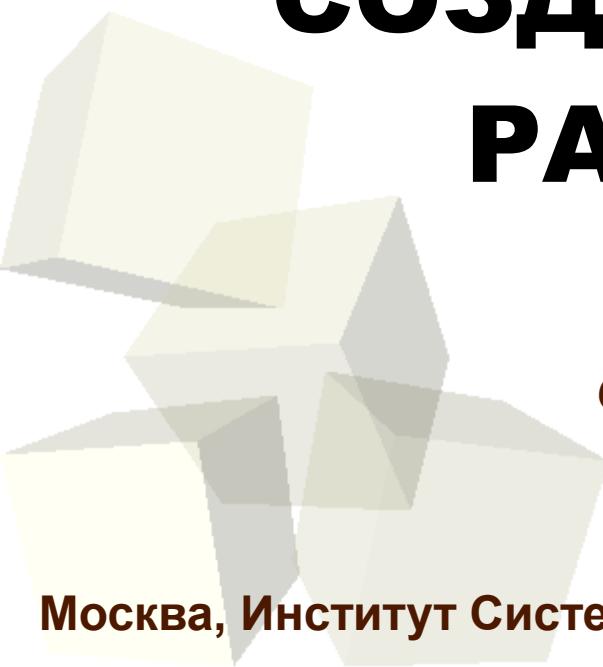


**Школа-семинар  
«Основы использования  
OpenFOAM, SALOME и ParaView»**

**ПЛАТФОРМА SALOME:  
СОЗДАНИЕ ГЕОМЕТРИИ И  
РАСЧЕТНОЙ СЕТКИ**



М.В. Крапошин (НИЦ Курчатовский институт)  
О.И. Самоваров (Институт системного программирования РАН)  
С.В. Стрижак (ГОУ ВПО МГТУ им. Баумана)

# *День I, Модуль 2, Секция 2. Платформа SALOME: создание геометрии и расчетной сетки*

<http://www.salome-platform.org>

<http://www.nuresim.com>

**SALOME — Открытая среда интеграции ПО для решения задач безопасности АЭС — проект NURESIM**

**В основе лежит технология OpenCascade (CATIA)**

**Важно для пользователя — есть возможность работы с геометрией как в коммерческих пакетах**

**Важно для программиста — полностью изменяемая, модульная архитектура**



**Геометрия — GEOM**

**Сетка — SMESH**

**Работа с сеткой - MED**

**Визуализация - VISU**

**Управление процессом вычисления - YACS**

# SALOME. РАСПРОСТРАНЯЕТСЯ В ВИДЕ АРХИВА

**В виду сложности платформы имеется широкий  
список задействованных приложений и библиотек**

	Version	GUI (APP)	KERNEL	GEOM	SIMESH	VISU	MED	YACCS	METGENPLUGIN	GHS3DPLUGIN	BLSURFPLUGIN	HGSURFPLUGIN	Hydrocplugin	RANDOMIZER	SHERPNISKY	PyCALCULATOR	COMPONENT	CALCULATOR	HELLO	PyHELLO	LIGHT	PyLIGHT	MUL.TIPR	models	MXZ/SALOME
gcc*	3.3.5**	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
automake*	1.9**	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
autoconf*	2.59**	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
libtool*	1.5.6**	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
GNU make*	3.80**	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Python	2.4.4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Qt	4.5.2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Slip	4.8.2	X																							
PyQt	4.5.4	X																							
Boost	1.40.0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Swig	1.3.40	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
OpenCASCADE Technology	6.3.sp10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Qwt	5.2.0	X																							
QScintilla	2.4																								
OmniORB	4.1.4																								
OmniORBpy	3.4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
omniNotify	2.1																								
Hdf5	1.6.9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Med	2.3.6																								
Vtk	5.0.4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
numpy	1.3.0	X																							
lapack	3.2	X																							
Graphviz	2.24.0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Doxxygen	1.6.1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
NETGEN	4.5																								
docutils	0.6.0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
metis	4.0																								
scotch	4.0																								
Ibxml2	2.6.27	X	X																						
bisurf*	2.8																								
TetMesh-GHS3D*	4.1																								
TclTk	8.4.14																								
Sphinx	0.6.3	X	X	X																					
Expat	2.0.1																								
libBatch	1.2.0	X																							
setupTools	0.6c9	X	X	X																					
Jinja2	2.2.1	X	X	X																					
pygments	1.0	X	X	X																					

\*) Not included into SALOME Installation procedure

\*\*) Minimal required version

**Системные требования:**

**Процессор — Dual Core Pentium  
ОЗУ — 2Гб**

**ЖД — 5Гб + swap**

**Видео — 128Мб (NVIDIA!)**

**CD/DVD — не обязательно**

**Текущая версия — 6.3.0**

## **SALOME. НЕКОТОРЫЕ ВАЖНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ**

**2x ядерный процессор, 2Гб ОЗУ, NVIDIA карта,  
дистрибутив ОС Linux с поддержкой OpenGL**

**Поддержка gfortran (libgfrotran.so.X)**

**В зависимости от версии SALOME и Linux  
используется различная версия gfortran и при  
установке могут потребоваться: либо создание  
символических ссылок на системные библиотеки либо  
же полная перекомпиляция SALOME (трудоёмко)**

## **SALOME. РАЗРЕШЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ**

**Выход следующий:**

- Либо скачать нужный дистрибутив Linux
- Либо найти соответствующий (например, OpenSuSE 11.3 соответствует Mandriva 2008)
- Либо использовать LiveDVD — CAELinux ([www.caelinux.com](http://www.caelinux.com))

**После скачивания имеем файл**

**InstallWizard\_\*\*\*\*.tgz**

## SALOME. УСТАНОВКА

- 1) Распаковать скачанный архив tar xfz  
InstallWizard\*.tgz**
- 2) В появившейся папке запустить файл ./runInstall.sh**
- 3) Следовать советам программы; в первый раз  
установку программы можно выполнить только в виде  
исполняемых файлов, потом можно компилировать с  
нуля**

## SALOME. УСТАНОВКА. ПРОДОЛЖЕНИЕ И ЗАПУСК

После успешной установки необходимо в папке **salome\_appli\_x.y.z** создать каталоги **USER** и **USERS**

Для запуска используем скрипт  
**~/salome\_appli\_x.y.z/runAppli**

Для останова - **~/salome\_appli\_x.y.z/killCurrentPort**



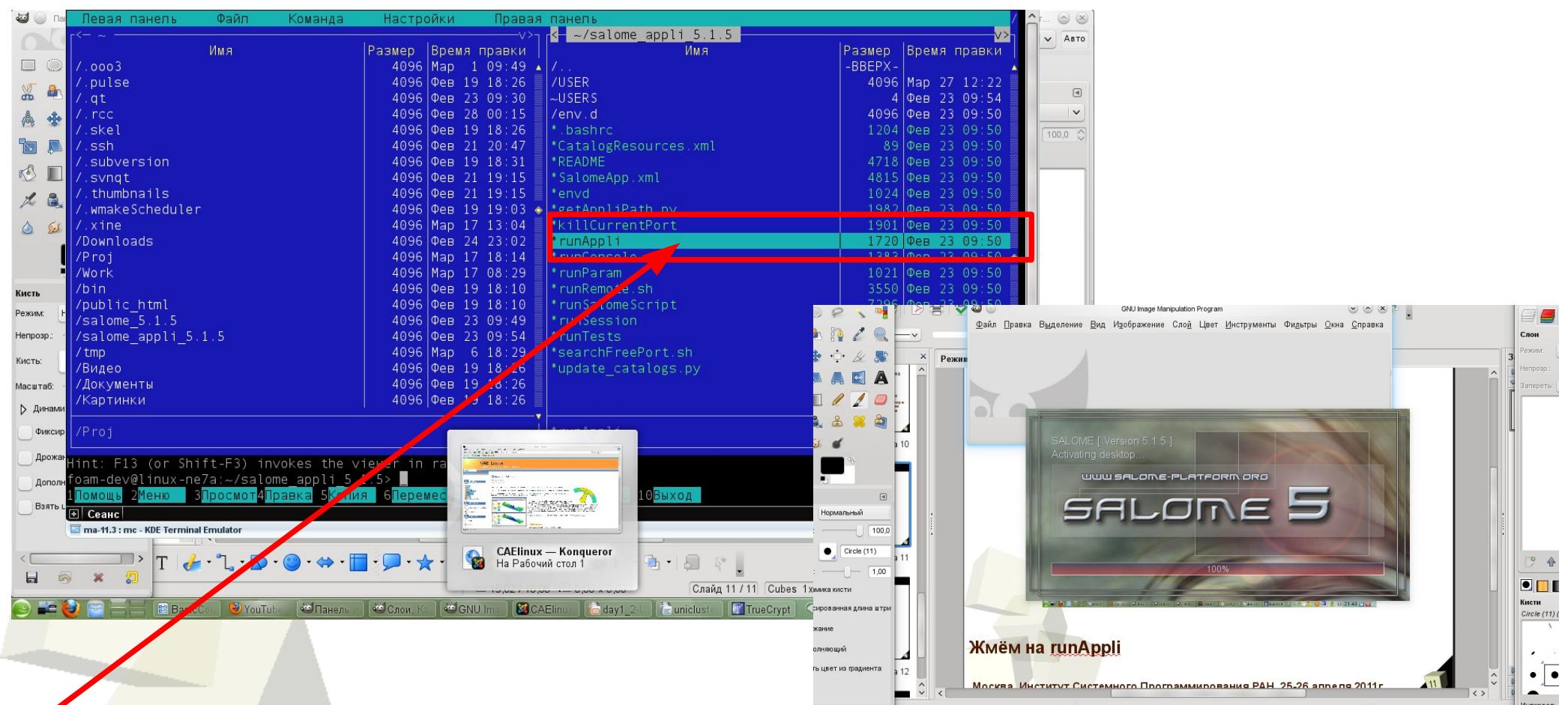
**Важно понимать, что SALOME до сих пор в alpha — стадии, а вместе с этим — утечки памяти. Чем дольше используешь — тем больше памяти. Целесообразно иногда перезагружать с помощью  
~/salome\_appli\_x.y.z/killCurrentPort**

## **SALOME. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПОДАЧИ МАТЕРИАЛА**

- A) ПОШАГОВАЯ ДЕМОНСТРАЦИЯ РАБОТЫ С SALOME**
- B) РАССМОТРЕНИЕ ОСНОВНЫХ ФУНКЦИЙ МОДУЛЯ  
GEOM SALOME**
- C) РАССМОТРЕНИЕ ОСНОВНЫХ ФУНКЦИЙ МОДУЛЯ  
SMESH SALOME**
- D) КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ СПОСОБА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
PYTHON В SALOME**

# День I, Модуль 2, Секция 2. Платформа SALOME: создание геометрии и расчетной сетки

## ЗАПУСК SALOME



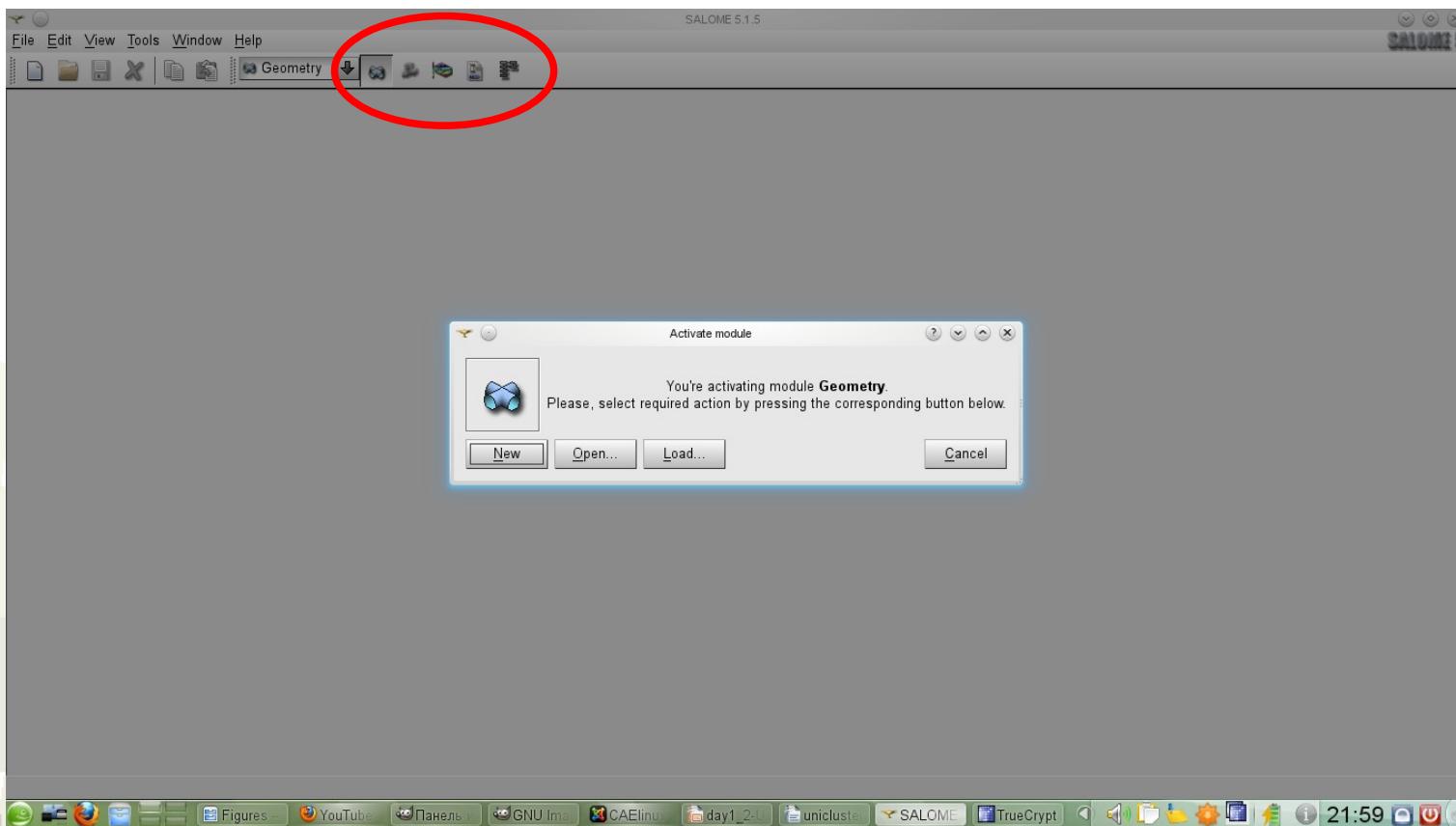
Скрипт **runAppli** для запуска

Скрипт **killCurrentPort** для останова платформы

Москва, Институт Системного Программирования РАН

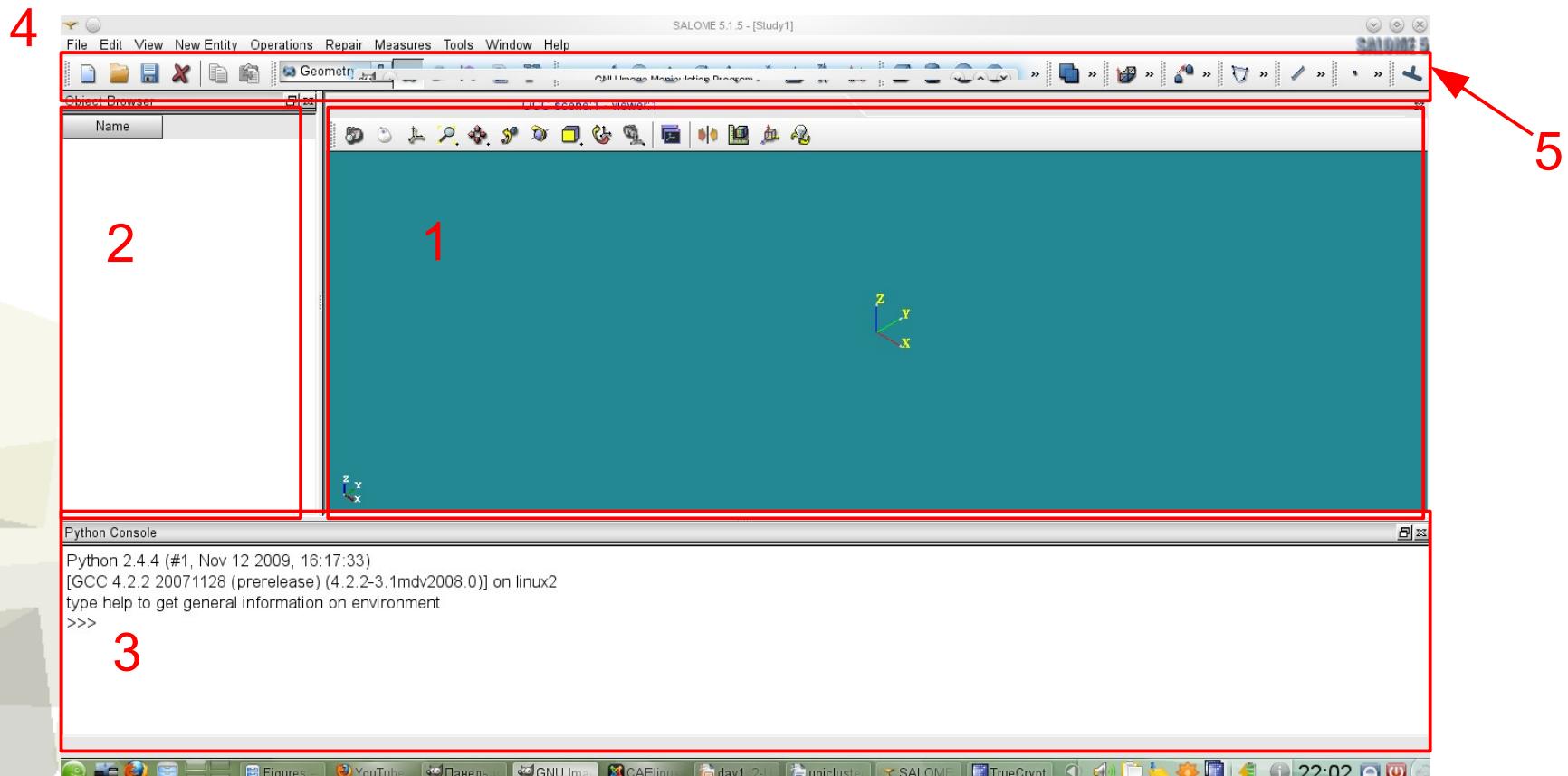
## ВЫБОР МОДУЛЯ SALOME

**В данном случае — GEOM — модуль работы с геометрией**



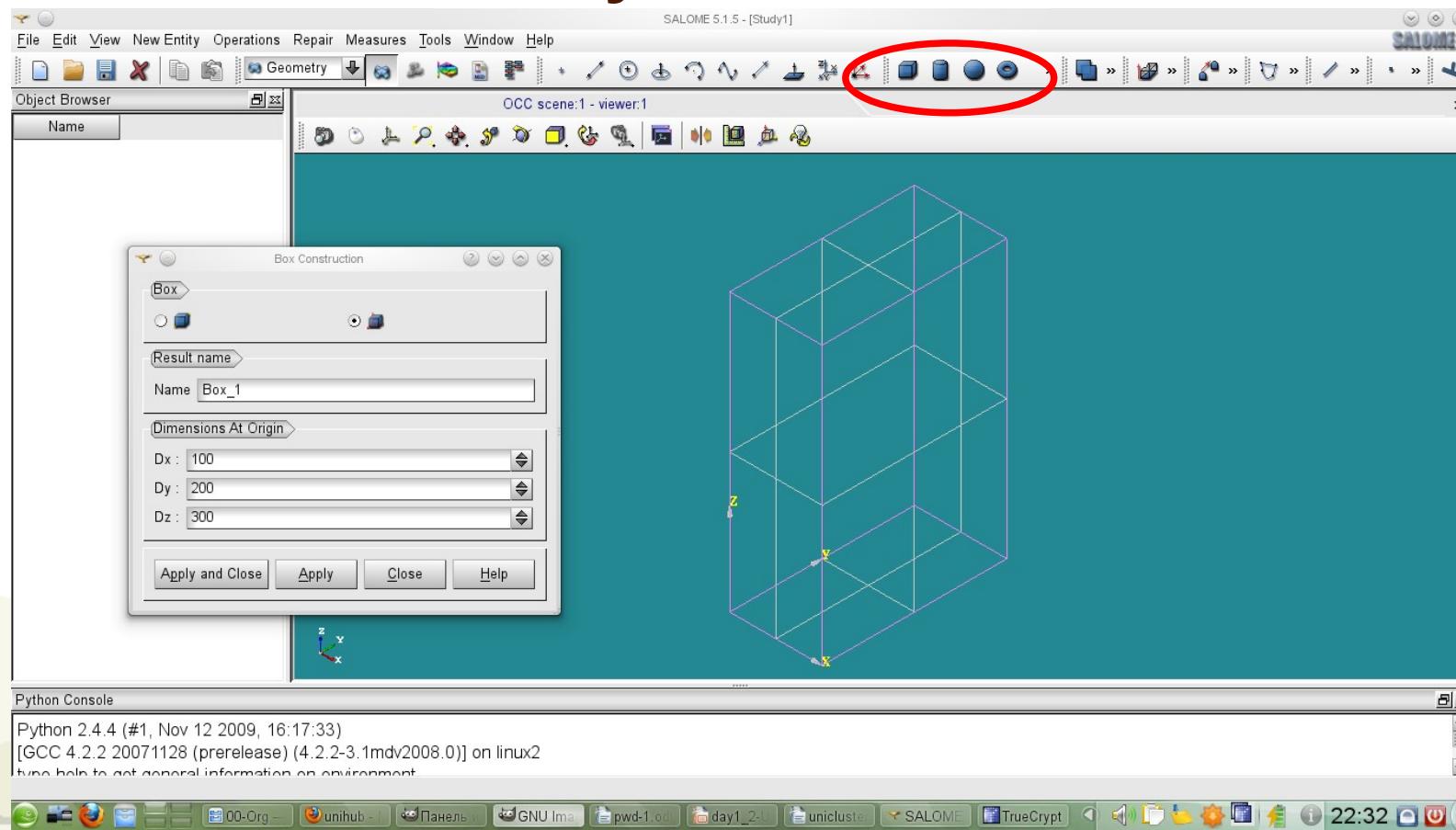
## **ПРИМЕР РАБОТЫ С ГЕОМЕТРИЕЙ В SALOME(1)**

**Основное окно (1,центр), дерево объектов (2, слева), окно сообщений системы (3, снизу), меню (4, сверху), панель инструментов (5, между меню и основным окном). Окно снизу (3) можно убрать, нажав на крестик**



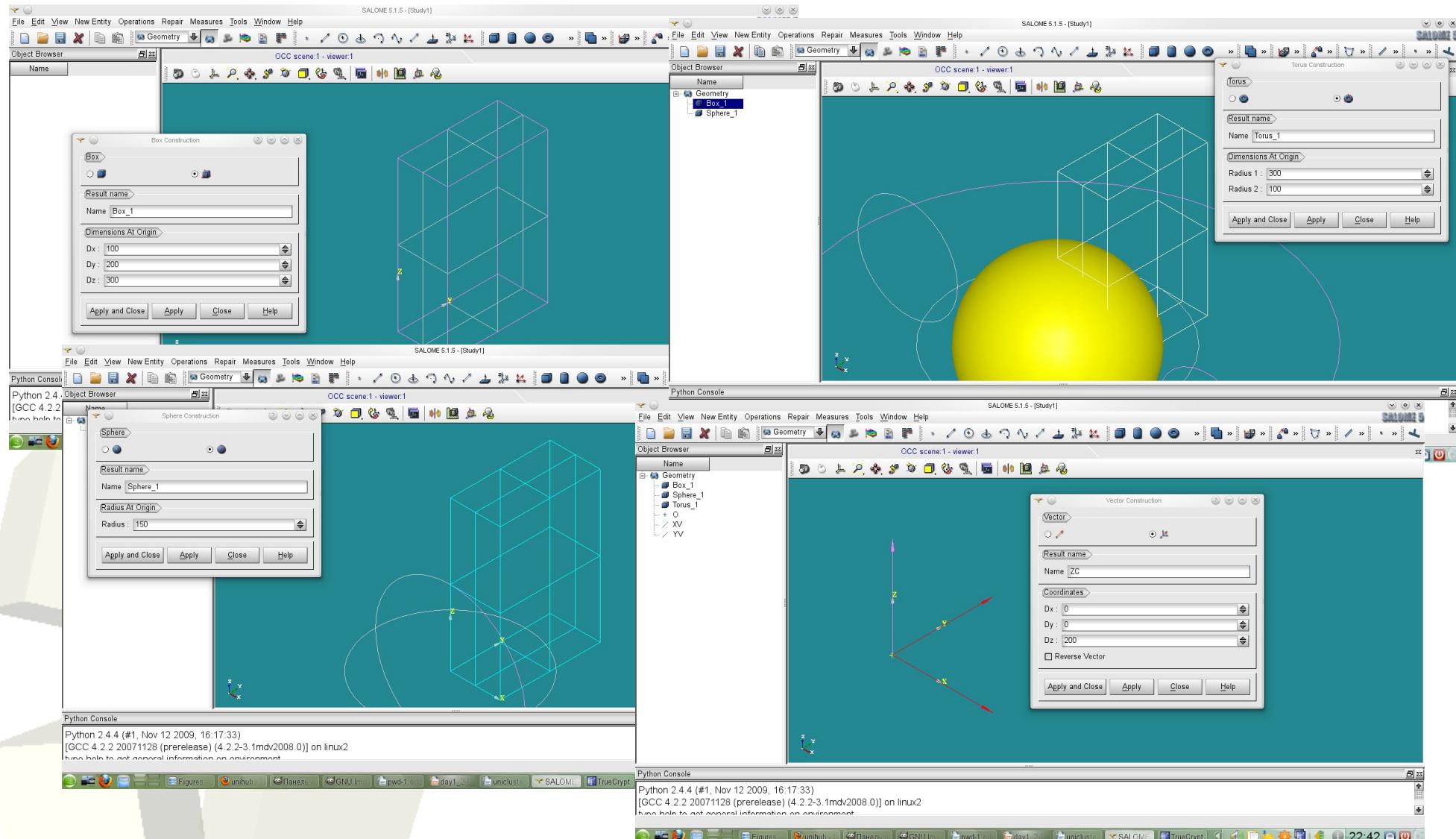
# ПРИМЕР РАБОТЫ С ГЕОМЕТРИЕЙ В SALOME(2)

## Создание куба 100x200x300мм

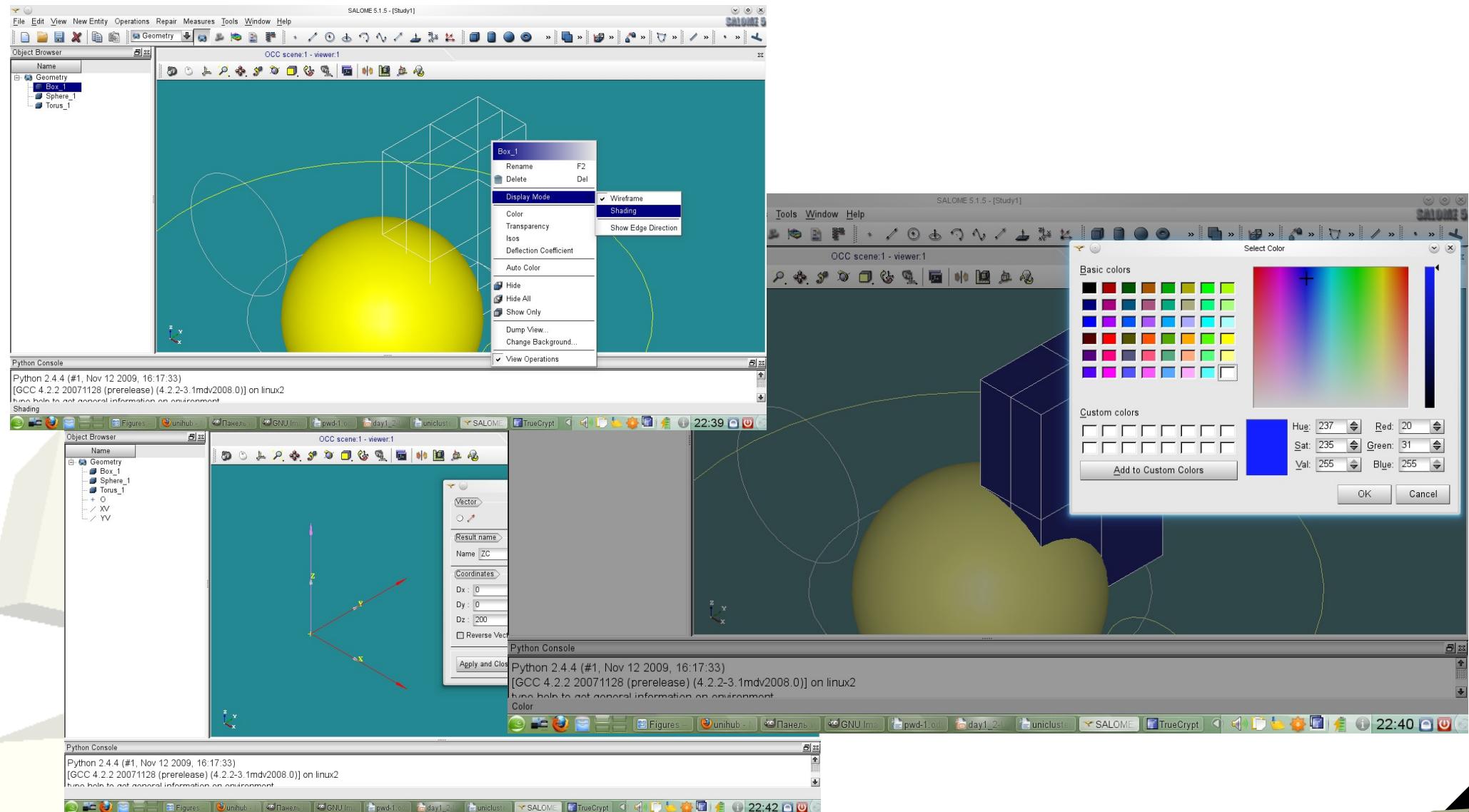


**Каждая геометрическая фигура в GEOM SALOME представляется объектом, к которому можно получить доступ либо в рабочей области, либо через дерево объектов. Сложные Объекты могут включать в себя другие более простые объекты**

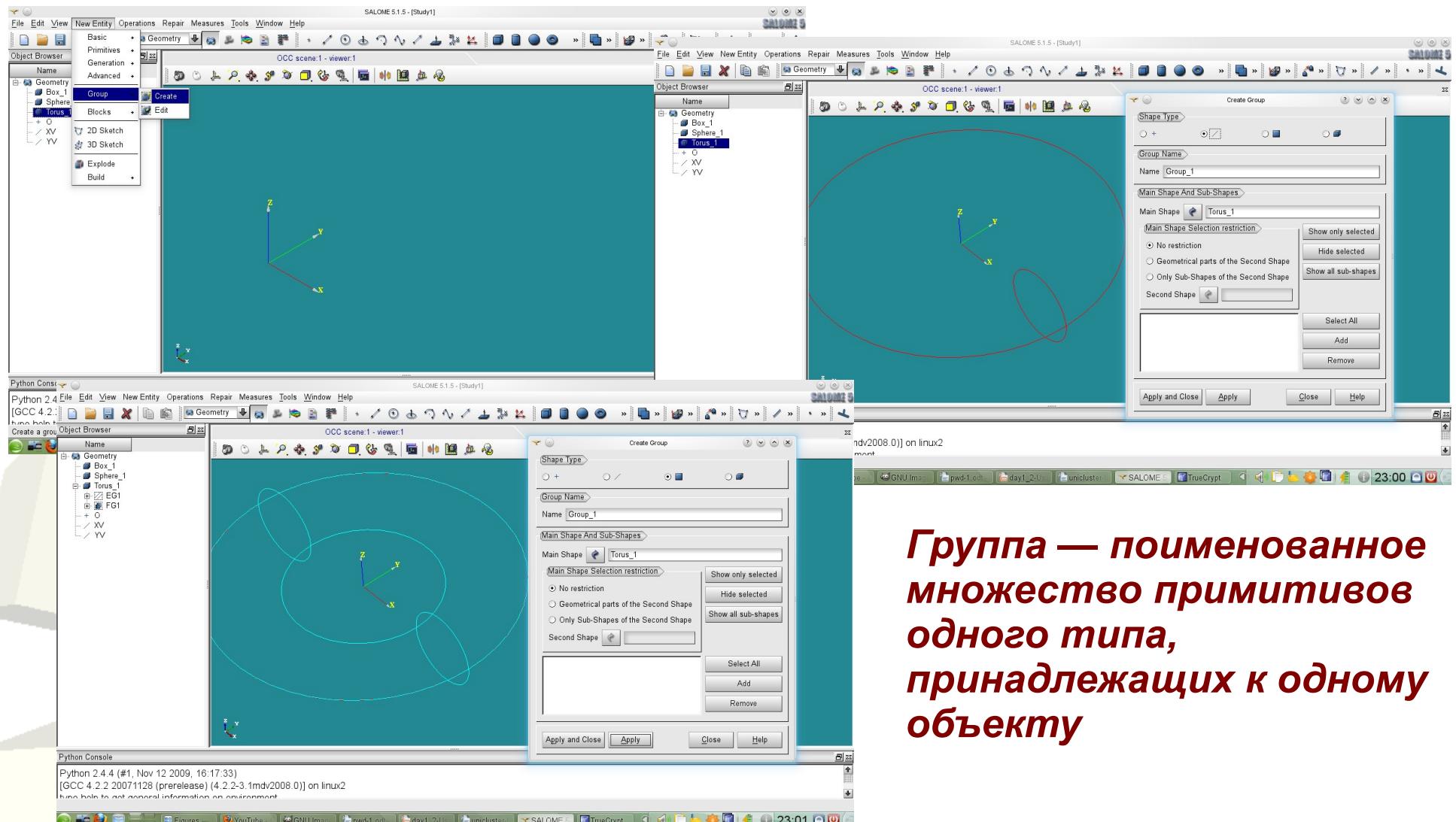
# ПРИМЕР РАБОТЫ С ГЕОМЕТРИЕЙ В SALOME(3) СОЗДАНИЕ СФЕРЫ, ТОРОИДА И ТРЕХ ВЕКТОРОВ



# ПРИМЕР РАБОТЫ С ГЕОМЕТРИЕЙ В SALOME(4) ВЫБОР ЦВЕТА И СТИЛЯ РАСКРАШИВАНИЯ ОБЪЕКТОВ

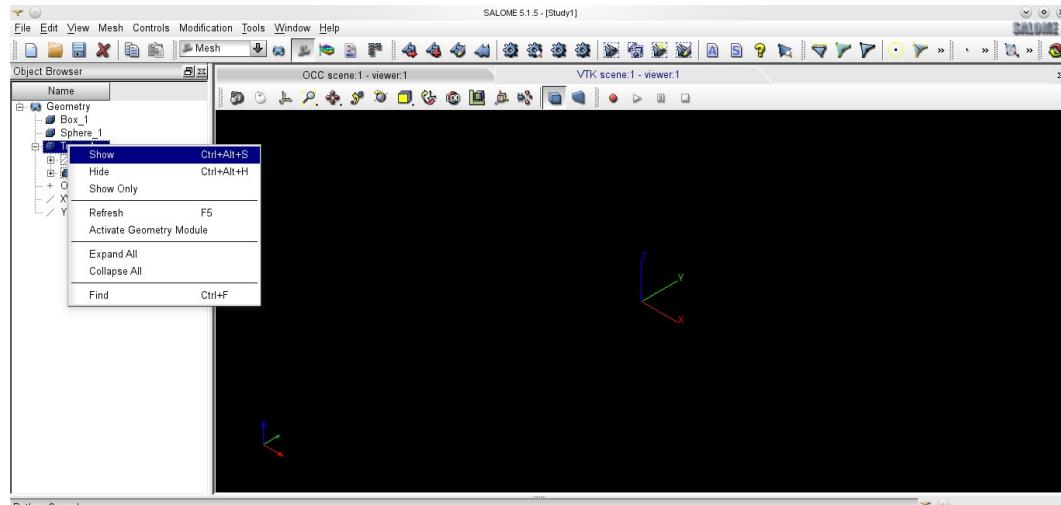


## ПРИМЕР РАБОТЫ С ГЕОМЕТРИЕЙ В SALOME(5) СОЗДАНИЕ ГРУПП



**Группа — поименованное множество примитивов одного типа, принадлежащих к одному объекту**

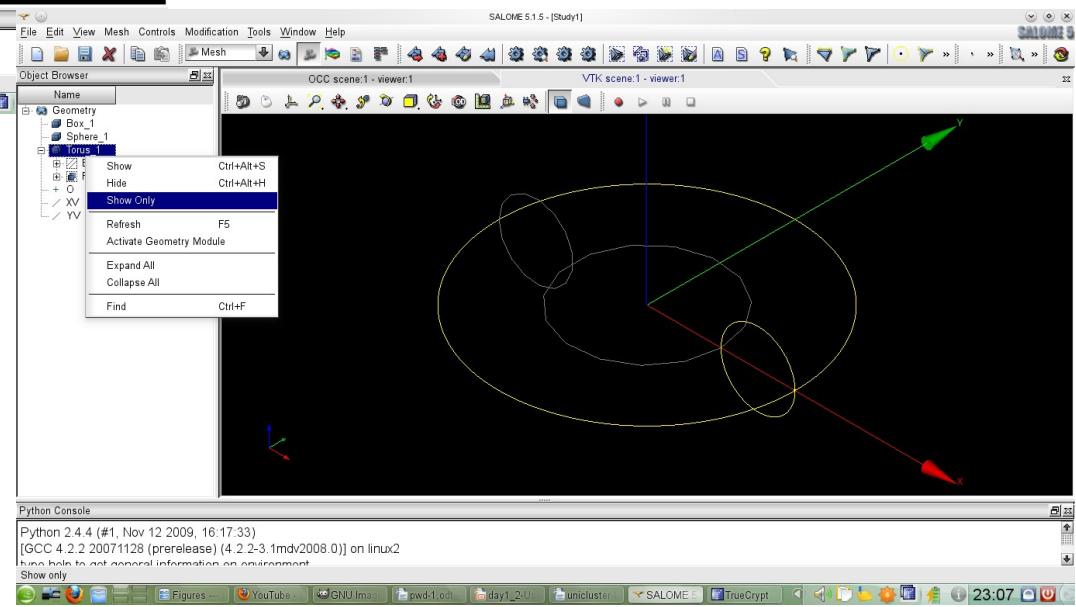
# РАБОТА С РАСЧЕТНОЙ СЕТКОЙ В SALOME (1) ЗАПУСК МОДУЛЯ SMESH



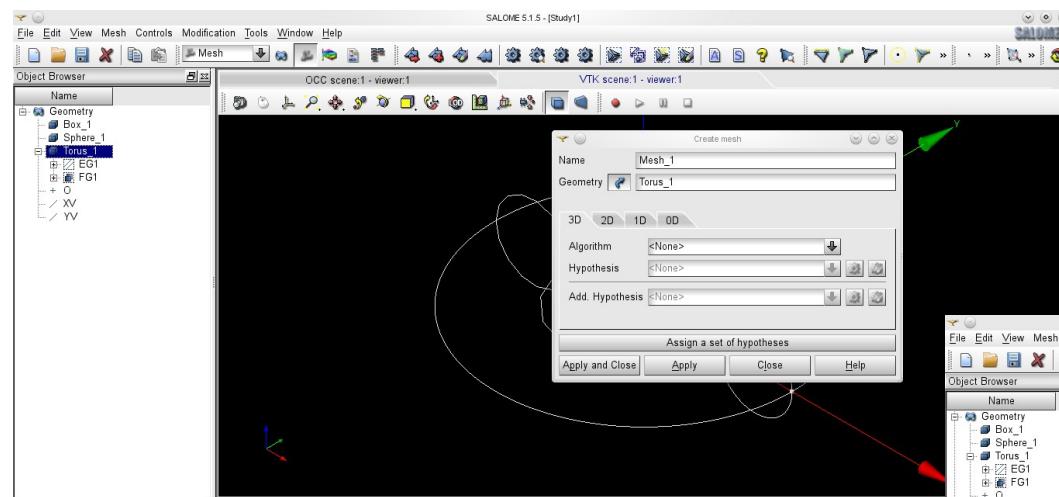
Python 2.4.4 (#1, Nov 12 2009, 16:17:33)  
[GCC 4.2.2 20071128 (prerelease) (4.2.2-3.1mdv2008.0)] on linux2  
Type help() to get general information on environment.  
Show

**В окне SMESH можно  
отображать объекты  
GEOM. Отображать  
объекты SMESH в окне  
GEOM — нельзя.**

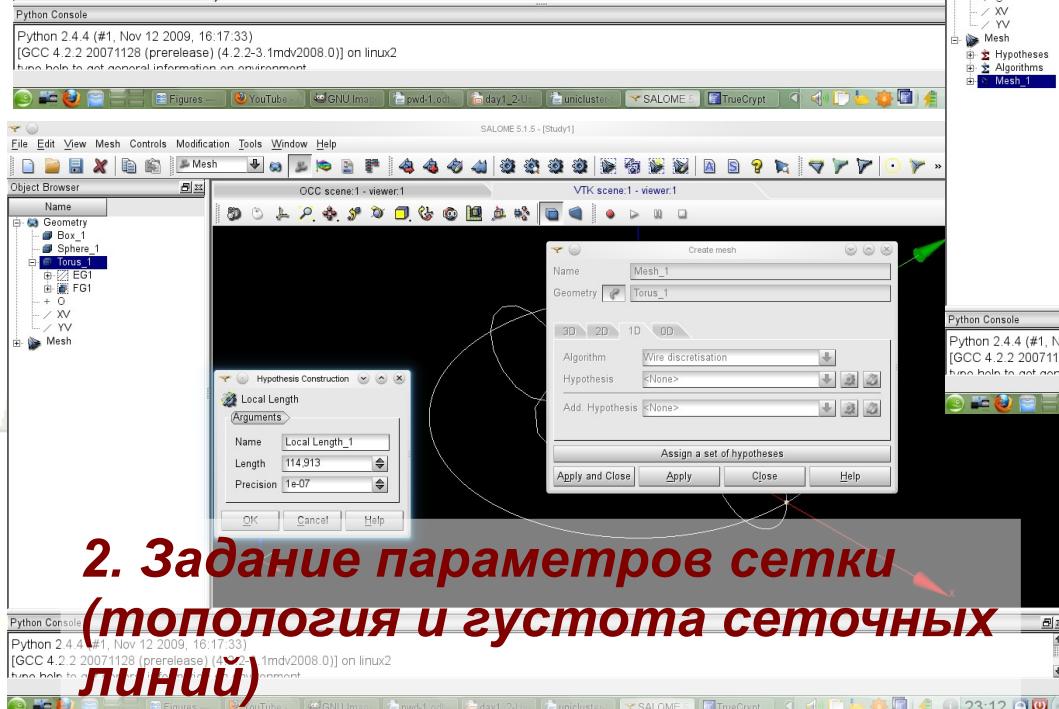
**Окно модуля SMESH. Оно  
отличается от окна GEOM  
не только внешним видом,  
но и механизмом прорисовки  
графики**



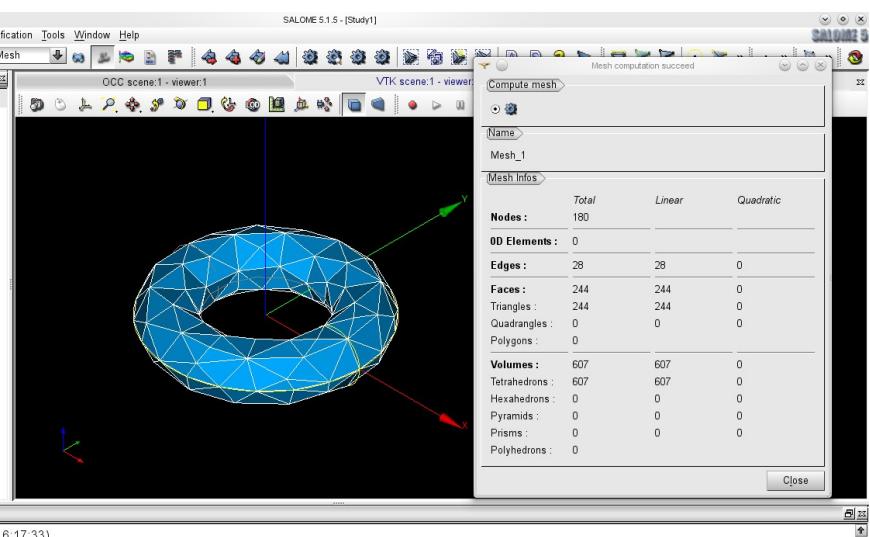
# РАБОТА С РАСЧЕТНОЙ СЕТКОЙ В SALOME (2) СОЗДАНИЕ СЕТКИ



1. Выбор геометрии, на которую натягивается сетка



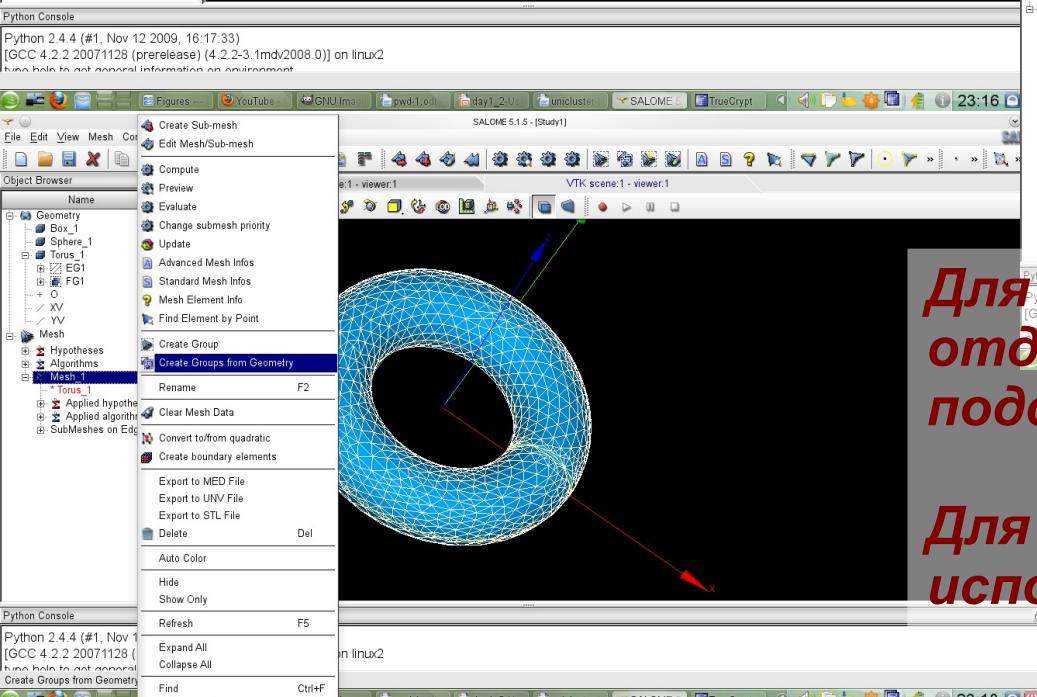
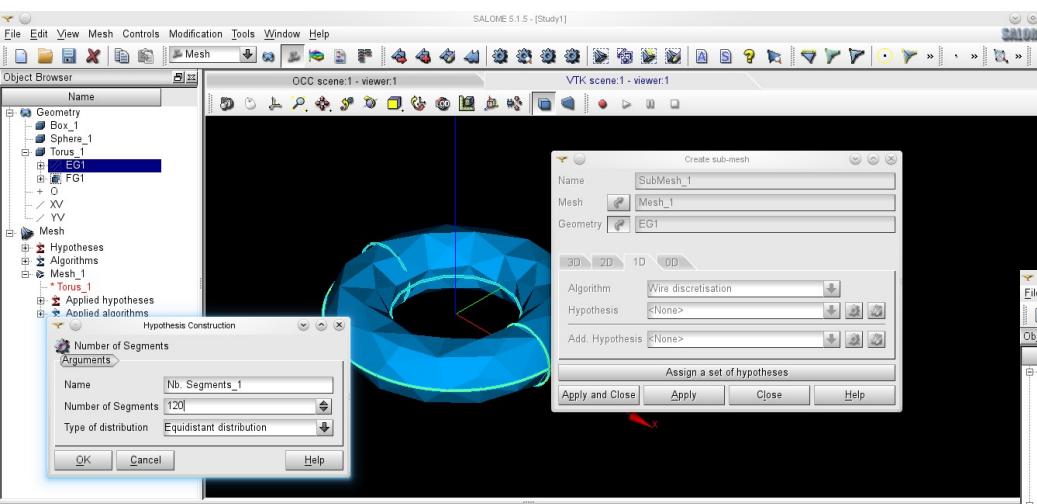
2. Задание параметров сетки  
(топология и густота сеточных линий)



3. Расчет сетки

## РАБОТА С РАСЧЕТНОЙ СЕТКОЙ В SALOME (3)

### ДЕТАЛЬНАЯ НАСТРОЙКА РАЗБИЕНИЯ И СОЗДАНИЕ ГРУПП



Для детального разбиения в  
отдельных областях используется  
подсетка (sub-mesh)

Для задания поверхностей ГУ  
используются группы

## SALOME. ПЕРВЫЕ ИТОГИ

- 1) Процесс установки выполняется в графическом режиме и не должен вызывать сложностей (по крайней мере, если удовлетворены основные требования)
- 2) Показан типовой процесс работы с SALOME
- 3) Продемонстрированы возможности SALOME
- 4) Показано, как запускать и останавливать SALOME

## **SALOME. МОДУЛЬ GEOM. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ (1)**

В основе всех операций лежит аналитическая геометрия: все объекты представляют собой геометрические фигуры, связанные друг с другом через некоторое пространственное соотношение. Объекты более высокой размерности состоят из множества фигур меньшей размерности.

Примеры:

- 0) Точка определяется как радиус-вектор (нужны три координаты)
- 1) Линия проводится от начала (точка) до конца (точка)
- 2) Для определения окружности нужен центр (точка), радиус (число) и вектор нормали
- 3) Вытягивание плоскости — объём
- 4) Поворот плоскости
- 5) Объединение объектов

Если SALOME не может представить объект с помощью уравнения, то используется интерполяция, точность которой будет падать по мере сложности представления → нужен регулярный контроль точности

# SALOME. МОДУЛЬ GEOM. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ (2)

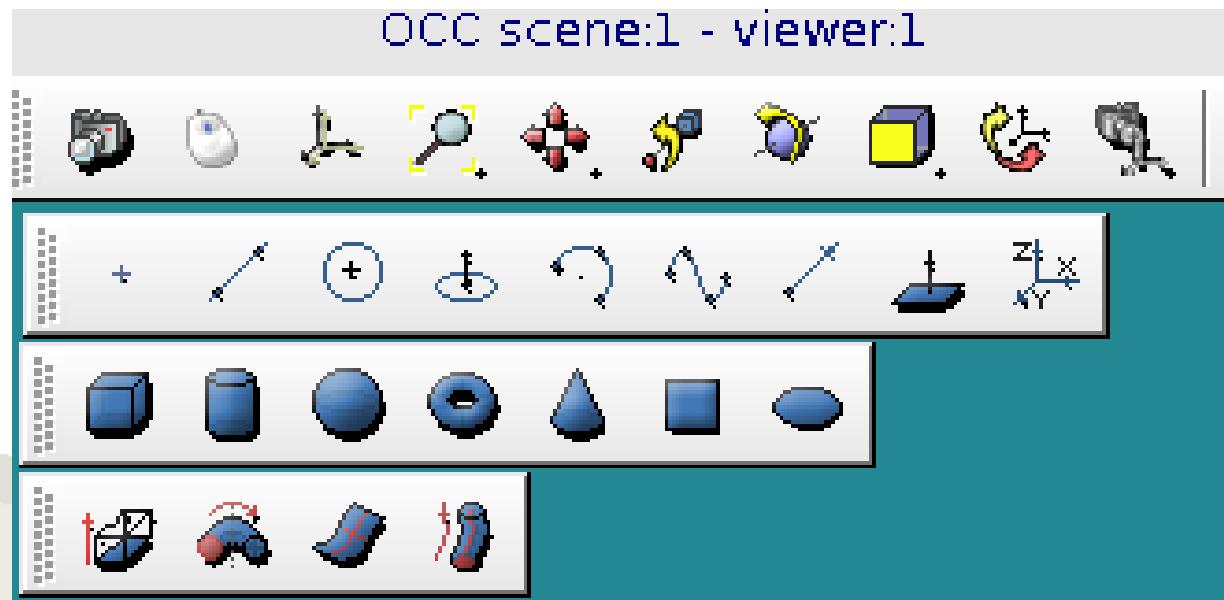
## Основные группы операций

- 1) Создание плоских примитивов
- 2) Создание объёмных примитивов
- 3) Операции создания с повышением размерности (вытягивание)
- 4) Булевы операции — сложение, вычитание, произведение
- 5) Операции преобразования координат
- 6) Блочные операции — создание комплексных объектов или их разбиение
- 7) Операции сглаживания углов
- 8) Объединение объектов (напр., рёбер в каркасы, грани в поверхности)
- 9) Операции «разрезания»
- 10) Восстановление поврежденной геометрии
- 11) Анализ геометрии — пространственные характеристики, точность аппроксимации, поиск повреждений

## SALOME. МОДУЛЬ GEOM. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ (3)

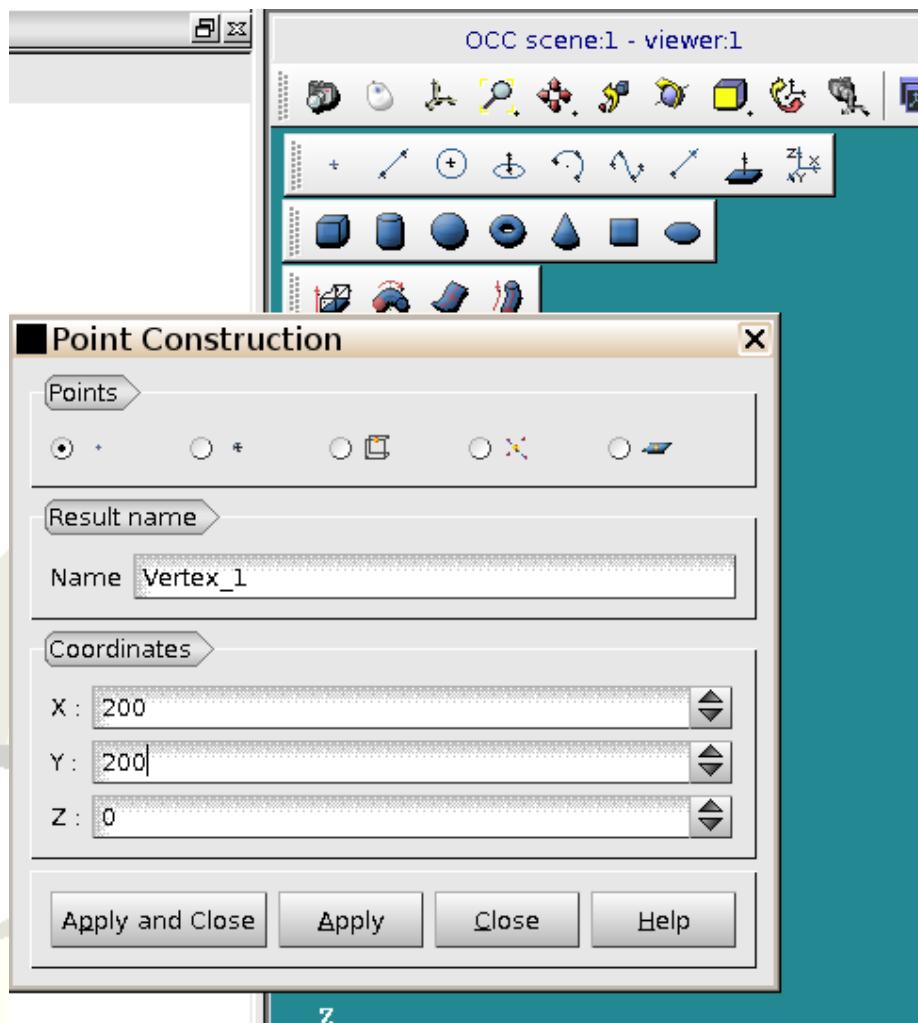
Создание примитивов — пункты меню New Entity→Basic, New Entity→Primitives, New Entity→Generation

- 1) Создание плоских примитивов
- 2) Создание объёмных примитивов
- 3) Операции создания с повышением размерности (вытягивание)

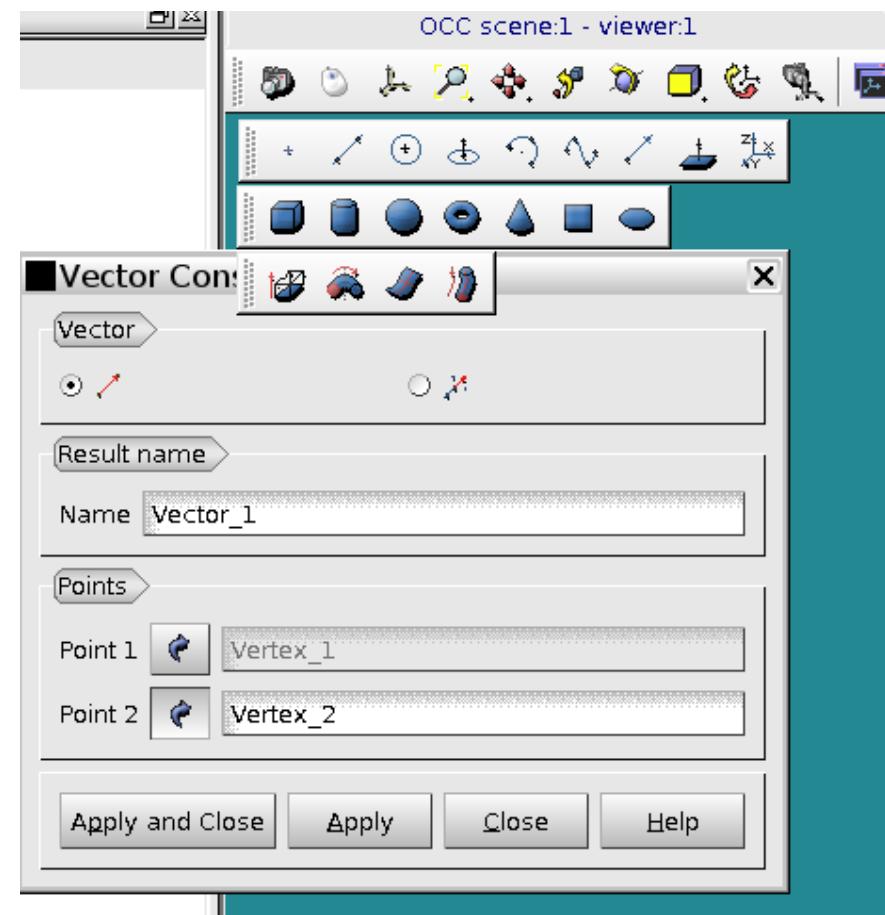


# SALOME. МОДУЛЬ GEOM. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ (4) ПРИМИТИВЫ НА ПЛОСКОСТИ

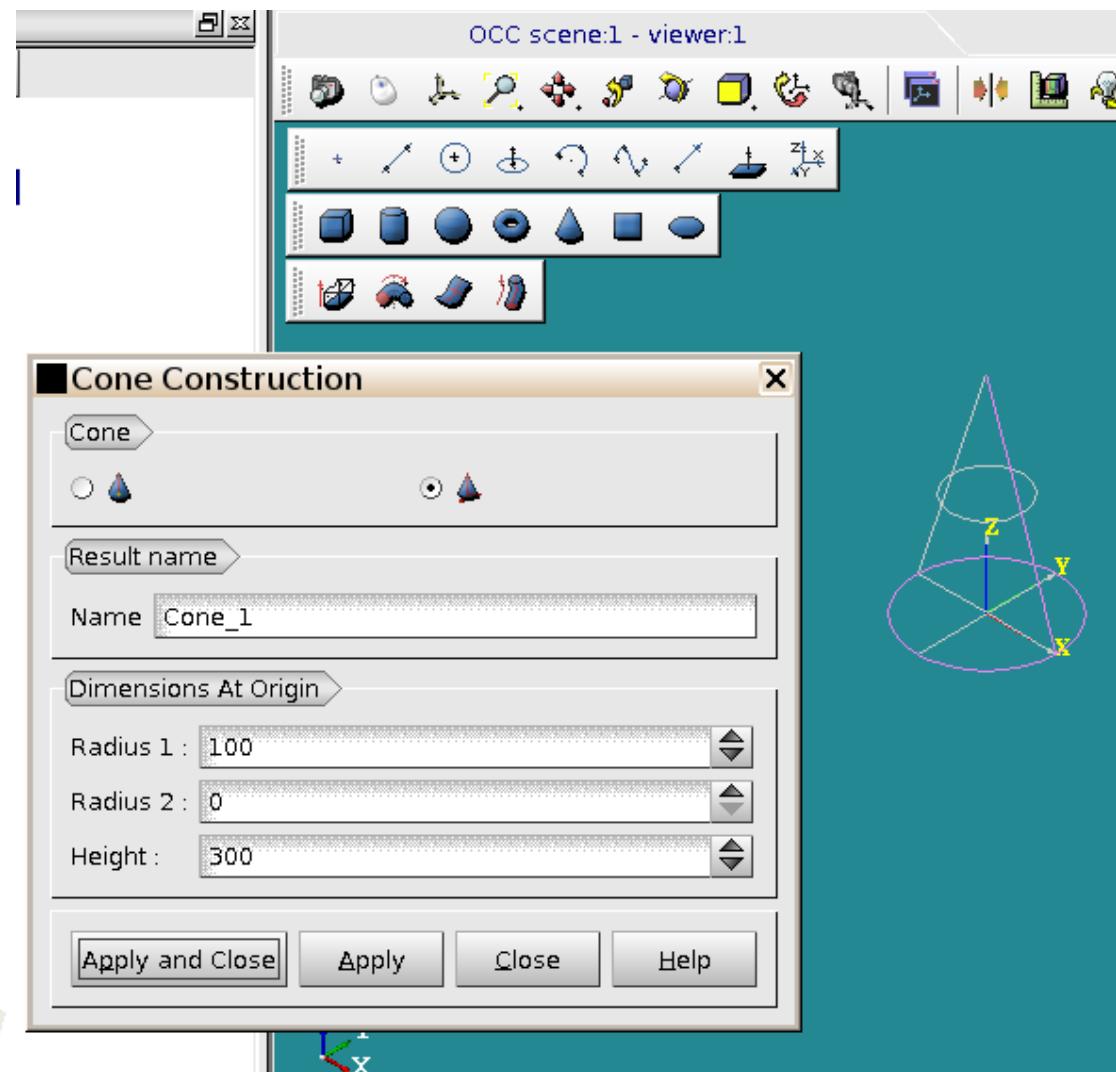
## Создание точки



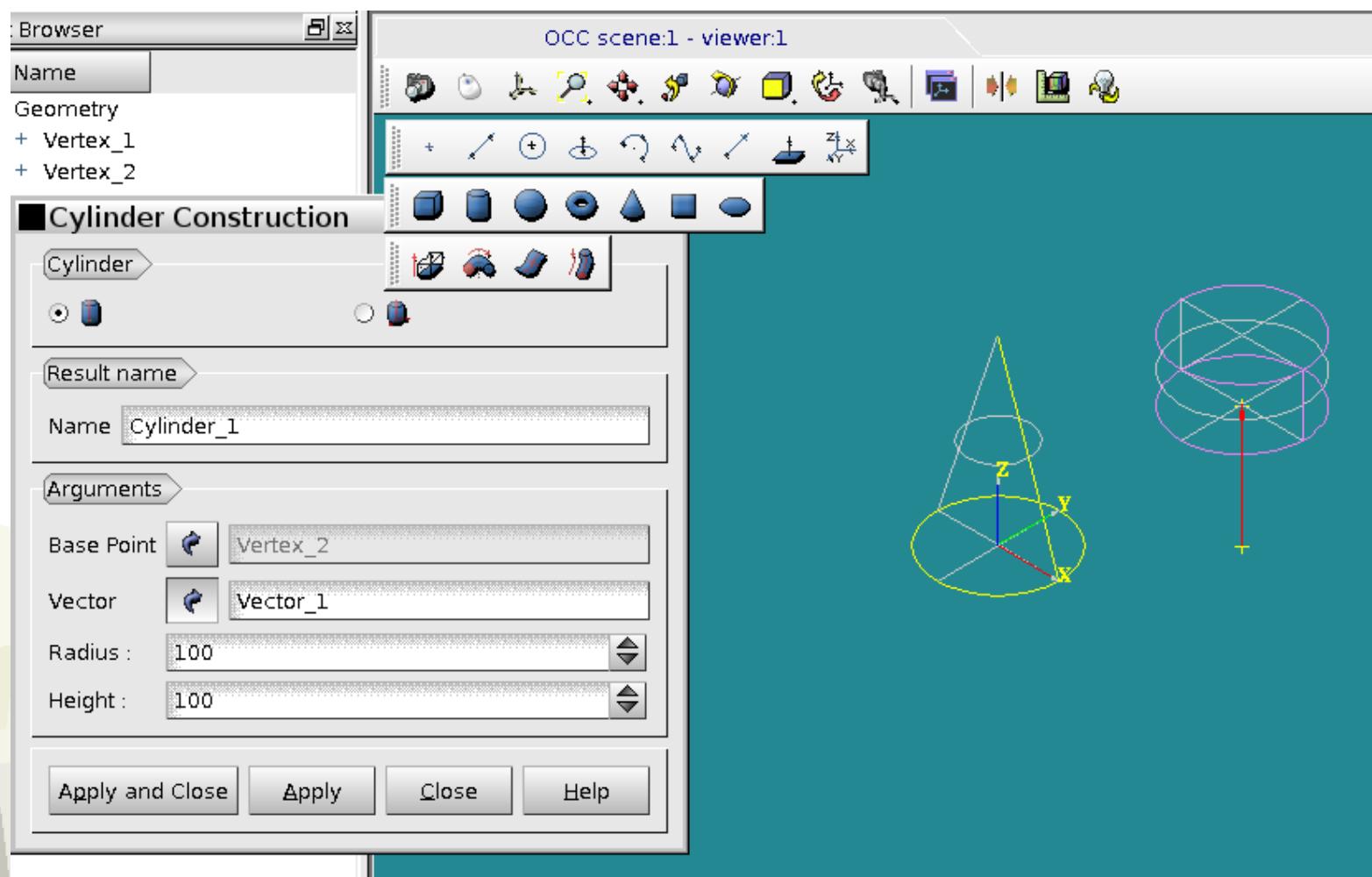
## Создание вектора



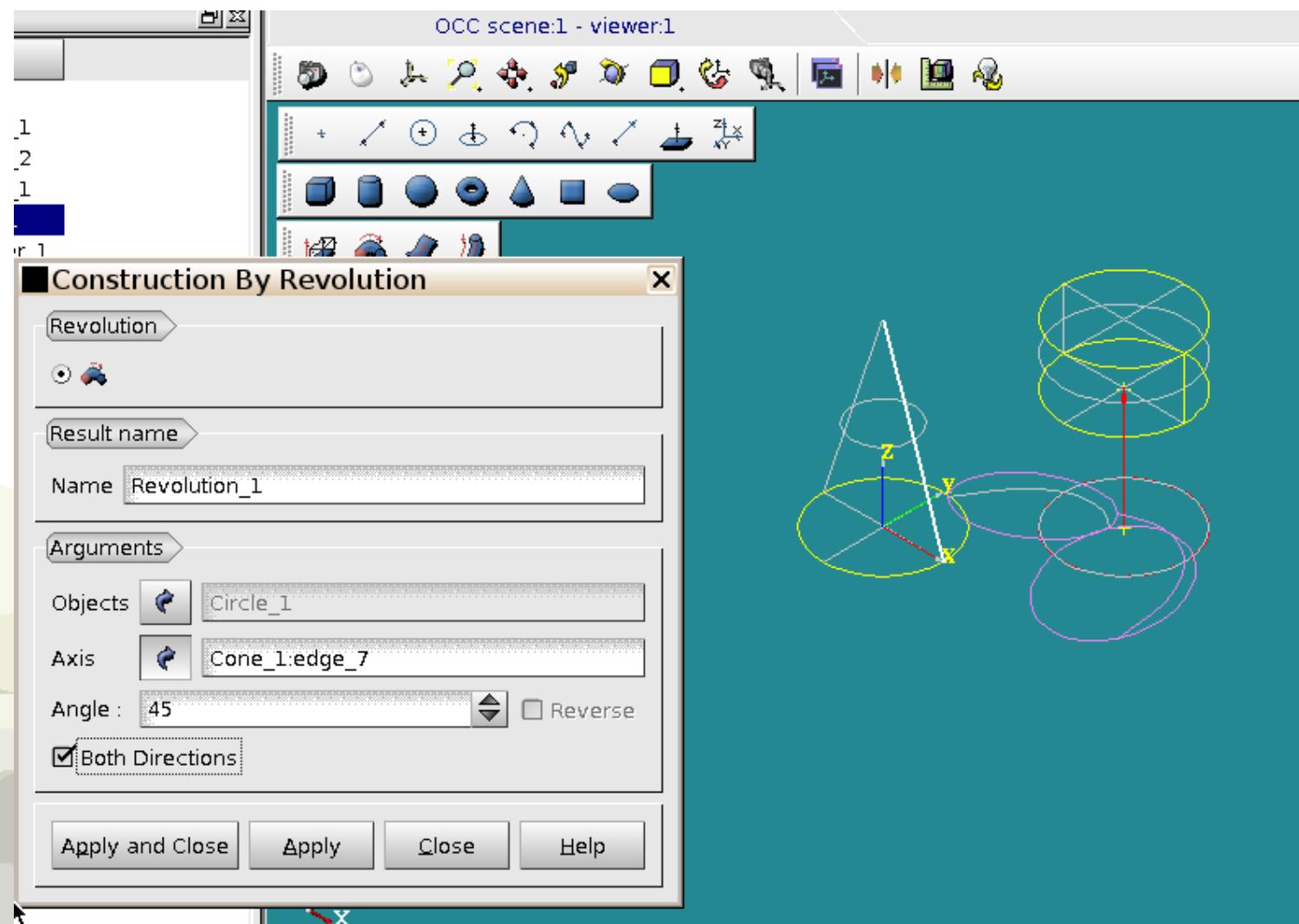
# SALOME. МОДУЛЬ GEOM. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ (5) ОБЪЁМНЫЕ ПРИМИТИВЫ (КОНУС)



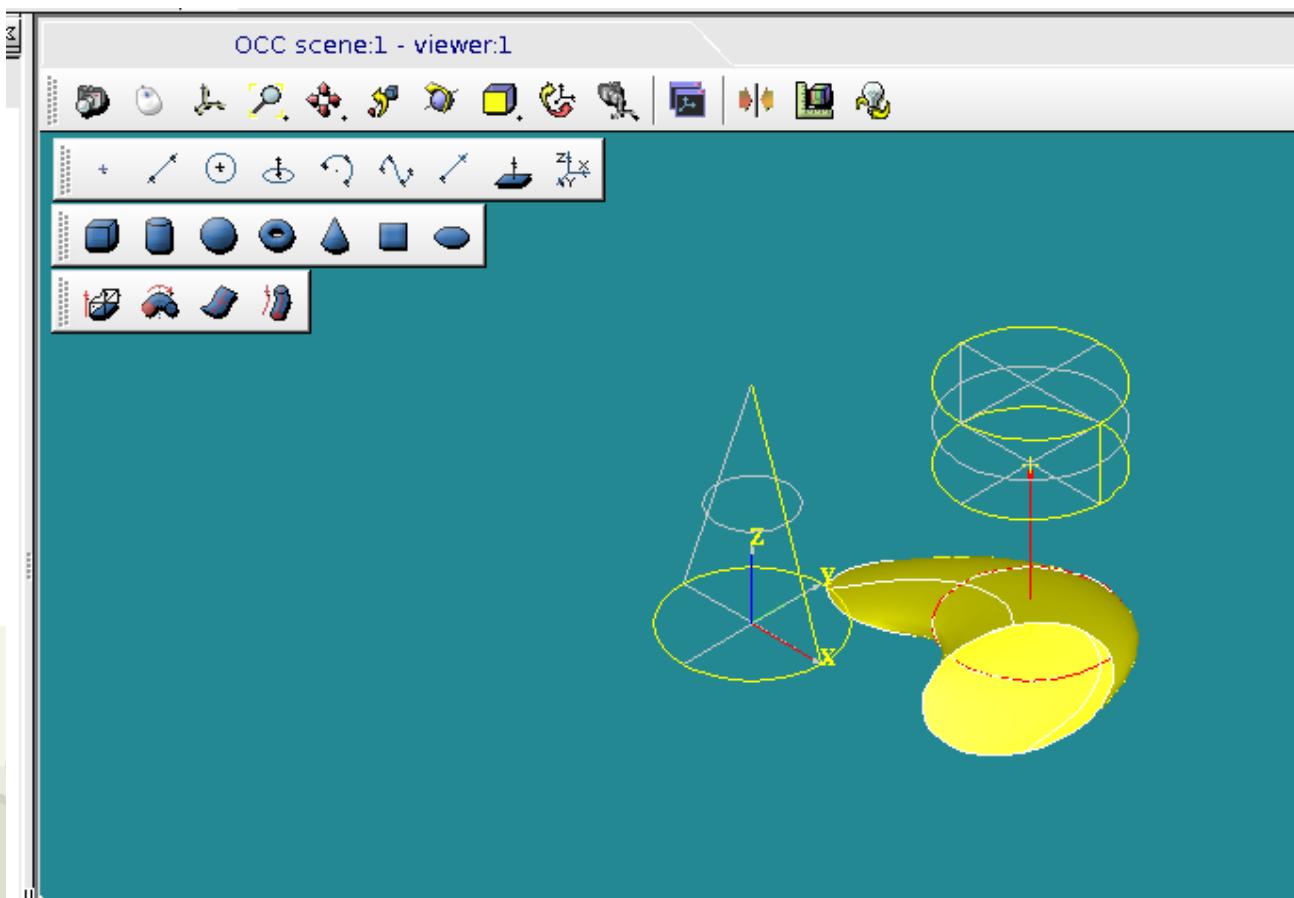
# SALOME. МОДУЛЬ GEOM. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ (5) ОБЪЁМНЫЕ ПРИМИТИВЫ (ЦИЛИНДР)



# SALOME. МОДУЛЬ GEOM. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ (6) ОПЕРАЦИИ С ПОВЫШЕНИМ РАЗМЕРНОСТИ (ВРАЩЕНИЕ КРУГА)



# SALOME. МОДУЛЬ GEOM. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ (7) ОПЕРАЦИИ С ПОВЫШЕНИМ РАЗМЕРНОСТИ (ВРАЩЕНИЕ - РЕЗУЛЬТАТ)

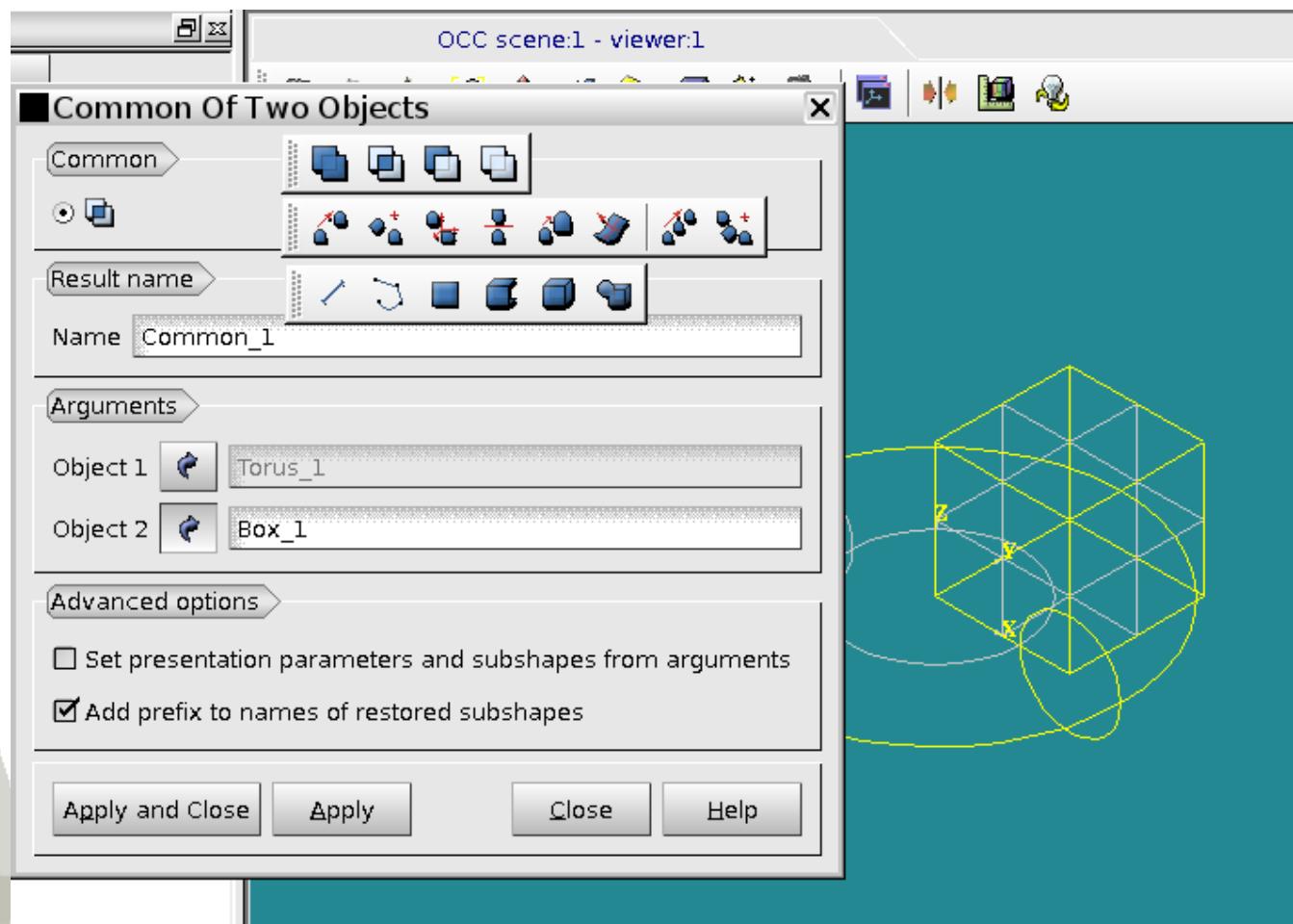


# SALOME. МОДУЛЬ GEOM. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ (8)

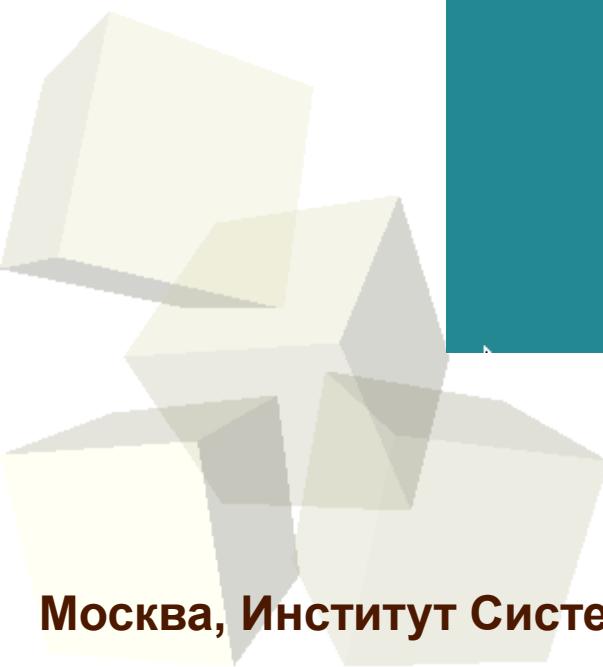
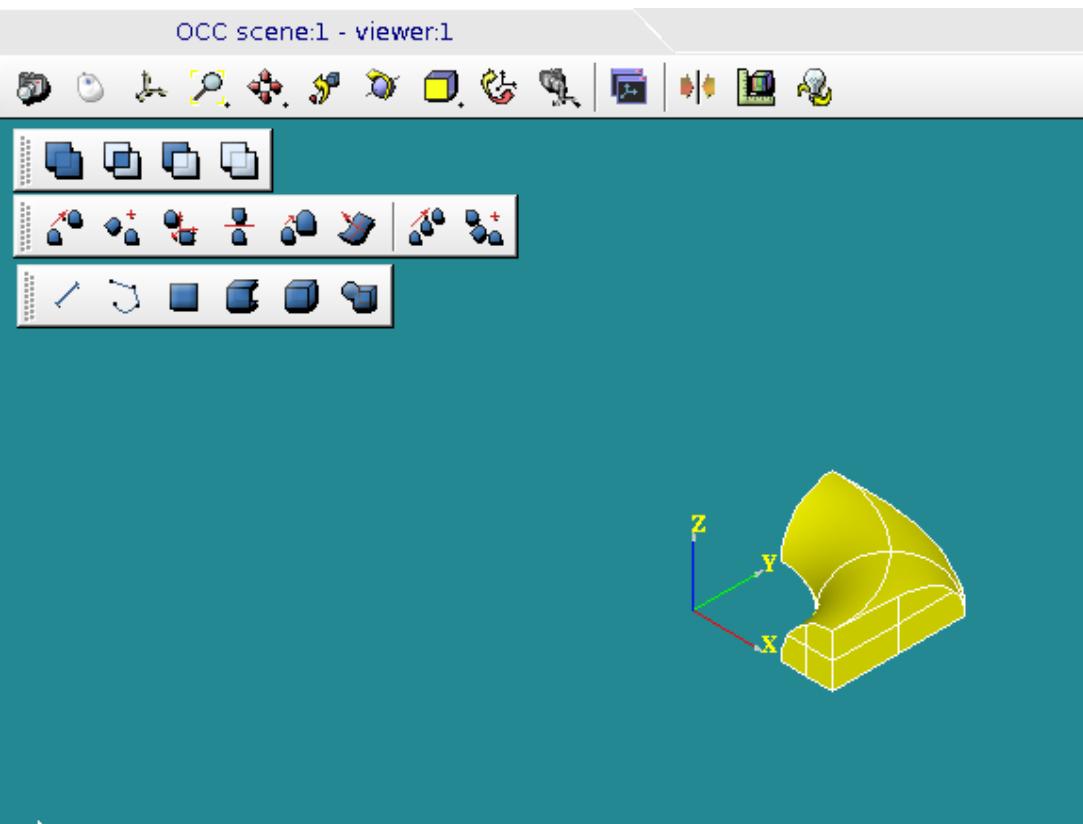


- 4) Булевы операции — сложение, вычитание, произведение
- 5) Операции преобразования координат
- 6) Блочные операции — создание комплексных объектов или их разбиение

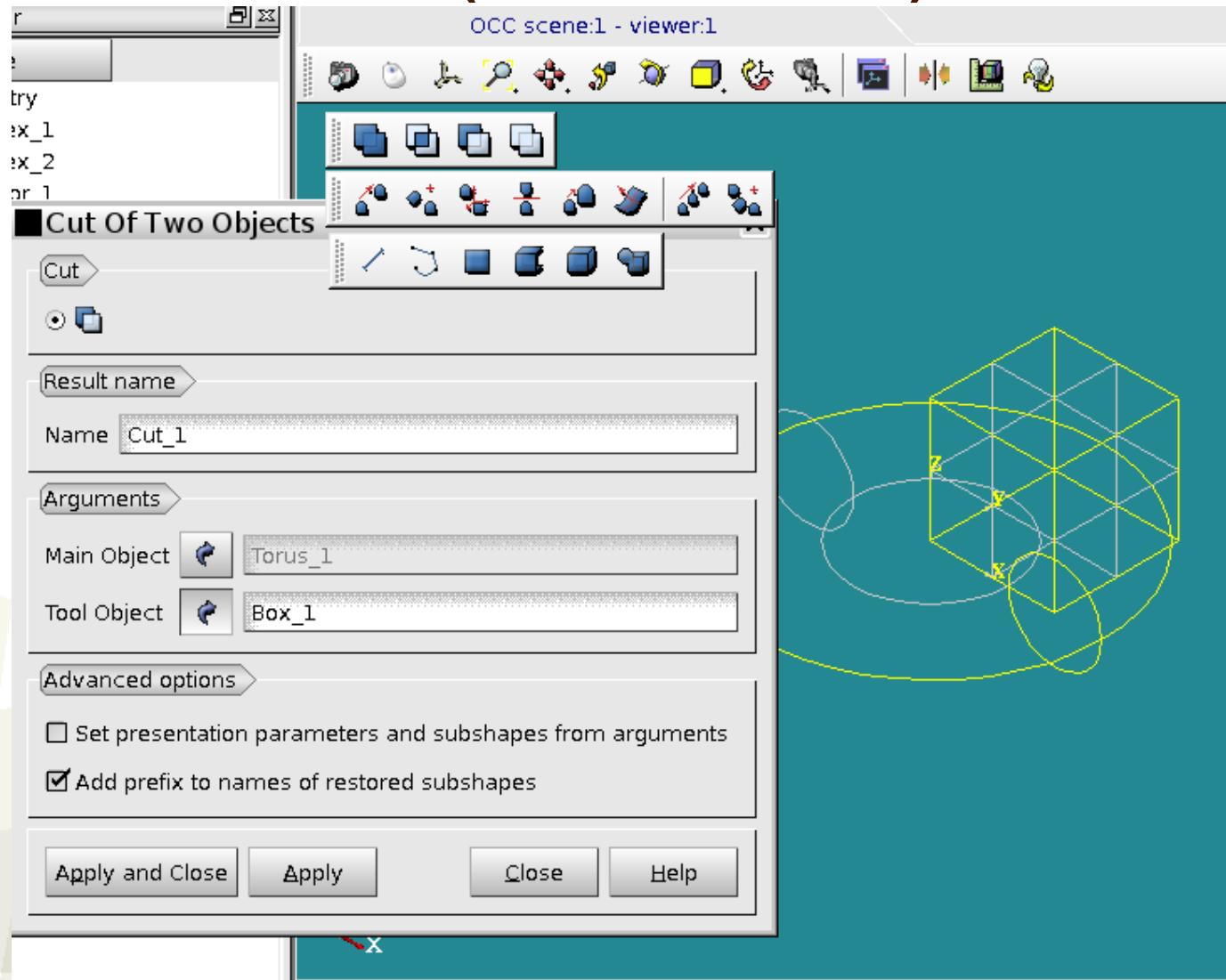
# SALOME. МОДУЛЬ GEOM. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ (9) БУЛЕВЫ ОПЕРАЦИИ (ЛОГИЧЕСКОЕ И)



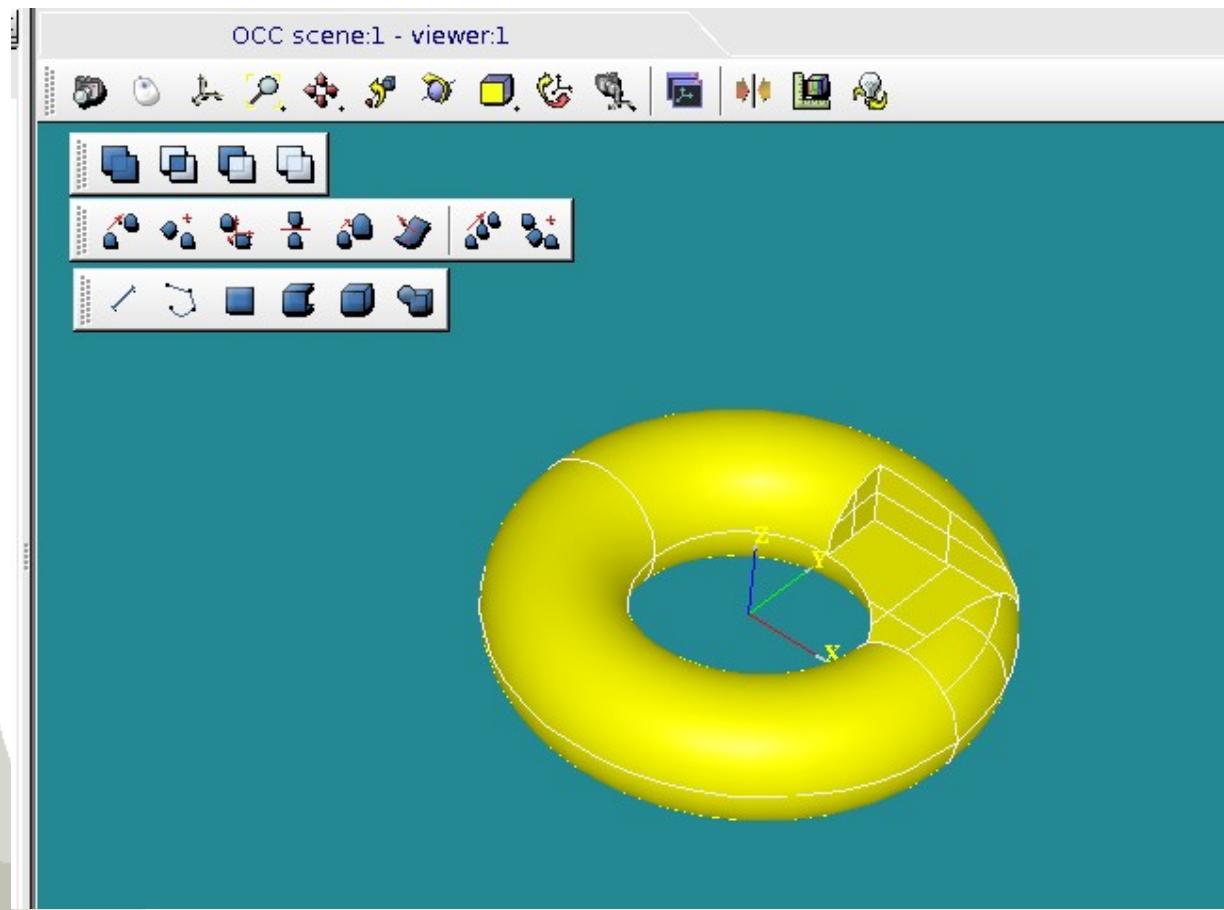
# SALOME. МОДУЛЬ GEOM. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ (10) БУЛЕВЫ ОПЕРАЦИИ (ЛОГИЧЕСКОЕ И — РЕЗУЛЬТАТ)



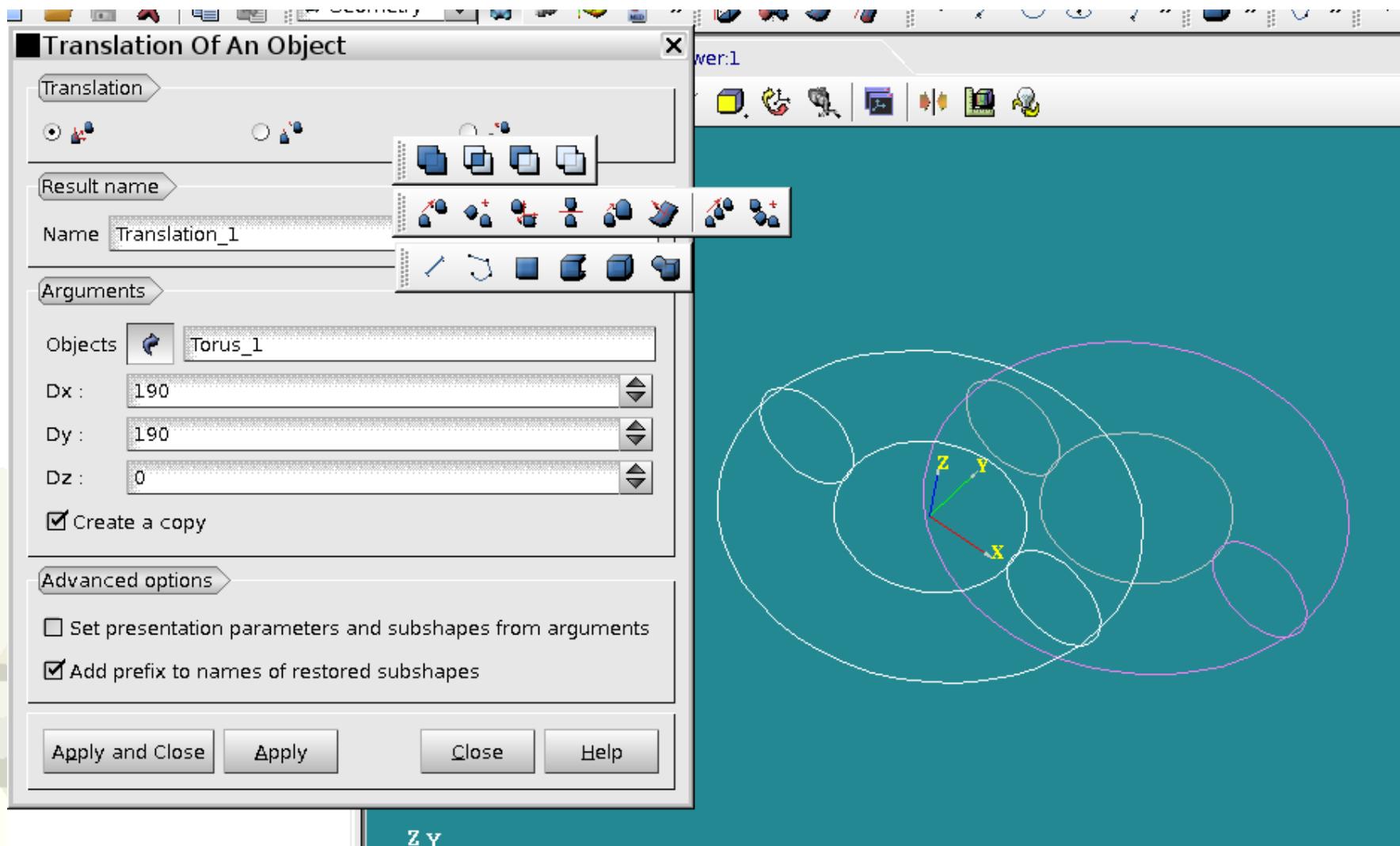
# SALOME. МОДУЛЬ GEOM. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ (11) БУЛЕВЫ ОПЕРАЦИИ (ВЫЧИТАНИЕ)



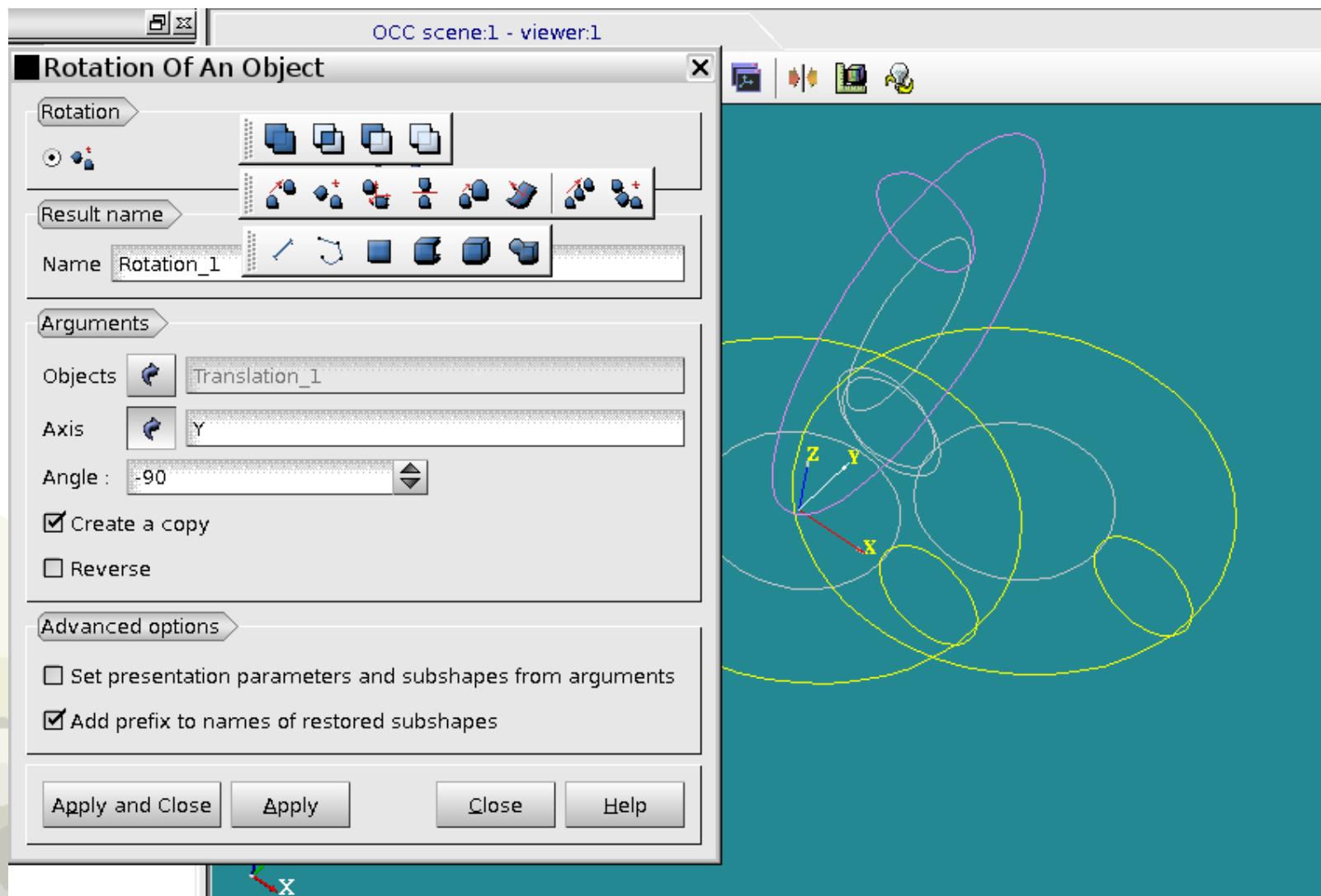
# SALOME. МОДУЛЬ GEOM. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ (12) БУЛЕВЫ ОПЕРАЦИИ (ВЫЧИТАНИЕ — РЕЗУЛЬТАТ)



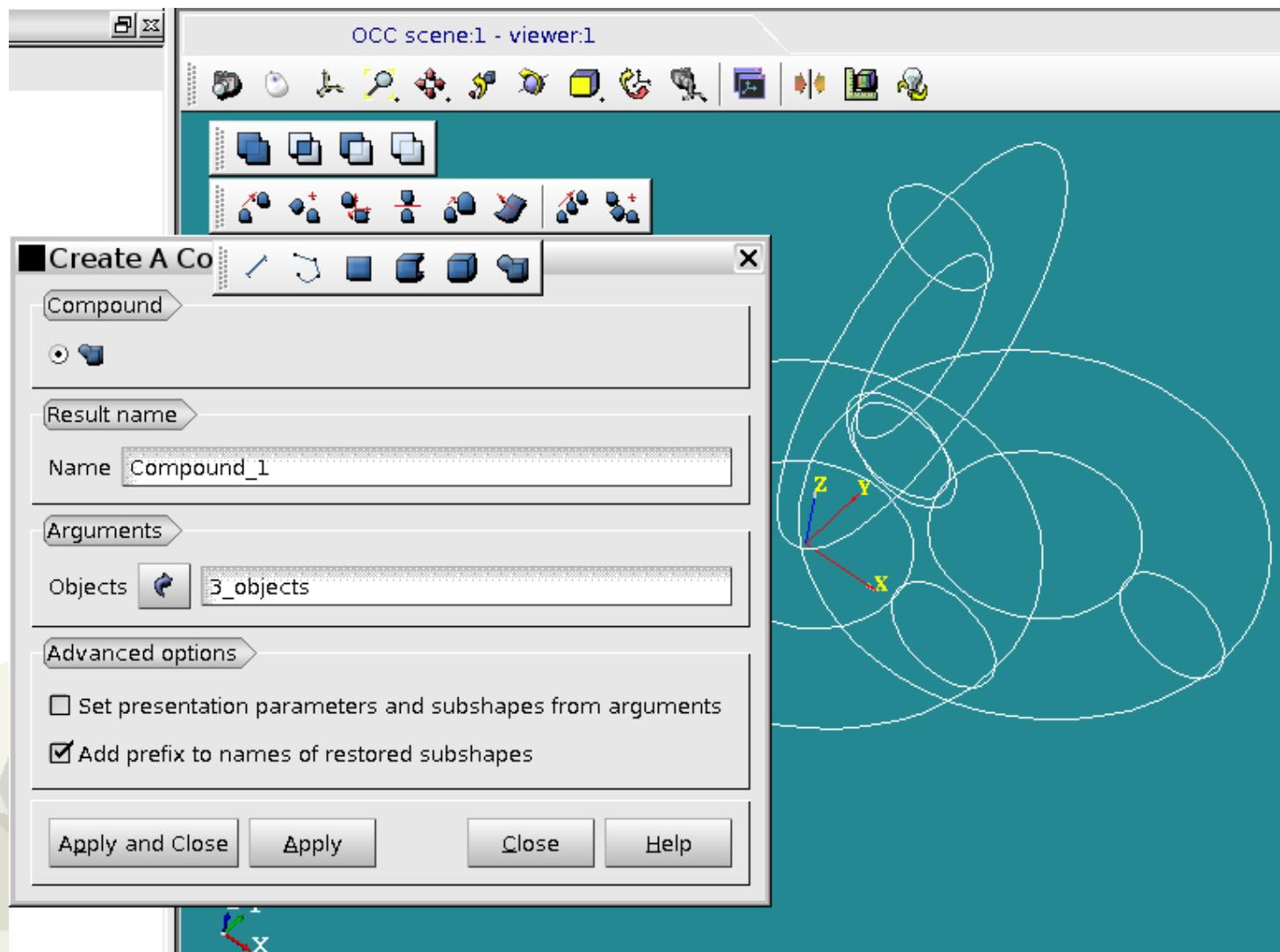
# SALOME. МОДУЛЬ GEOM. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ (12) ПРЕОБРАЗОВАНИЕ КООРДИНАТ (ПЕРЕНОС)



# SALOME. МОДУЛЬ GEOM. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ (13) ПРЕОБРАЗОВАНИЕ КООРДИНАТ (ВРАЩЕНИЕ)

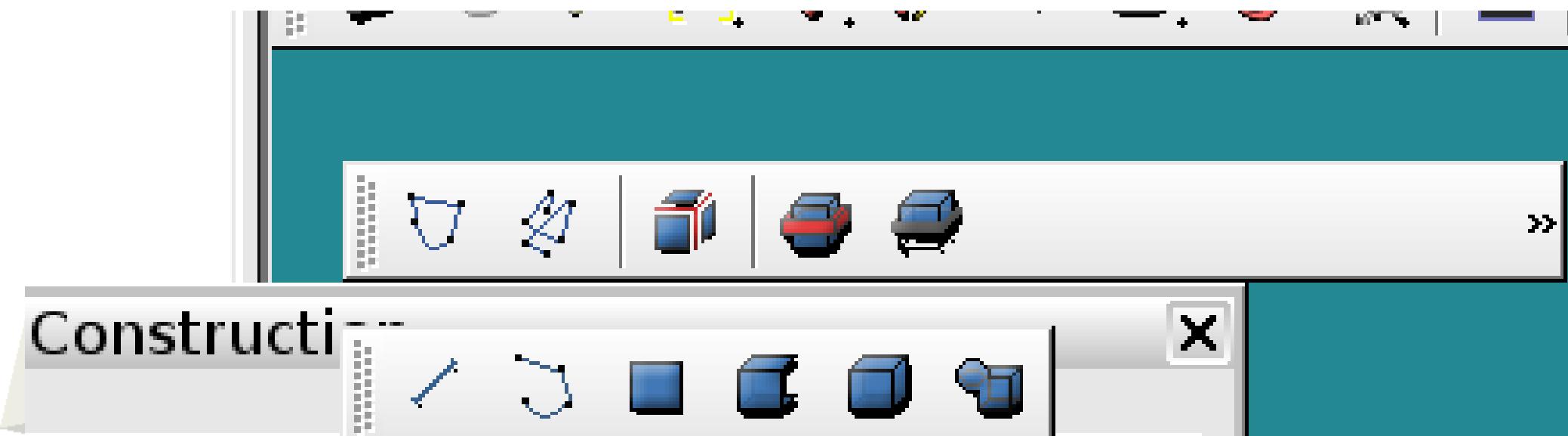


# SALOME. МОДУЛЬ GEOM. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ (14) СОЗДАНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ОБЪЕКТОВ

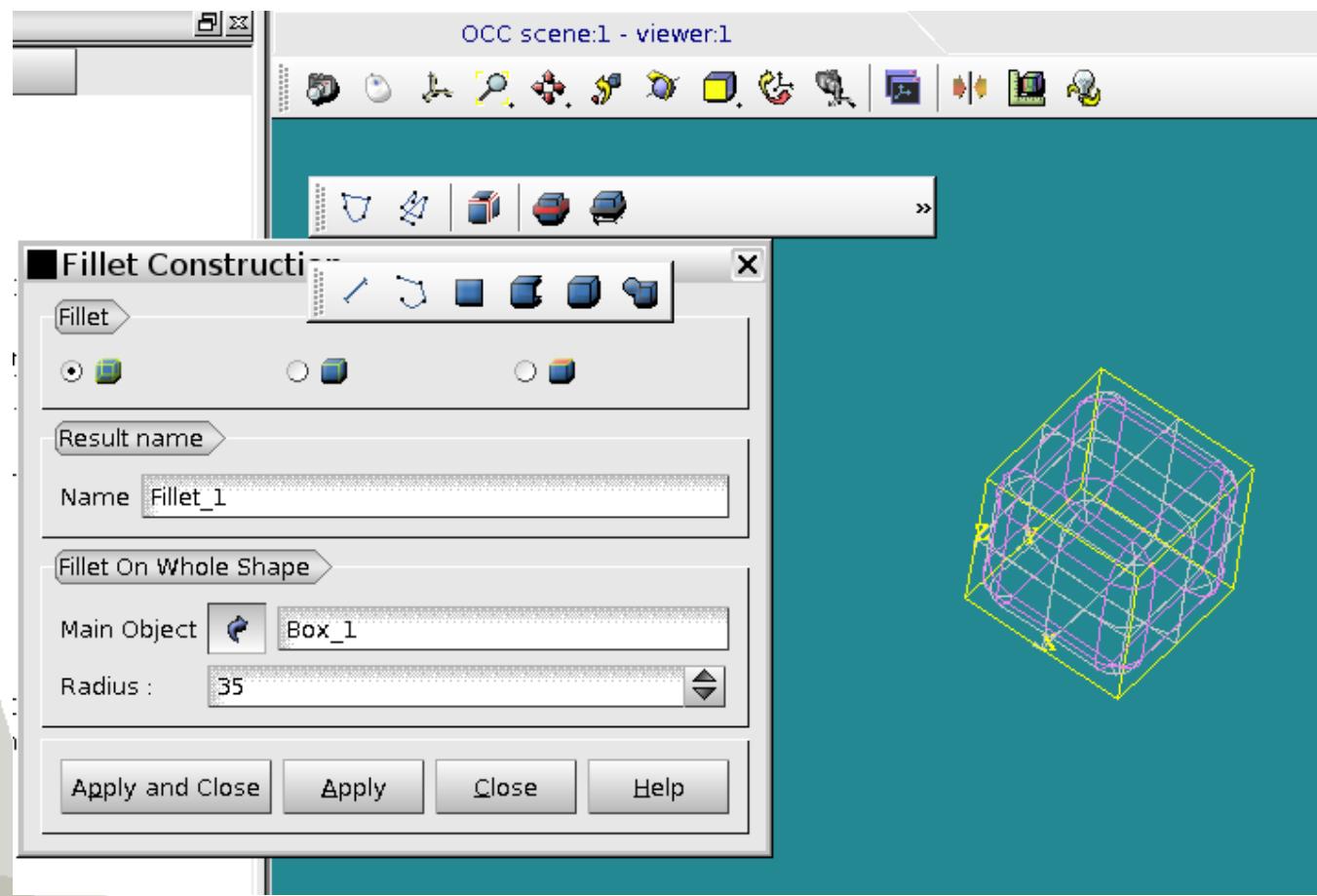


## SALOME. МОДУЛЬ GEOM. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ (15)

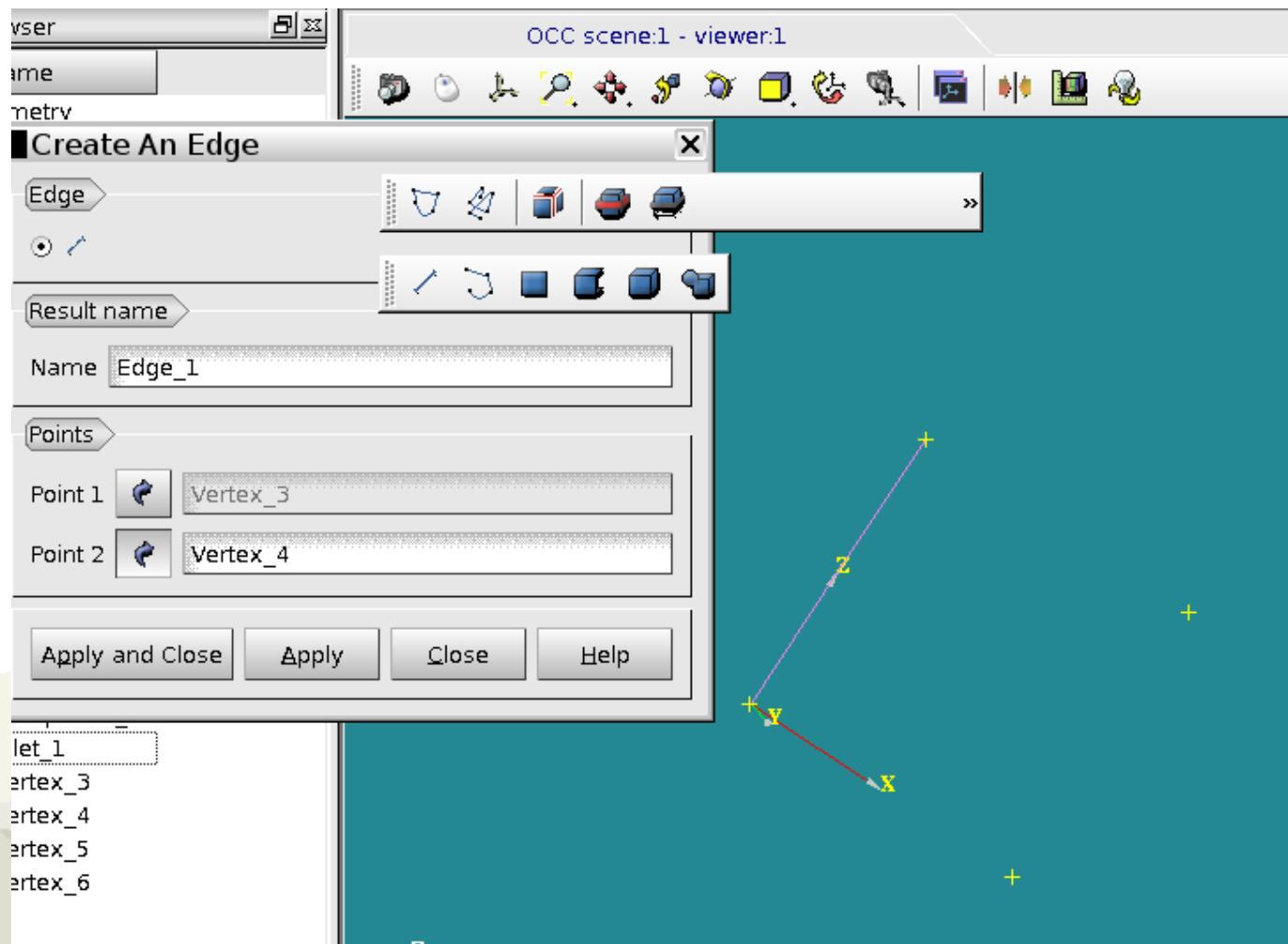
- 7) Операции сглаживания углов
- 8) Объединение объектов (напр., рёбер в каркасы, грани в поверхности)
- 9) Операции «разрезания»



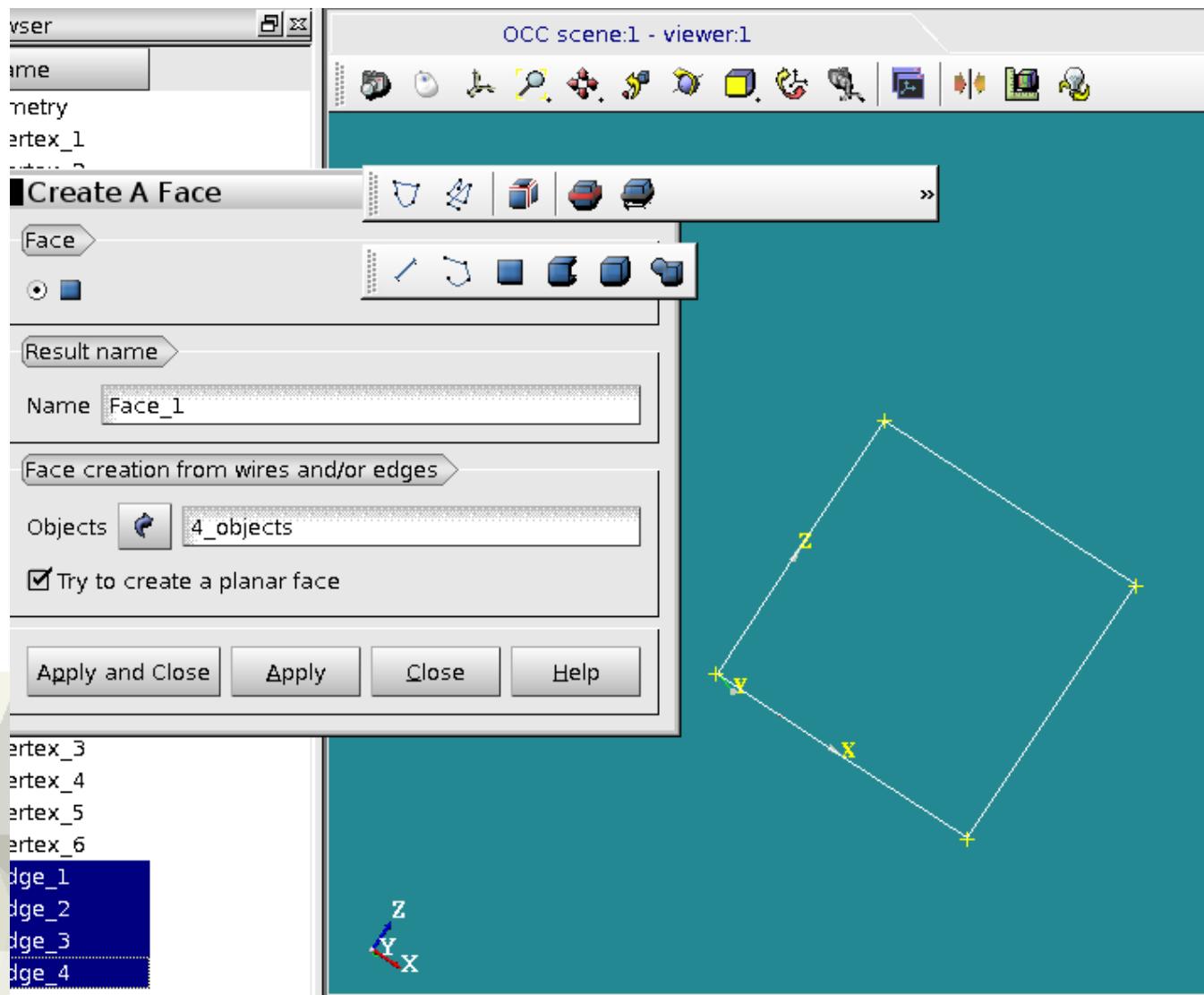
# SALOME. МОДУЛЬ GEOM. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ (16) СГЛАЖИВАНИЕ УГЛОВ



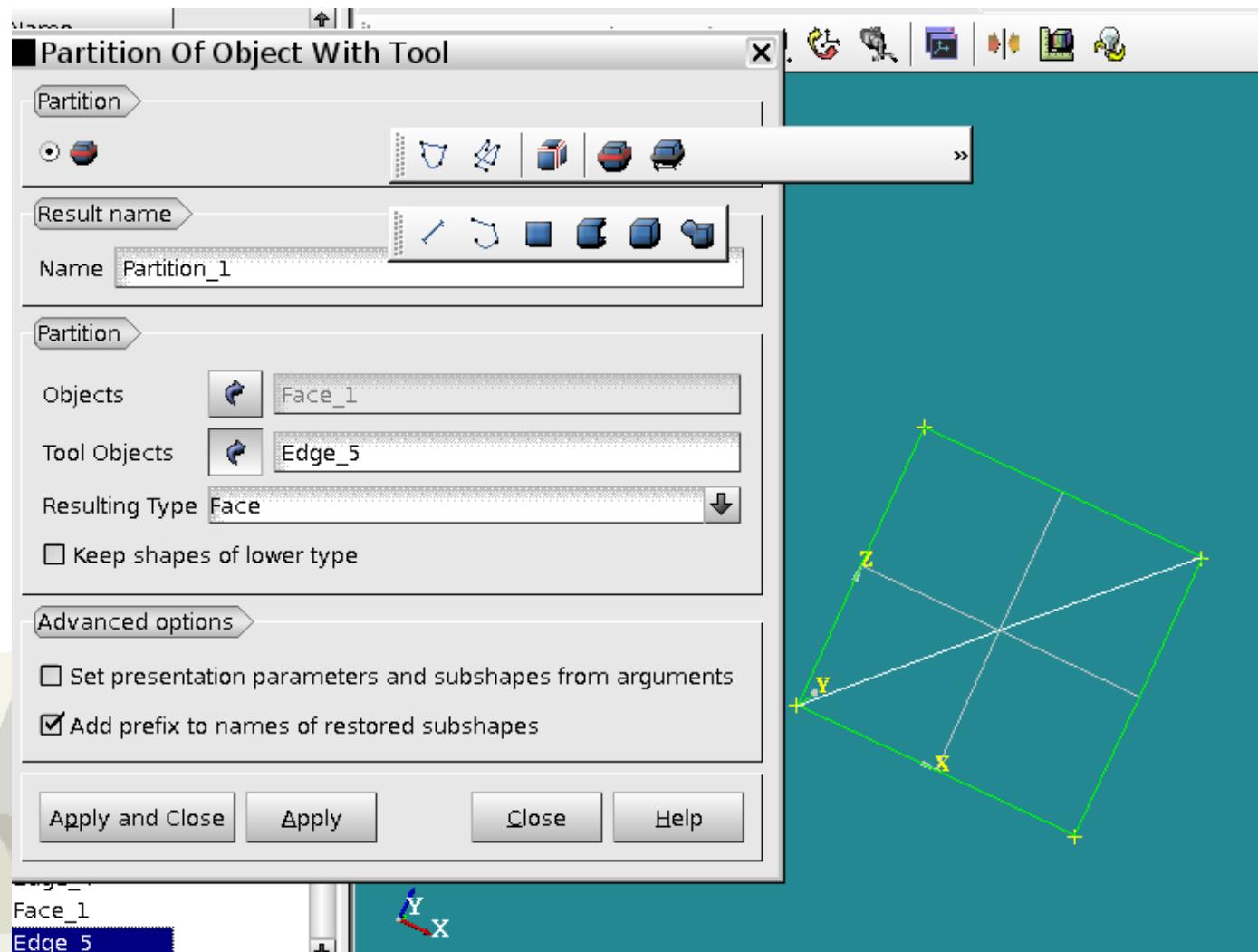
# SALOME. МОДУЛЬ GEOM. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ (17) БЛОЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ (ПОСТРОЕНИЕ РЁБЕР)



# SALOME. МОДУЛЬ GEOM. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ (18) БЛОЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ (ПОСТРОЕНИЕ ГРАНИ)



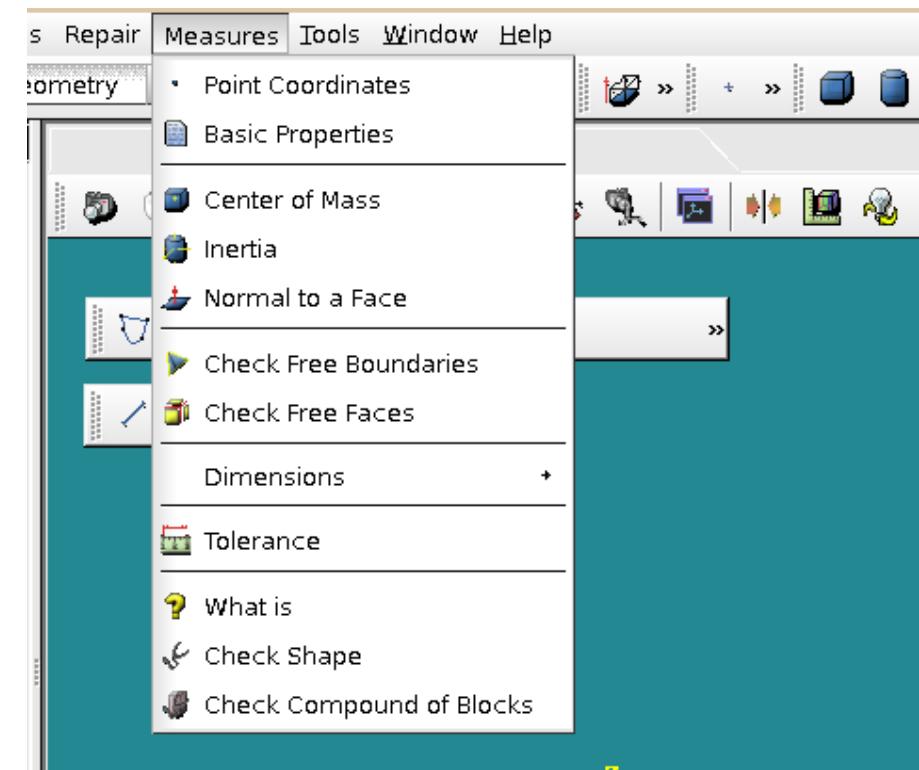
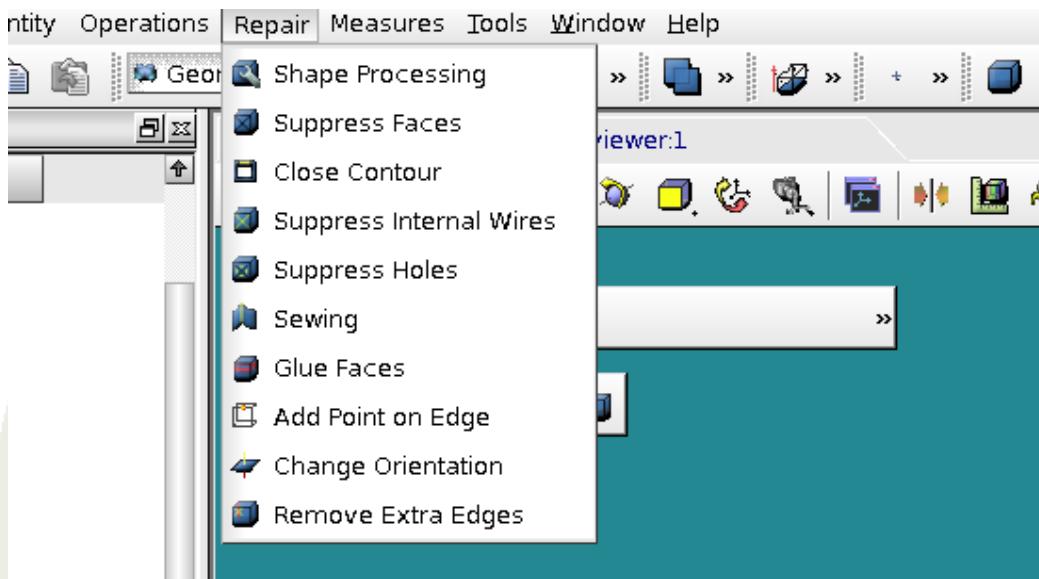
# SALOME. МОДУЛЬ GEOM. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ (19) БЛОЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ (РАЗРЕЗАНИЕ ОБЪЕКТОВ)



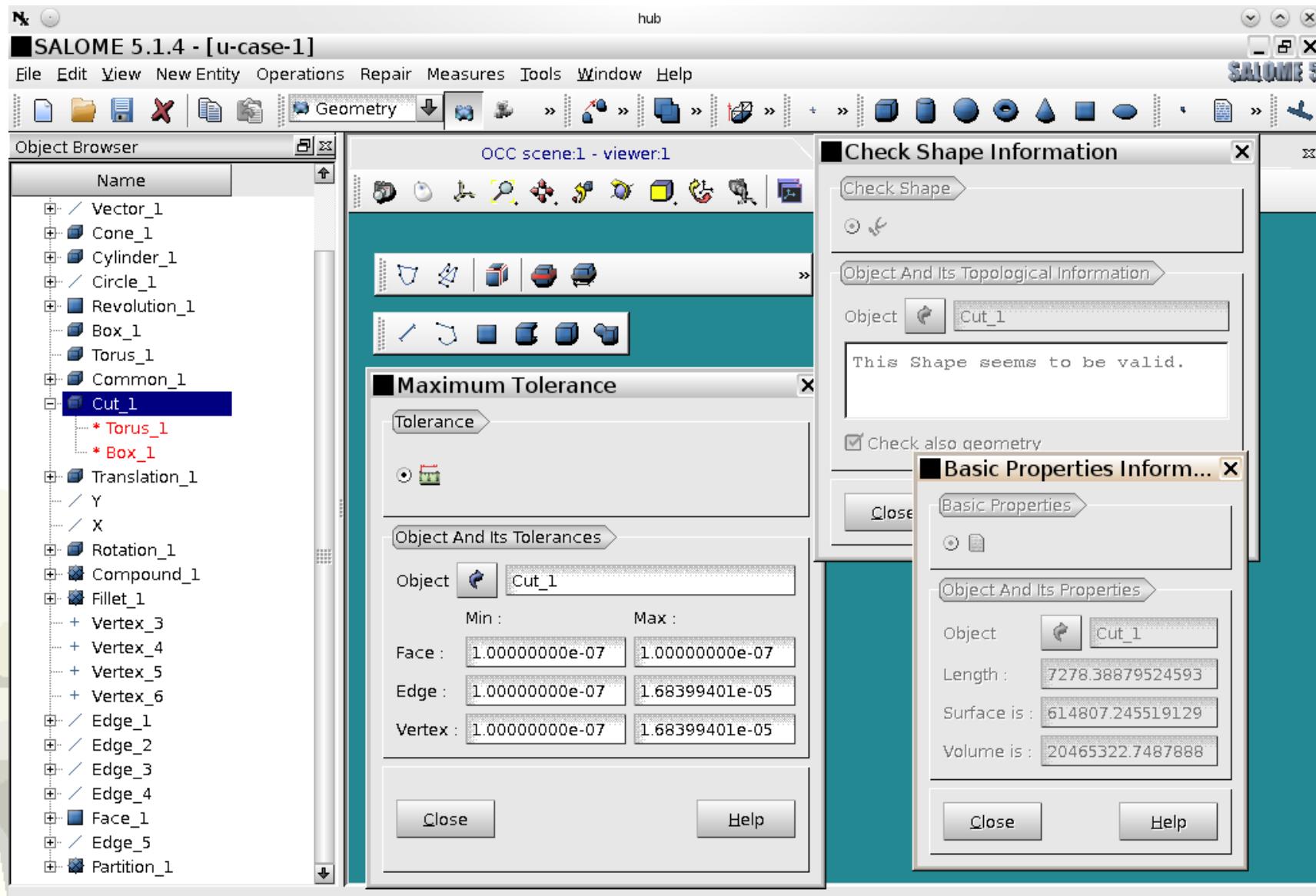
# SALOME. МОДУЛЬ GEOM. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ (20)

10) Восстановление поврежденной геометрии

11) Статистика геометрии — пространственные характеристики, точность аппроксимации, поиск повреждений



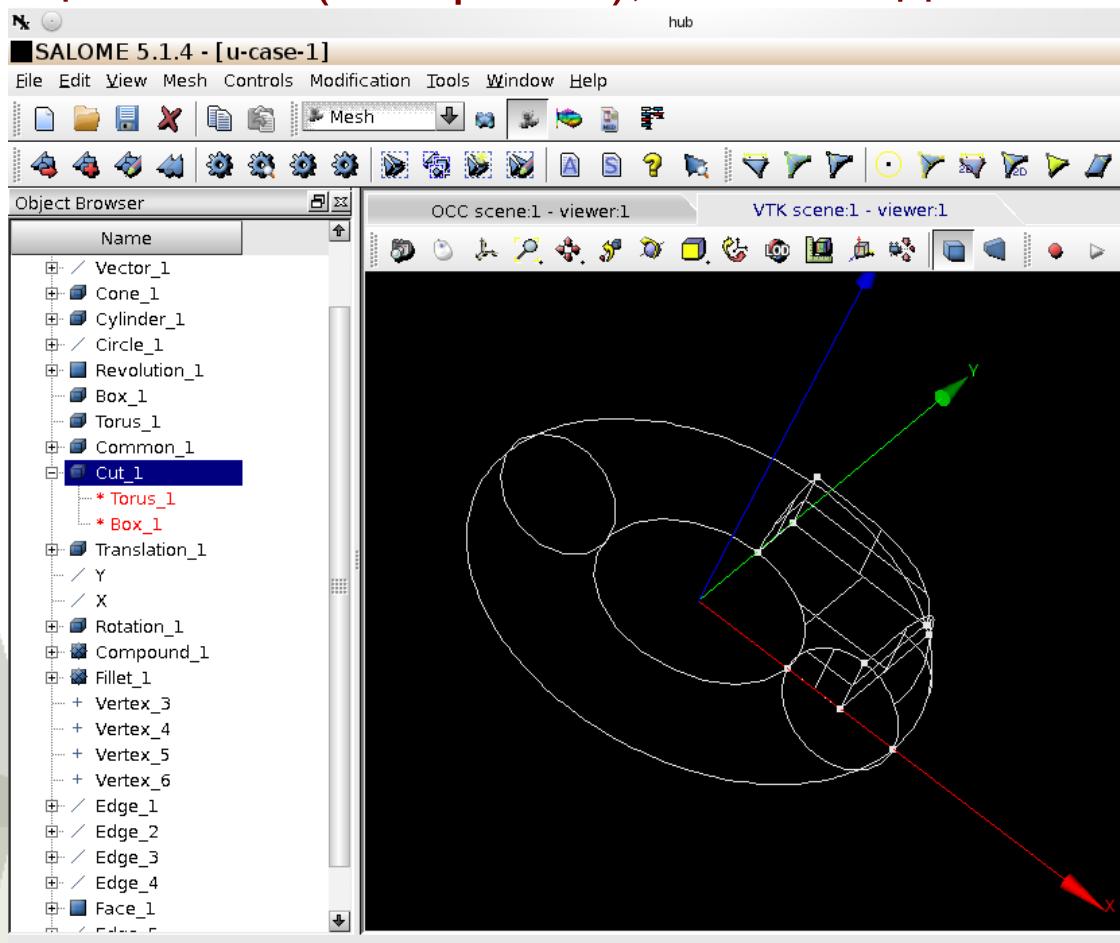
# SALOME. МОДУЛЬ GEOM. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ (21) НЕКОТОРЫЕ ОПЕРАЦИИ СТАТИСТИКИ ГЕОМЕТРИИ



## SALOME. SMESH. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ

Три основных направления действий:

- 1) Автоматизированное создание сеток на основе геометрии
- 2) Контроль качества сеток (созданных или загруженных)
- 3) Модификация сеток (настройка), либо создание сетки вручную



## SALOME. SMESH. КОНЦЕПЦИЯ СЕТКИ

При работе с сетками важно понимать те соглашения (договоренности) по терминологии, которые приняты в SALOME.

Сетка (Mesh) — объект, представляющий дискретное описание аналитической геометрии и содержащий:

- Ссылку на геометрическую фигуру, пространство которой подлежит дискретизации (в модуле GEOM)
- Набор алгоритмов разбиения (Alghorythm)
- Набор основных гипотез разбиения (Hypothesis)
- Набор дополнительных гипотез разбиения (Add. Hypothesis)
- Набор под-сеток (Sub-mesh)
- Набор групп элементов (узлов, рёбер, граней, объёмов), Group

## **SALOME. SMESH. АЛГОРИТМЫ И ГИПОТЕЗЫ РАЗБИЕНИЯ**

Алгоритм разбиения определяет стратегию дискретизации сетки. Для каждого пространства размерности N разбиваемой фигуры существует свой набор алгоритмов разбиения (стратегий), например:

0D — плотность распределения узлов в окрестности точки

1D — разбиение контура на отрезки, проекция одного ребра на другое

2D — разбиение поверхности на 4-х угольные элементы или 3-х угольные

3D — разбиение на гексаэдры, тетраэдры

Гипотеза разбиения определяет тактику дискретизации сетки. Для каждого пространства размерности N разбиваемой фигуры и выбранного для него (пространства) существует свой способ разбиения.

Например, 1D — контур можно разбивать, задав число отрезков, а можно — задав среднюю длину отрезка, либо же плотность распределения отрезков по длине линии (возможно криволинейной)

Дополнительная гипотеза разбиения определяет второстепенные параметры разбиения — например, распространение выбранной гипотезы разбиения ребра на все противолежащие ему ребра

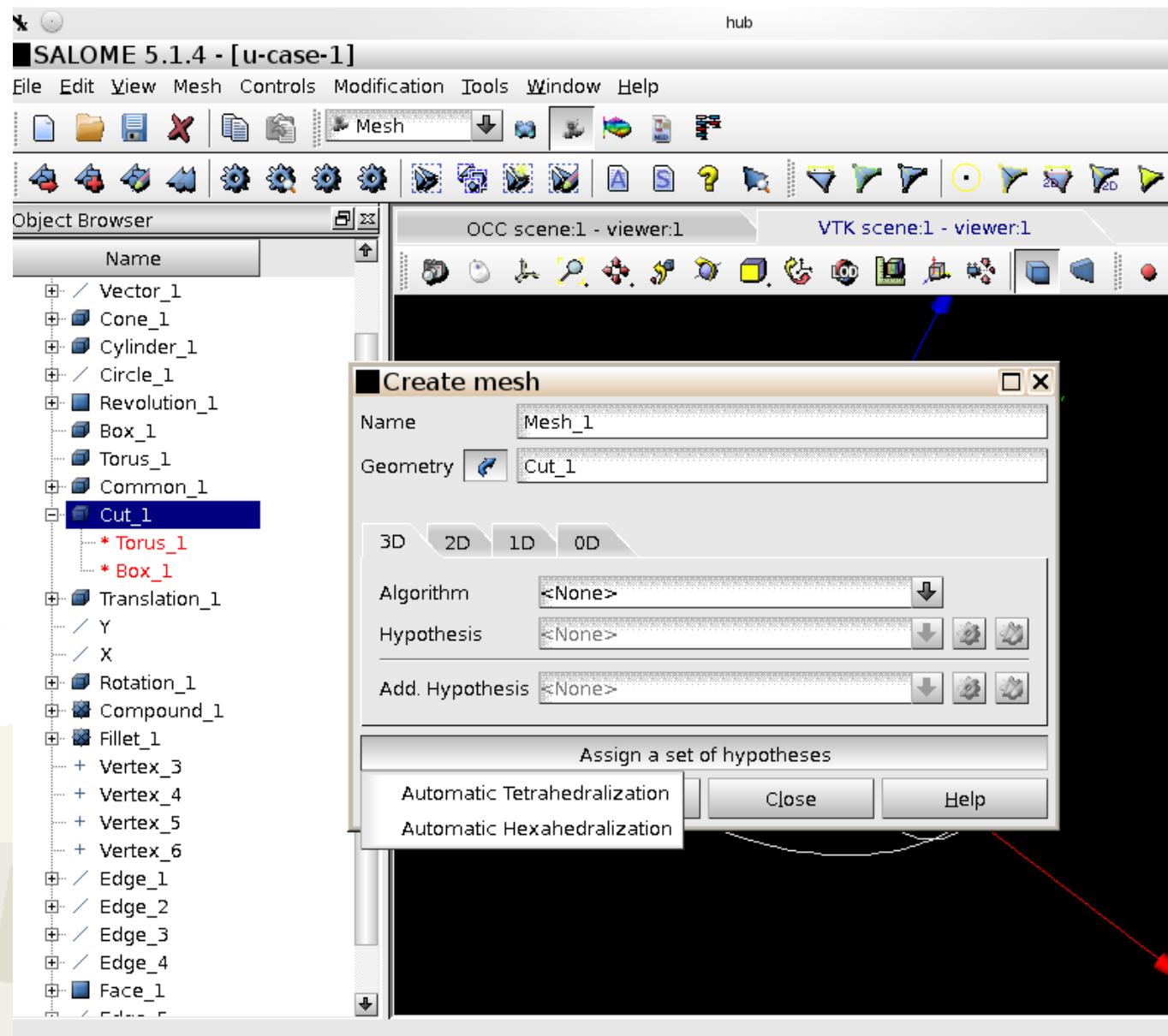
## **SALOME. SMESH. ПОДСЕТКИ И ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ**

Под-сетка (Sub-mesh) — это поименованная область, содержащая ссылку на часть дискретизируемого объекта (одну или несколько групп внутри геометрического объекта или какой-либо его под-элемент) и определяющая новые правила разбиения разбиения на выбранном пространстве. Иными словами, при дискретизации расчетной области, на том множестве, где определена под-сетка используются алгоритмы, гипотезы и дополнительные гипотезы, отличные от тех, что задаются для всей сетки (Mesh)

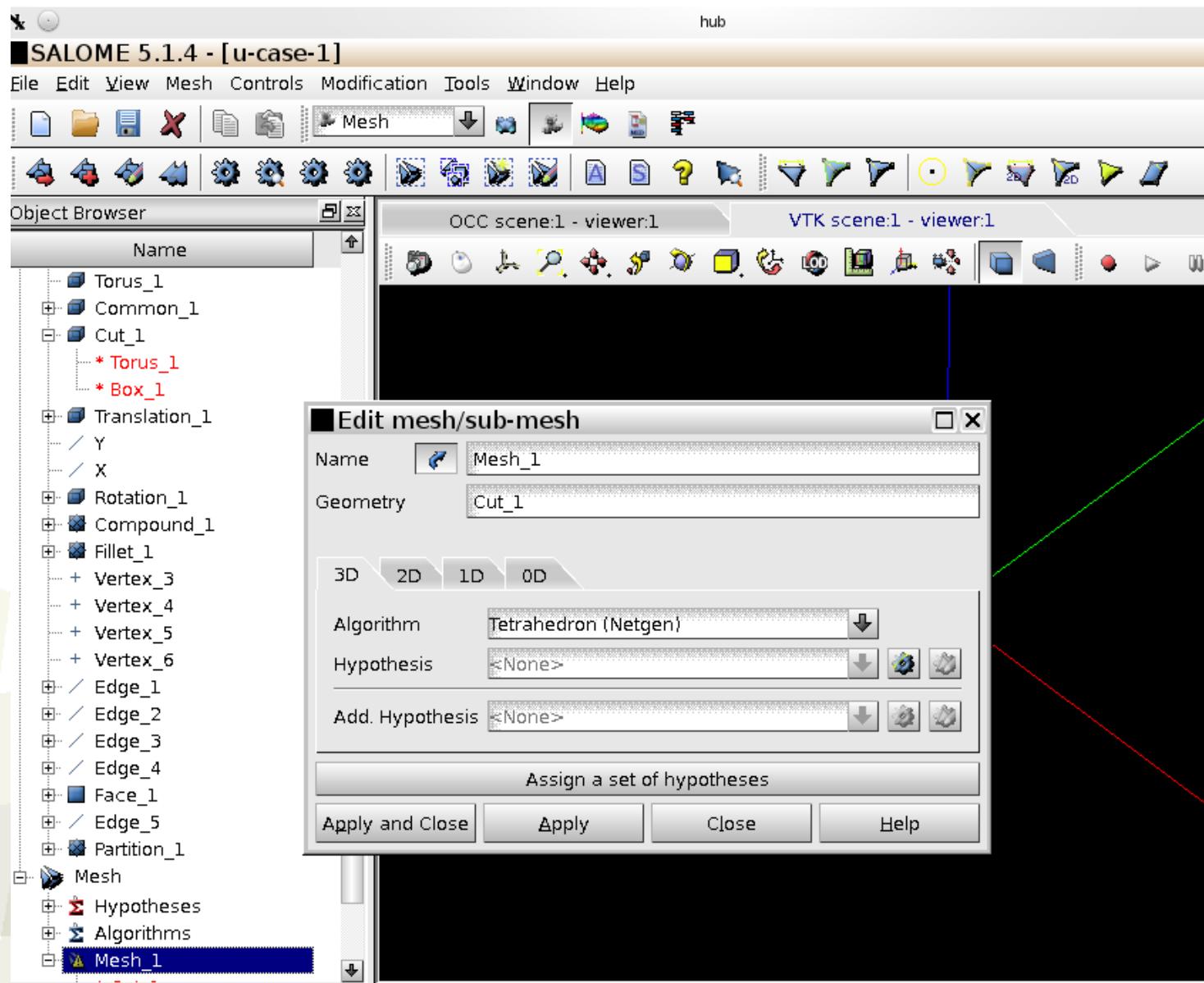
По аналогии с группой в модуле GEOM, определяется и группа (Group) в модуле SMESH — множество элементов одной размерности (точек, ребер, граней или объемов), отвечающих определенной области внутри дискретизируемого объекта (сетки).

# День I, Модуль 2, Секция 2. Платформа SALOME: создание геометрии и расчетной сетки

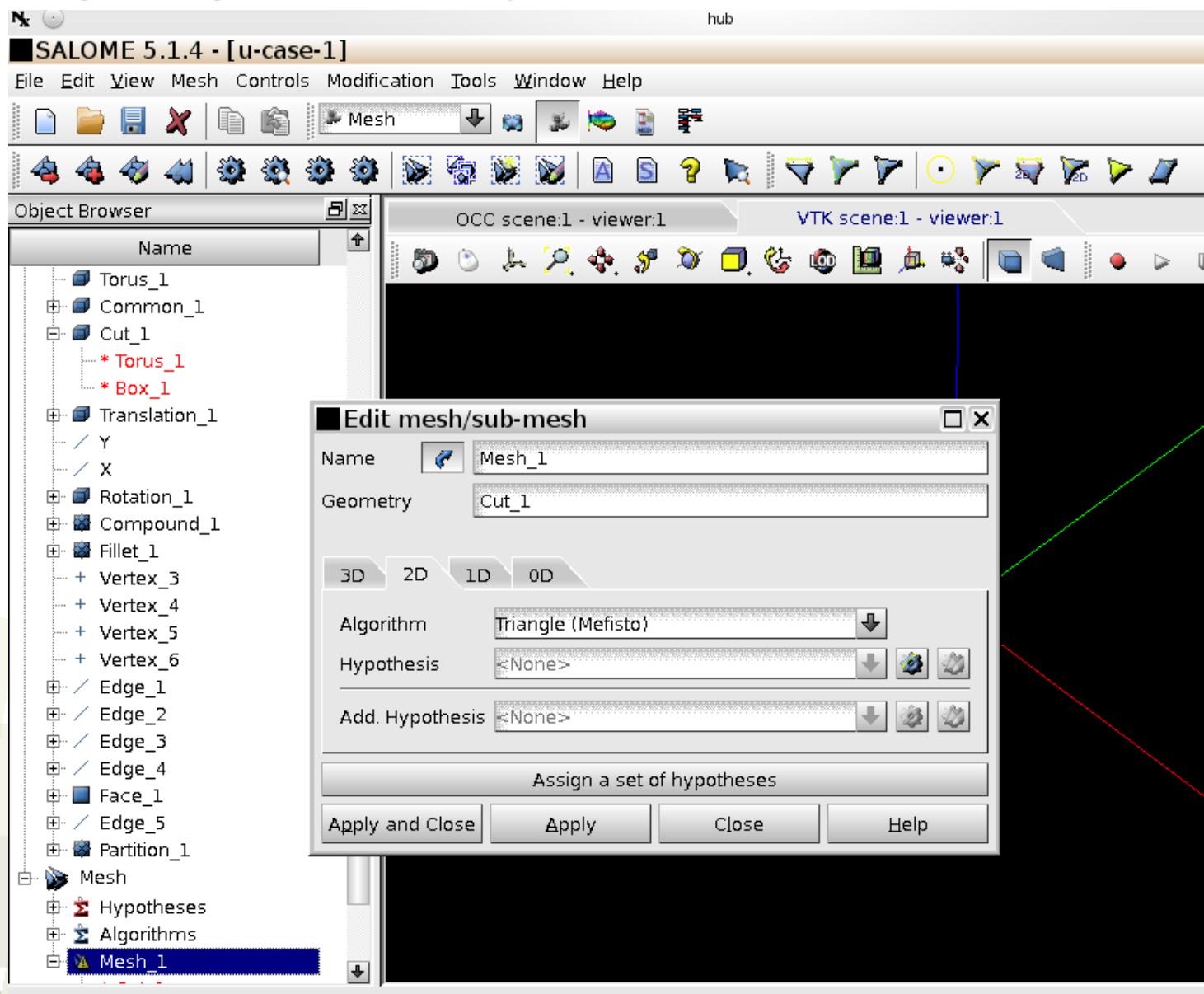
## SALOME. SMESH. АВТОМАТИЧЕСКОЕ СОЗДАНИЕ СЕТОК



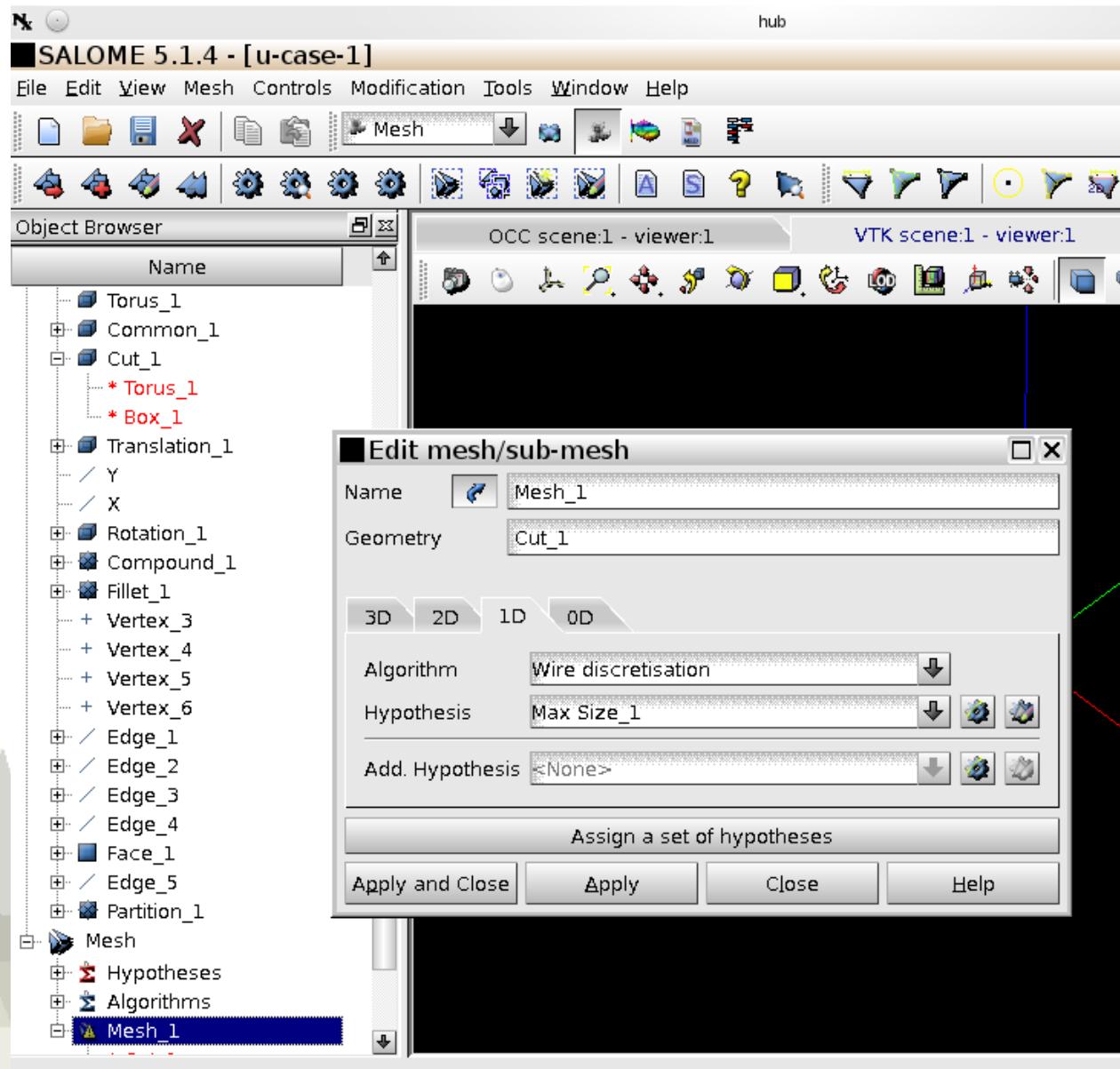
## SALOME. SMESH. 3D РАЗБИЕНИЕ



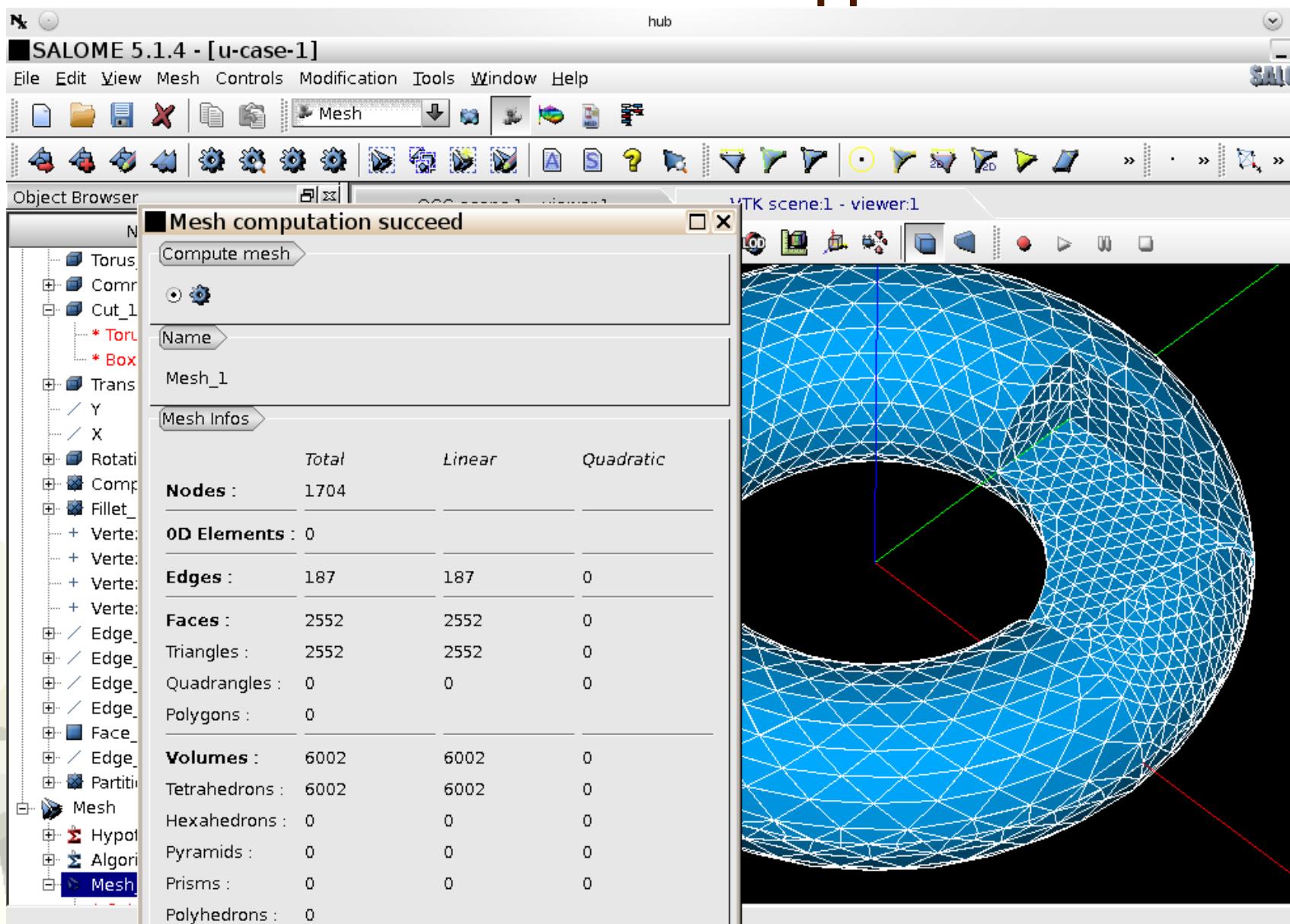
## SALOME. SMESH. 2D РАЗБИЕНИЕ



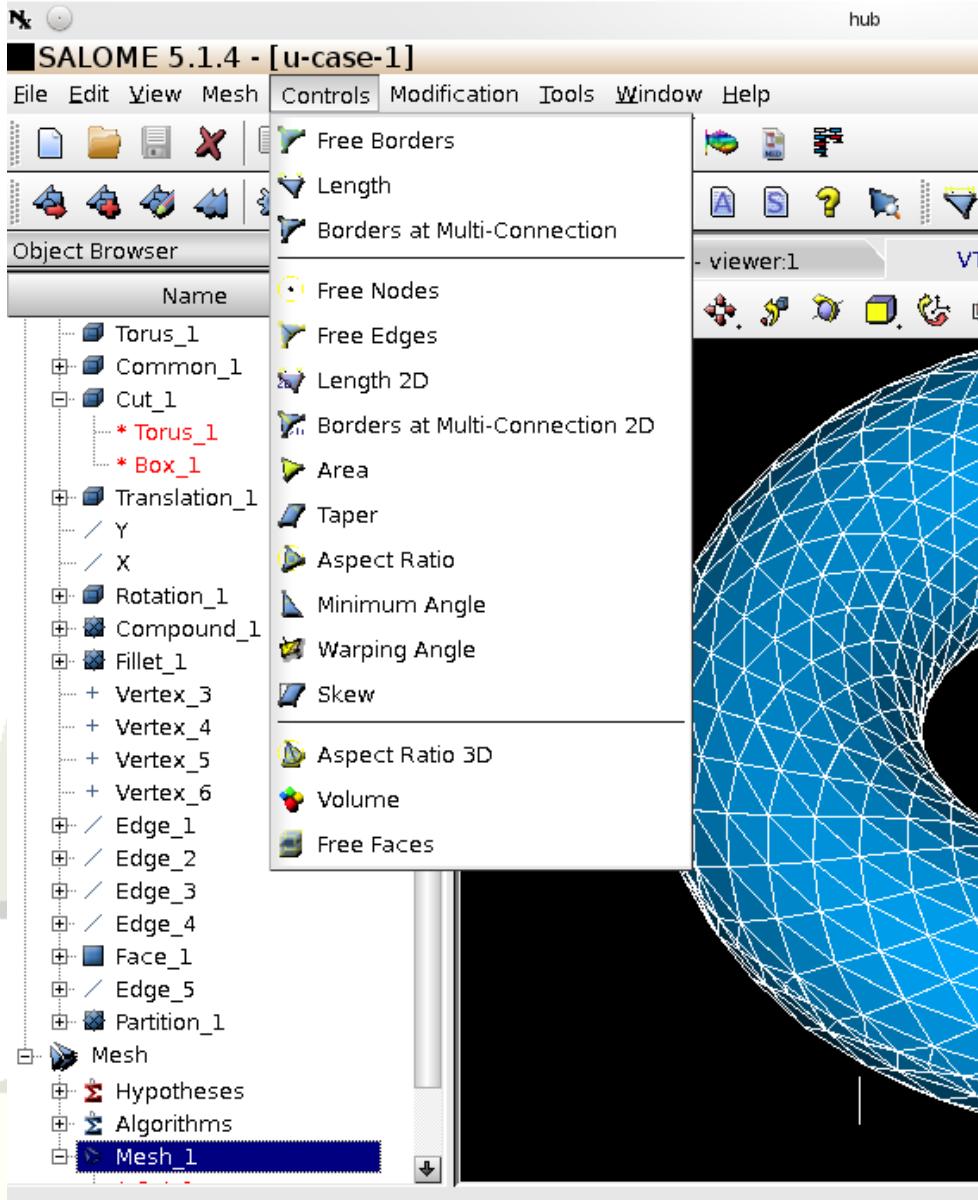
## SALOME. SMESH. 1D РАЗБИЕНИЕ



# SALOME. SMESH. РЕЗУЛЬТАТ СОЗДАНИЯ СЕТКИ



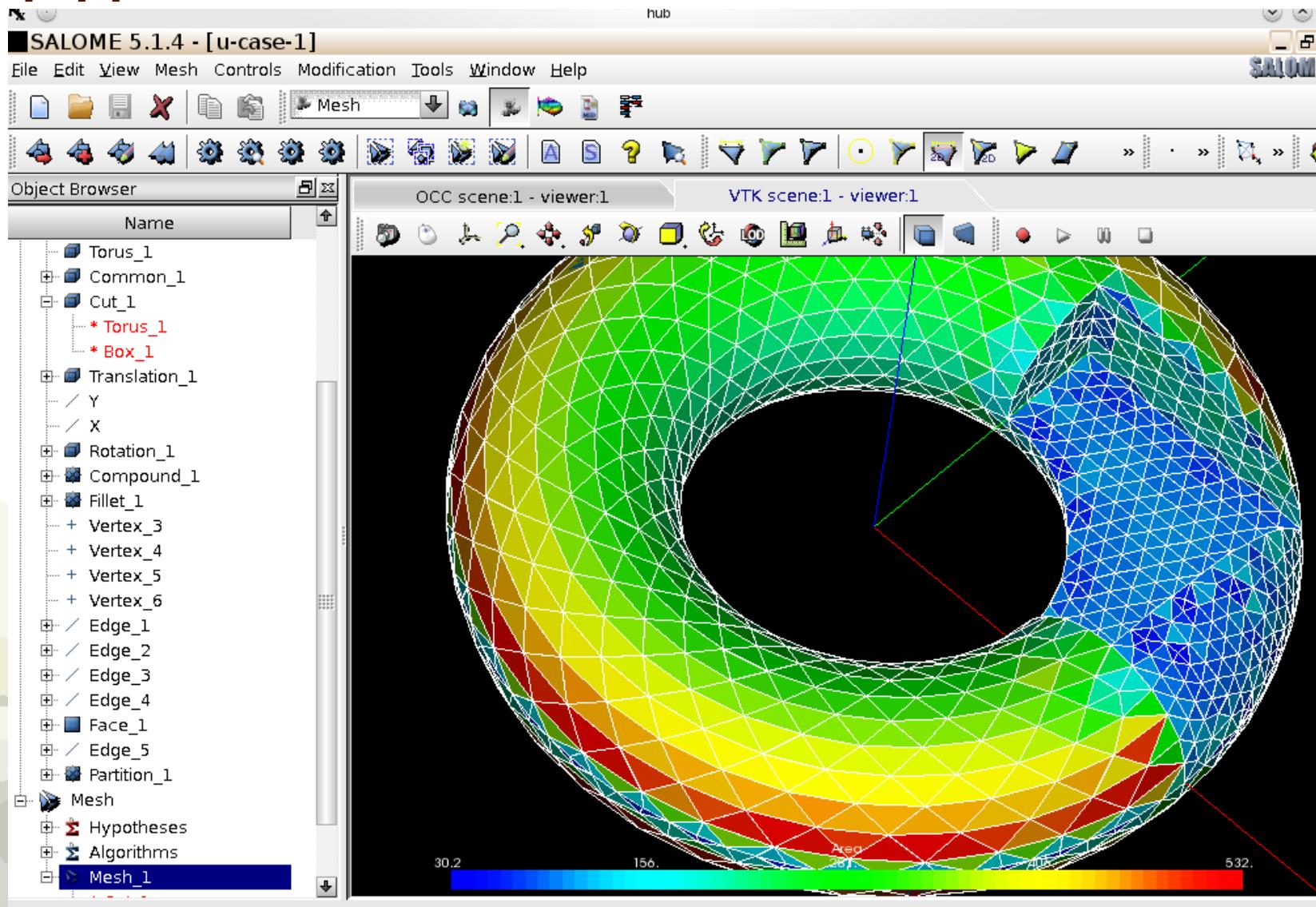
# SALOME. SMESH. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СЕТОК (1)



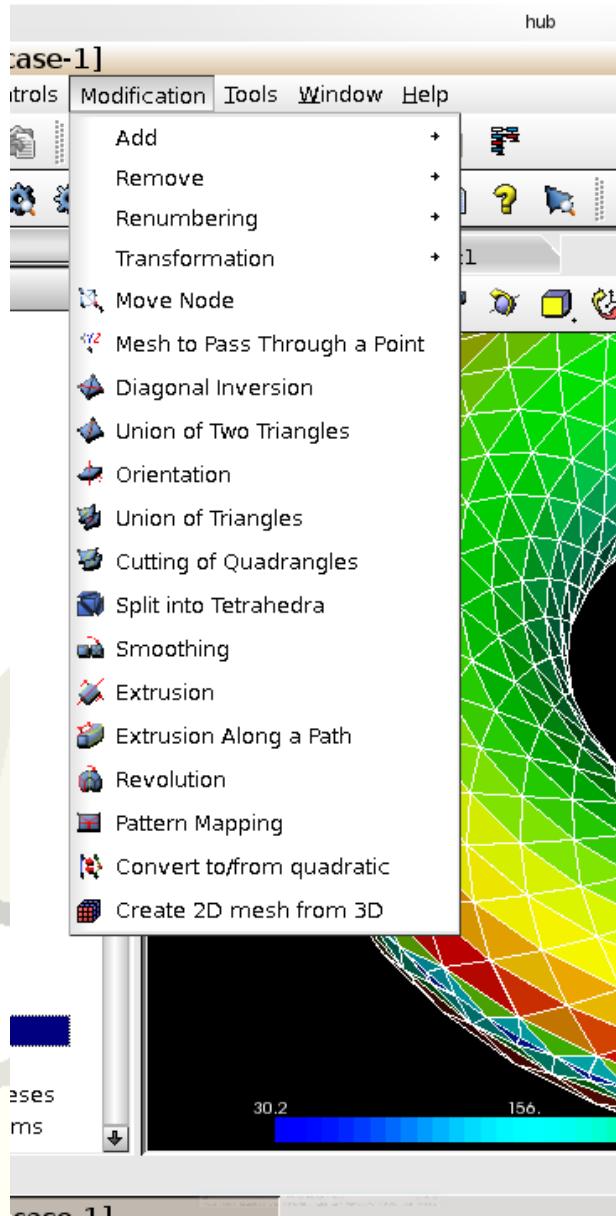
Можно визуализировать  
следующую статистику:

- Наличие свободных границ
- Распределение длин рёбер
- Свободные узлы
- Свободные рёбра
- Площади граней
- Объёмы ячеек
- Масштабность
- Скособоченность
- И пр.

# SALOME. SMESH. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СЕТОК (2) ПЛОЩАДЬ ГРАНЕЙ

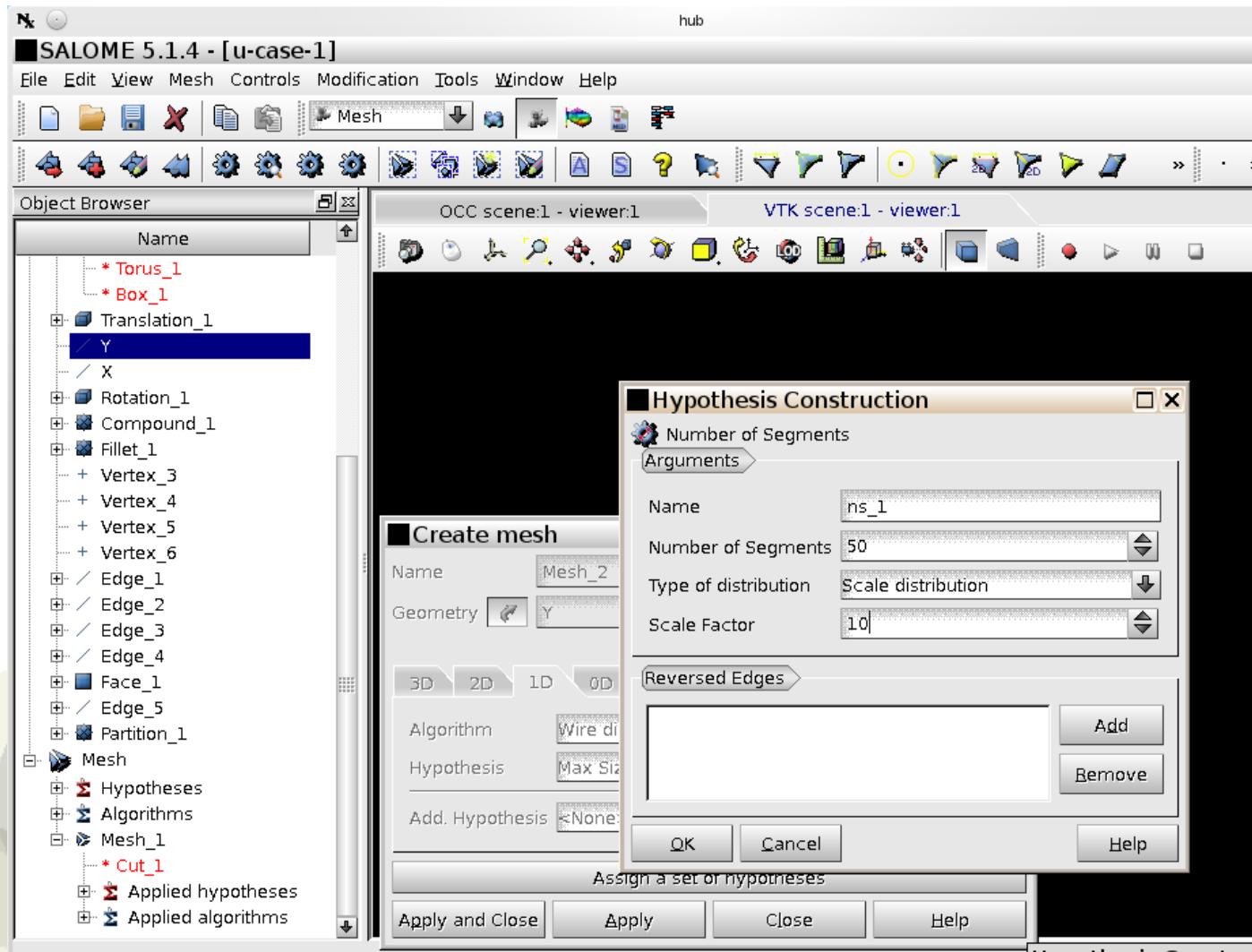


# SALOME. SMESH. МОДИФИКАЦИЯ СЕТОК (1)

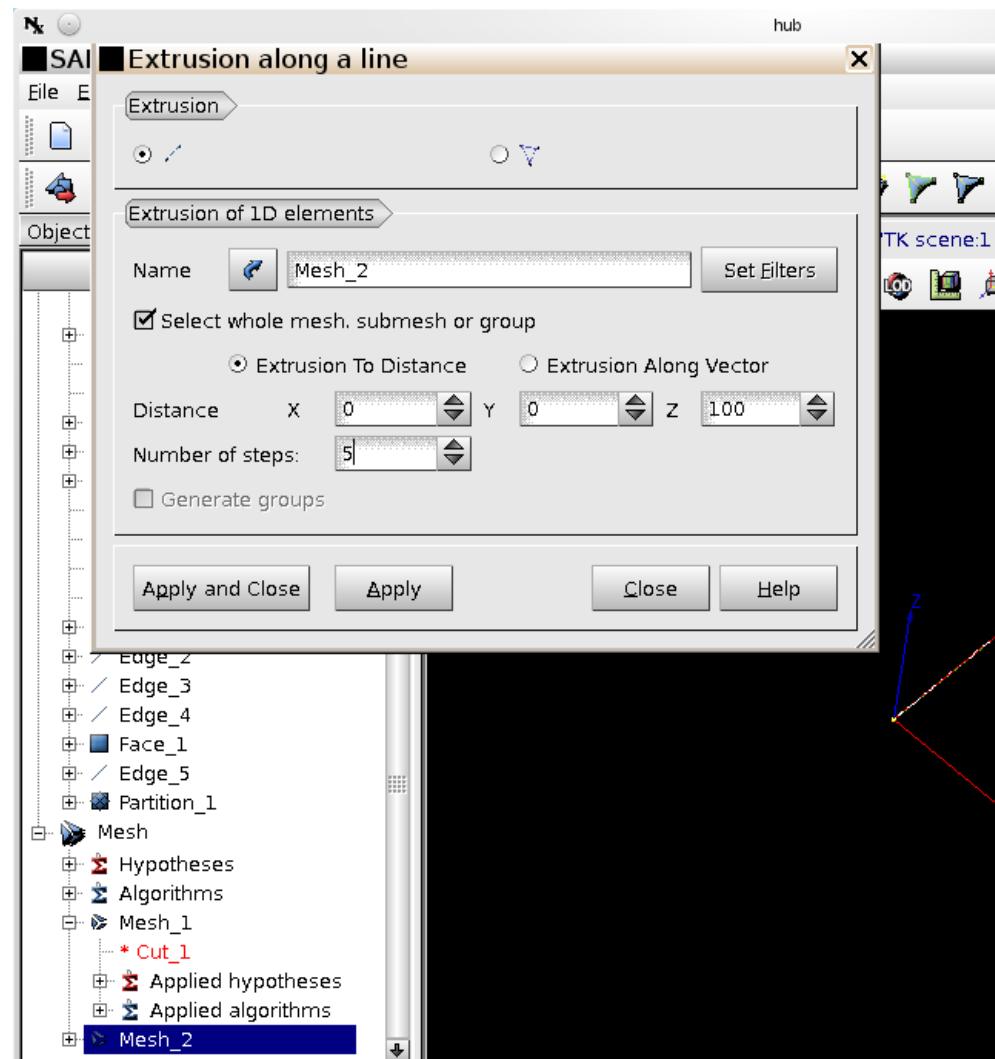


Под модификацией понимается как ручное изменение отдельных узлов сетки и топологии (возможно в пакетном режиме), так и создание сетки вручную

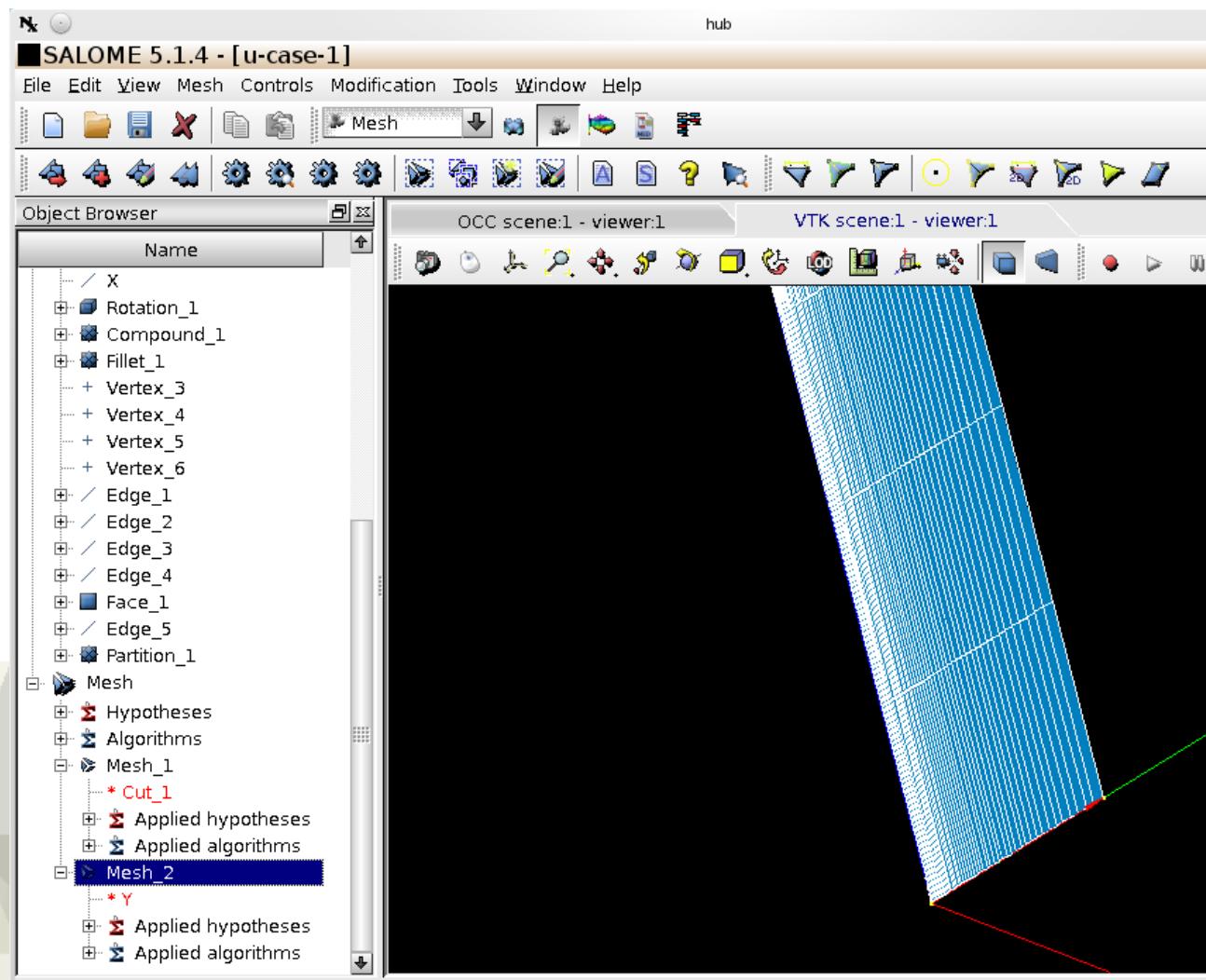
# SALOME. SMESH. МОДИФИКАЦИЯ СЕТОК (2) СЕТКА ДЛЯ ОТРЕЗКА (ВЕКТОР Y)



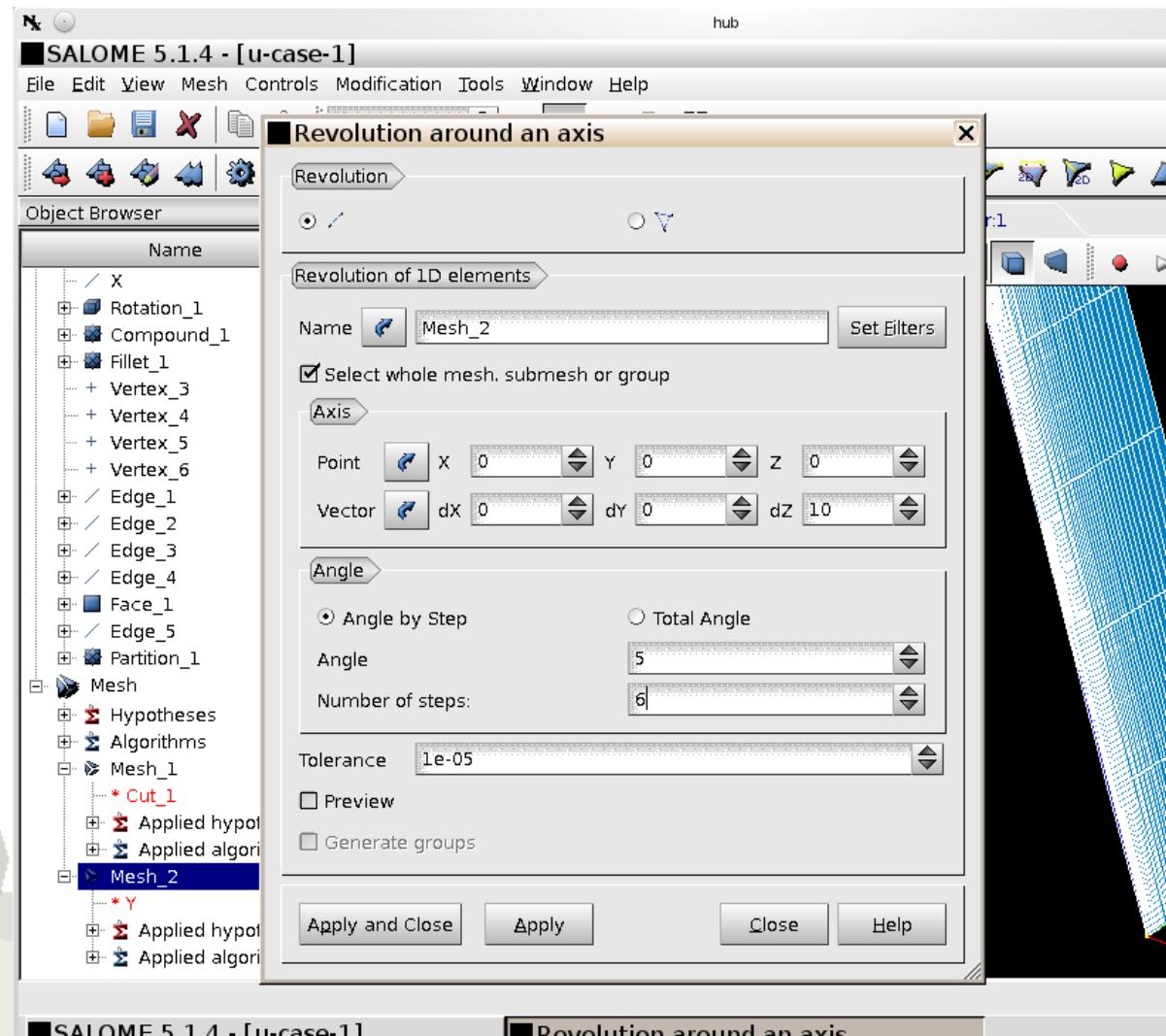
# SALOME. SMESH. МОДИФИКАЦИЯ СЕТОК (3) ВЫТЯГИВАНИЕ ВДОЛЬ НАПРАВЛЕНИЯ



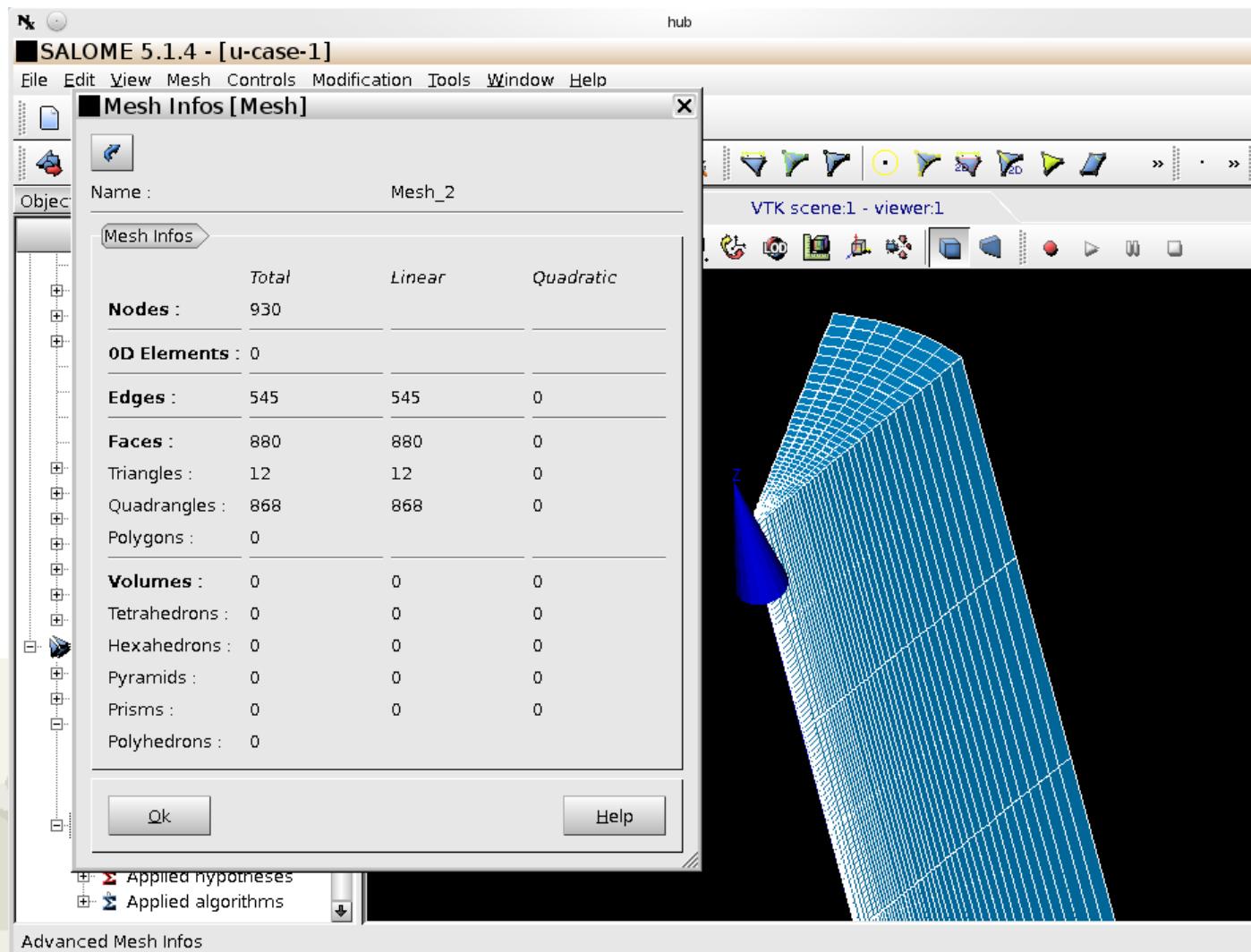
# SALOME. SMESH. МОДИФИКАЦИЯ СЕТОК (4) ВЫТЯГИВАНИЕ ВДОЛЬ НАПРАВЛЕНИЯ (РЕЗУЛЬТАТ)



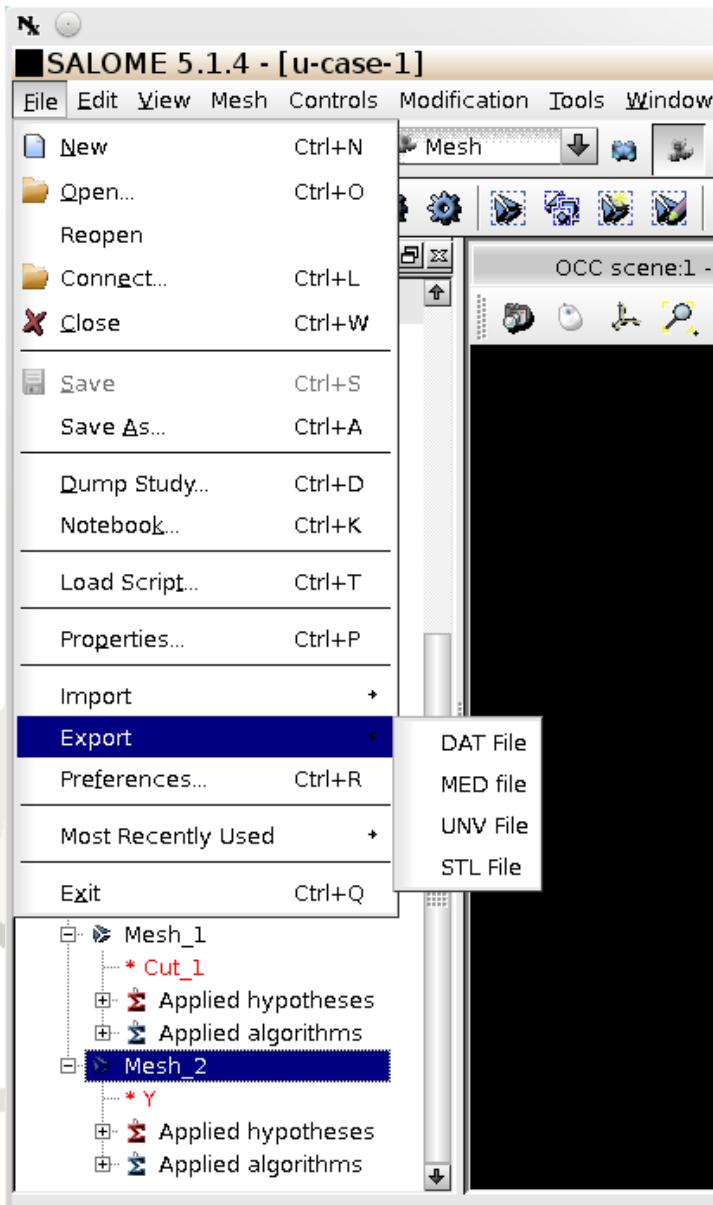
# SALOME. SMESH. МОДИФИКАЦИЯ СЕТОК (5) ПОВОРОТ ВОКРУГ ОСИ (Z)



# SALOME. SMESH. МОДИФИКАЦИЯ СЕТОК (6) ПОВОРОТ ВОКРУГ ОСИ (Z) - РЕЗУЛЬТАТ



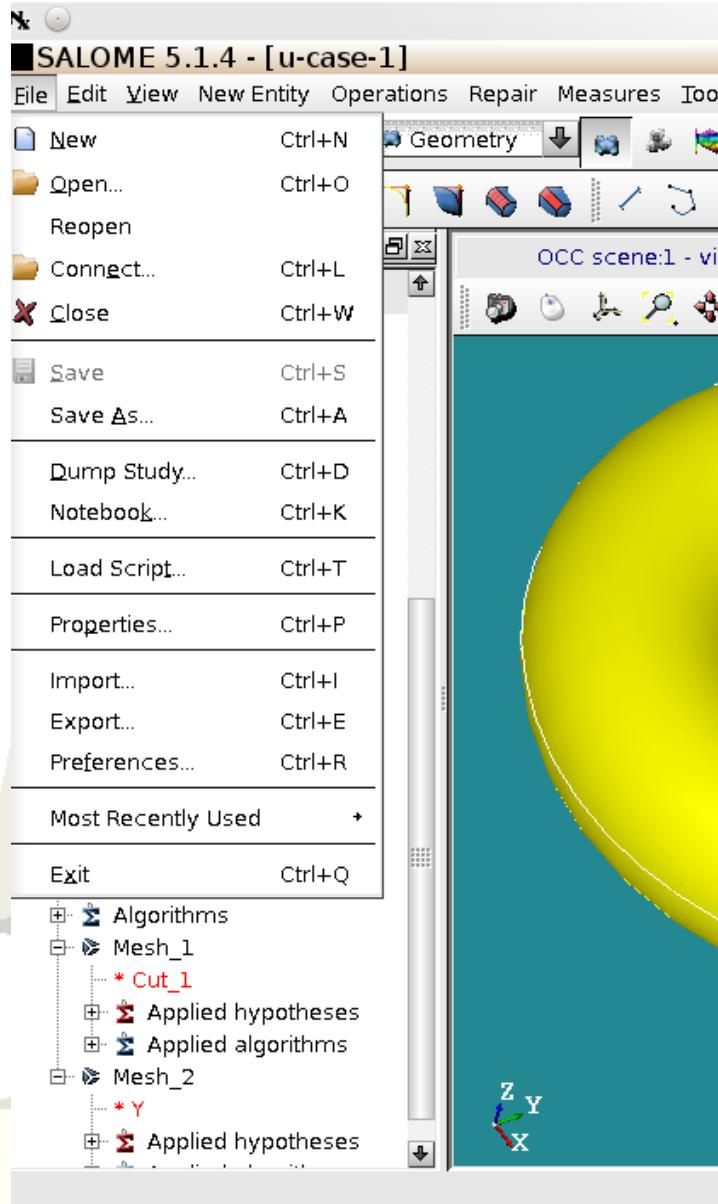
## SALOME. SMESH. ЭКСПОРТ В СТОРОННИЕ ФОРМАТЫ



Сетка может быть сохранена в следующих сторонних форматах:

- DAT — простой текстовый файл (узлы и ячейки, без групп элементов)
- MED — основной формат SALOME, в котором хранятся все сетки и данные (есть конвертер из OpenFOAM в MED на [www.sourceforge.net](http://www.sourceforge.net))
- UNV — текстовый формат IDEAS UNV с открытой спецификацией, может быть импортирован из OpenFOAM
- STL — формат хранения триангулированной поверхности (сохраняется только внешняя часть)

## SALOME. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАКРО-ЯЗЫКА PYTHON (1)



В действительности, все вышеописанные команды выполняются в ядре SALOME через язык python, и, таким образом, он становится некоторым аналогом макроязыков, используемых в офисных и CAD пакетах.

Есть возможность как сохранить всю последовательность действий в виде скрипта (File → Dump Study) и затем использовать повторно (File → Load Script), так и запрограммировать действия самостоятельно.

Это открывает широкие возможности к параметризации геометрии и расчетной сетки.

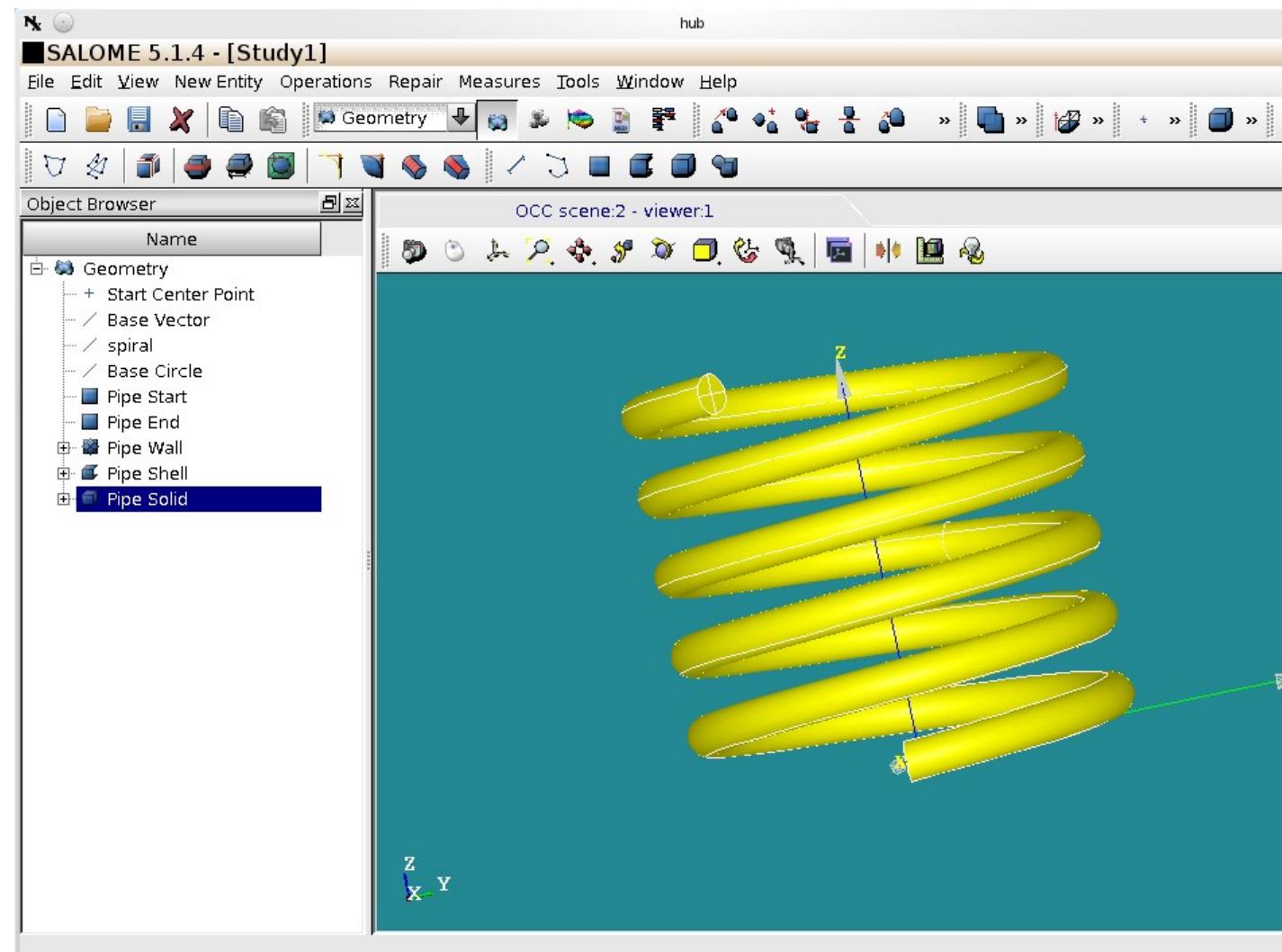
# SALOME. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАКРО-ЯЗЫКА PYTHON (2)

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СПИРАЛИ

```
#  
startX = 0.0                      # X-coordinate of spiral center start  
startY = 0.0                      # Y-coordinate of spiral center start  
startZ = 0.0                      # Z-coordinate of spiral center start  
spiralLength = 100.0                # Length of spiral  
spiralDirectionX = 0.0              #  
spiralDirectionY = 0.0              # Direction of spiral  
spiralDirectionZ = 100.0             #  
spiralRadius = 50.0                 # Radius of spiral  
spiralStep = 20.0                   # Step between two segments of spiral  
tubeRadius = 5.0                   # tube radius  
nStepPoints = 10                   # Number of interpolation points in spiral  
rotTolerance = 1.0E-6               # rot. tolerance  
  
#  
#  
directionLength = math.sqrt(spiralDirectionX*spiralDirectionX +  
spiralDirectionY*spiralDirectionY + spiralDirectionZ*spiralDirectionZ)  
normalSDX = spiralDirectionX / directionLength  
normalSDY = spiralDirectionY / directionLength  
normalSDZ = spiralDirectionZ / directionLength  
  
#  
#base elements  
#  
baseOX = geompy.MakeVectorDXDYDZ(1,0,0)  
baseOY = geompy.MakeVectorDXDYDZ(0,1,0)  
baseOZ = geompy.MakeVectorDXDYDZ(0,0,1)
```

# SALOME. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАКРО-ЯЗЫКА PYTHON (3) МОДЕЛИРОВАНИЕ СПИРАЛИ — РЕЗУЛЬТАТ

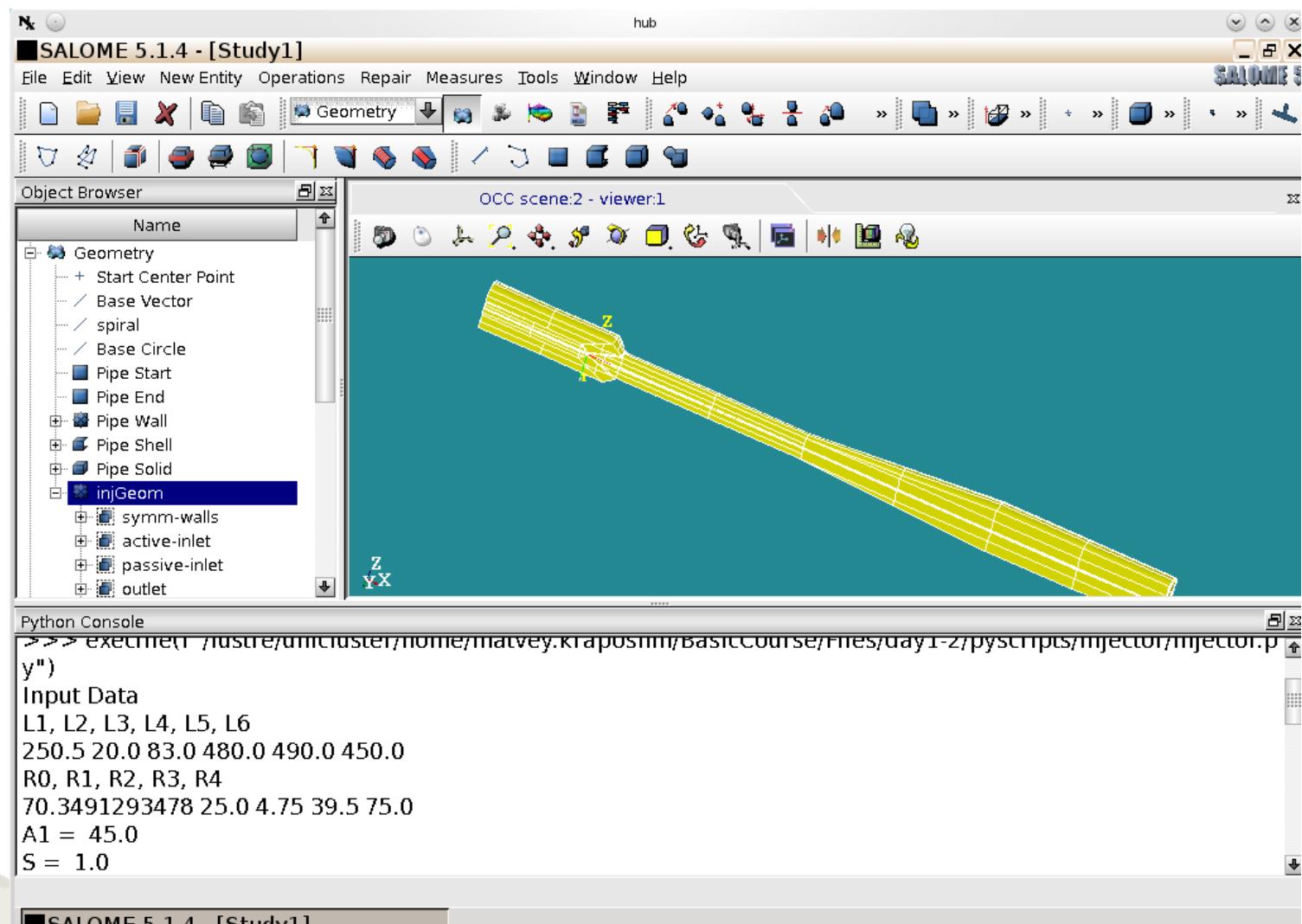
После выполнения скрипта следует принудительно обновить дерево объектов — щелчок правой кнопкой мыши и в появившемся всплывающем меню выбрать пункт *Refresh*



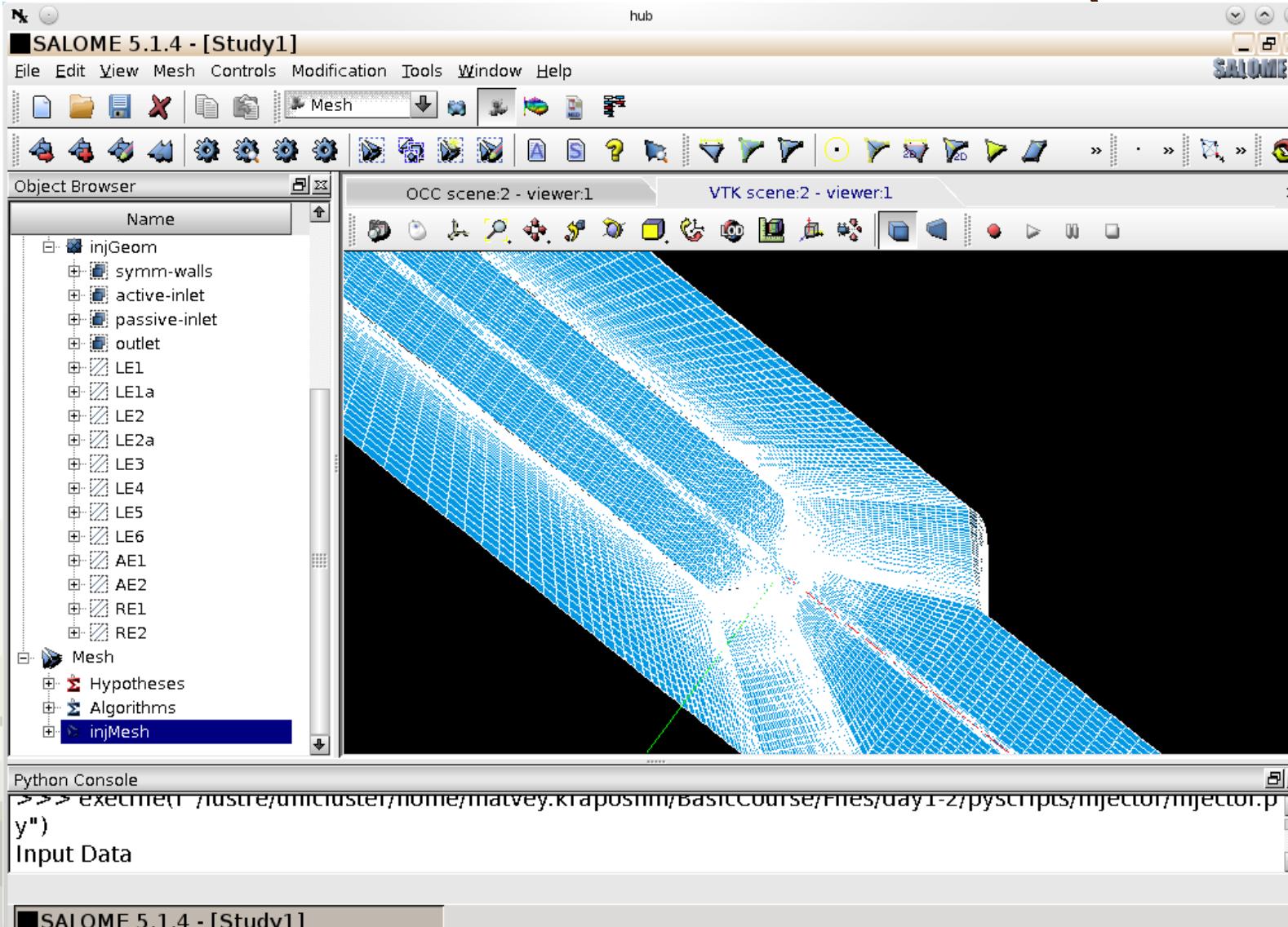
# SALOME. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАКРО-ЯЗЫКА PYTHON (4) МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУЙНОГО НАСОСА (ГЕОМЕТРИЯ)

Ход выполнения скрипта отражается в консоли Python (снизу). Туда же выводятся стандартный поток и поток ошибок (в случае ошибок интерпретации)

Команды можно вводить в интерактивном режиме



# SALOME. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАКРО-ЯЗЫКА PYTHON (5) МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУЙНОГО НАСОСА (СЕТКА)



## SALOME. КАК ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Все операции сохранены в файлах u-case-0.hdf, u-case-1.hdf, u-case-2.hdf

