette</b>	TS	
<b>_Sketch</b>	TS	
<b>_Smash</b>	TS-NURBS	<p>Раскладывает все кусочки NURBs от T-Spline, в одной плоскости.</p> <p>Словно выкройку.</p>  <p>Пример выкройки поверхности T-Spline.</p>

Команды Rhino			
Команда	Код	Описание/Изображение	
<b>_Smooth</b>	TSmesh	Работает над сглаживанием поверхности T-Spline, но преобразует её в Rhino mesh. Вы можете преобразовать её обратно в T-spline; однако, все T-точки будут разбиты на треугольники.	
<b>_SoftMove</b>	CP		
<b>_Split</b>	TS-NURBS	Поверхность T-spline можно обрезать - <b>Trim</b> или разделить - <b>Split</b> поверхностью NURBS, но после обрезания или разделения T-spline, она автоматически будет преобразована в NURBS.	<p>Пример разрезания поверхности T-spline.</p> 
<b>_Splop</b>	CP		
<b>_Squish</b>	TS	Работает на прямоугольных областях поверхности T-spline.	
<b>_Stretch</b>	CP		
<b>_Taper</b>	CP		
<b>_Trim</b>	TS-NURBS	Для работы необходимо включить контрольные точки T-Splines.	
<b>_Twist</b>	CP		
<b>_VariableBlendSrf</b>	TS-NURBS		

Команды Rhino			
Команда	Код	Описание/Изображение	
<b>_VariableChamferSrf</b>	TS-NURBS		
<b>_VariableFilletSrf</b>	TS-NURBS		
<b>_VariableOffsetSrf</b>	TS-NURBS	Работает на прямоугольных областях поверхности T-spline.	 <p>Пример смещения на поверхности T-Spline.</p>
<b>_Volume</b>	TS		
<b>_VolumeCentroid</b>	TS		
<b>_VolumeMoments</b>	TS		
<b>_WireCut</b>	TS-NURBS		
<b>_Zebra</b>	TS		

Инструкция

© T-Splines, Inc.

34 E 1700 S Suite A143

Provo, UT 84606

801-841-1234

Перевод с английского: А. В. Куклин

© 2011 WWW.WAXMODELS.RU

[info@waxmodels.ru](mailto:info@waxmodels.ru)

