



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)**

**«Программа расчета механического воздействия струй
двигателей малой тяги на элементы конструкции космических
аппаратов» Turbo DESIGN 20.0 – MF**

Руководство пользователя

Москва 2023

Москва, МАИ, 2015 г.

Пакет программ *Turbo DESIGN 20 - MF* – "Программа анализа механического воздействия струй ЭРД на элементы конструкции КА". Руководство оператора, описание программы.
Москва, МАИ, 2015 г.

Аннотация

Данное руководство предназначено для изучения основных приемов работы с пакетом программ *Turbo DESIGN 20 - MF*, и описывает порядок действий оператора при работе с программным обеспечением.

В руководстве приведено описание пользовательского интерфейса программы, рассмотрены примеры решения расчетных задач с использованием программного обеспечения *Turbo DESIGN 20 - MF*.

Назначение программы

Структура программы

Полное наименование ПО: пакет программ *Turbo DESIGN 20 - MF*.

Сокращенное наименование ПО: *TDN 20 - MF*.

ПО разработано на языке программирования *Delphi 7*.

Сведения о назначении

Пакет программ *Turbo DESIGN 20 - MF* предназначен для проведения расчетов и анализа механического воздействия струй электроракетных двигателей на элементы конструкции космических аппаратов. Данное ПО позволяет решать следующие задачи:

- расчет потоков частиц от двигателей в различных точках поверхности КА;
- расчет геометрических параметров взаимодействия струи с поверхностью (угол вылета частиц, угол падения частиц, расстояние до источника);
- расчет возмущающих усилий и моментов, действующих на элементы конструкции КА со стороны струй двигателей;
- расчет предельных значений возмущений, действующих на элементы конструкции КА со стороны струй двигателей (при неопределенности коэффициентов аккомодации).

Геометрический облик КА задается в виде множества триангулированных поверхностей, что обеспечивает его полную совместимость с современными конструкторскими пакетами, такими, например, как *CATIA, Solid Works, Inventor*. Для совместимости с предыдущими версиями в ПП предусмотрена возможность задания примитивов, образованных фрагментами поверхностей 1-го и 2-го порядка, таких как прямоугольник, треугольник, диск, сфера, конус, параболоид и т.п. Кроме того, введены дополнительные примитивы, такие как куб, ферма и т.п.

Все элементы объекта образуют иерархическую структуру неограниченной сложности. В объекте реализованы механизмы наследования свойств элементов.

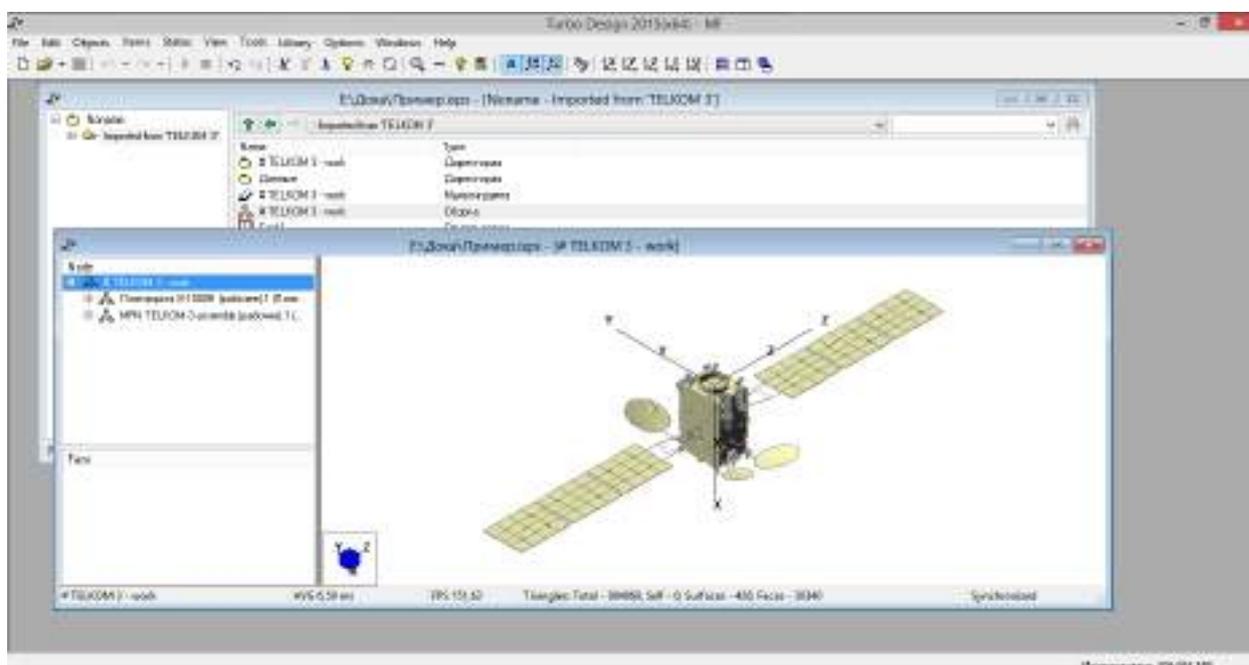
Пакет программ оснащен мощной объектно-ориентированной базой данных, обеспечивающей хранение всей информации, начиная от исходных данных, заканчивая результатами расчетов. Система управления БД обеспечивает быстрый доступ к любой необходимой информации, гарантирует полную непротиворечивость данных, имеет средства для работы с версиями объектов, поддерживает работу с транзакциями.

Пакет программ снабжен средствами визуализации результатов расчетов, обеспечивающими возможность построения изолиний, интерполяции значений исследуемого параметра, управлением режимами отображения объекта, раскраски элементов объекта, определения значения исследуемого параметра в любой точке изображения и т.д.

Главное окно программы Turbo DESIGN 20 - MF

Общие сведения

Главное окно программы показано на рисунке ниже.



Главное окно содержит следующие элементы управления:

- главное меню;

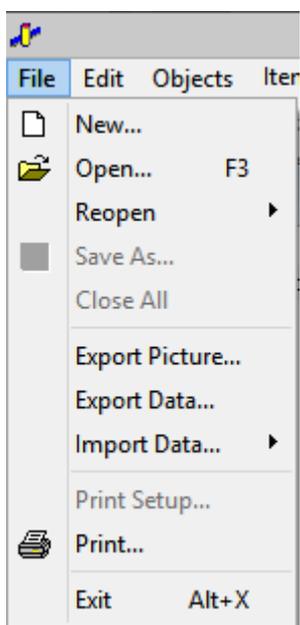
- панель быстрого доступа;
- строку состояния;
- окно библиотеки для отображения объектов базы данных;
- окно геометрии для отображения геометрической модели КА;

В главном окне может быть открыто любое количество окон библиотеки и окон геометрии. Каждое открытое окно создает индивидуальное подключение к файлу базы данных, поэтому открытие или закрытие одних окон не влияет на состояние других открытых окон.

Главное меню пакета программ Turbo DESIGN 20 - MF

Команды меню «File»

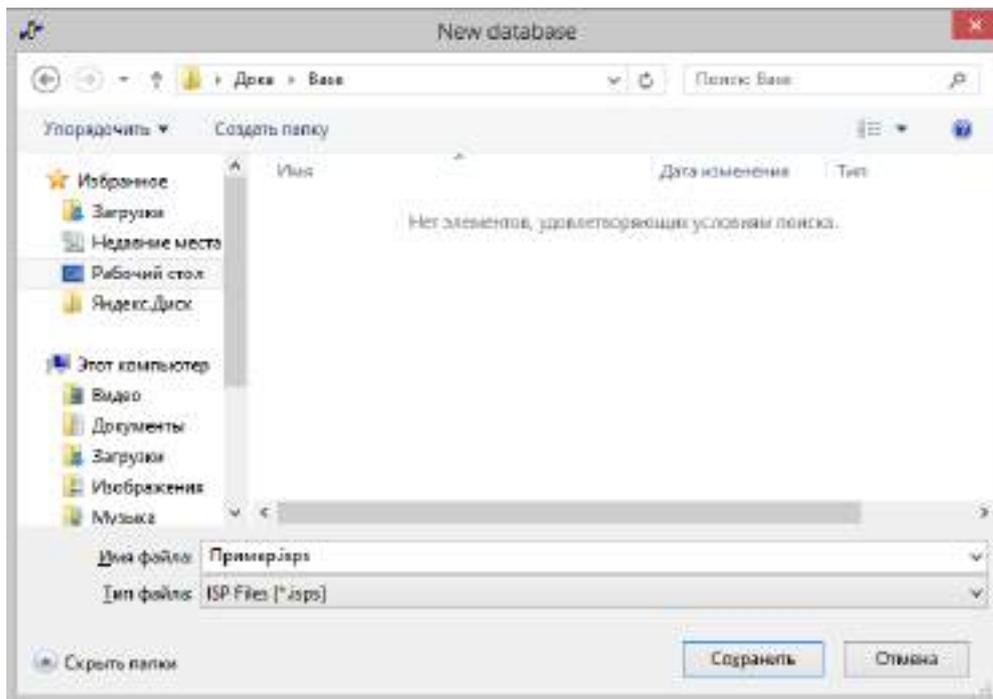
Меню ***File*** представлено на рисунке. Оно содержит команды управления файлами, команды экспорта, печати и команду, завершающую сеанс работы с программой.



В зависимости от состояния программы, некоторые пункты меню могут находиться в активном или пассивном состоянии.

- ***Команда «New»***

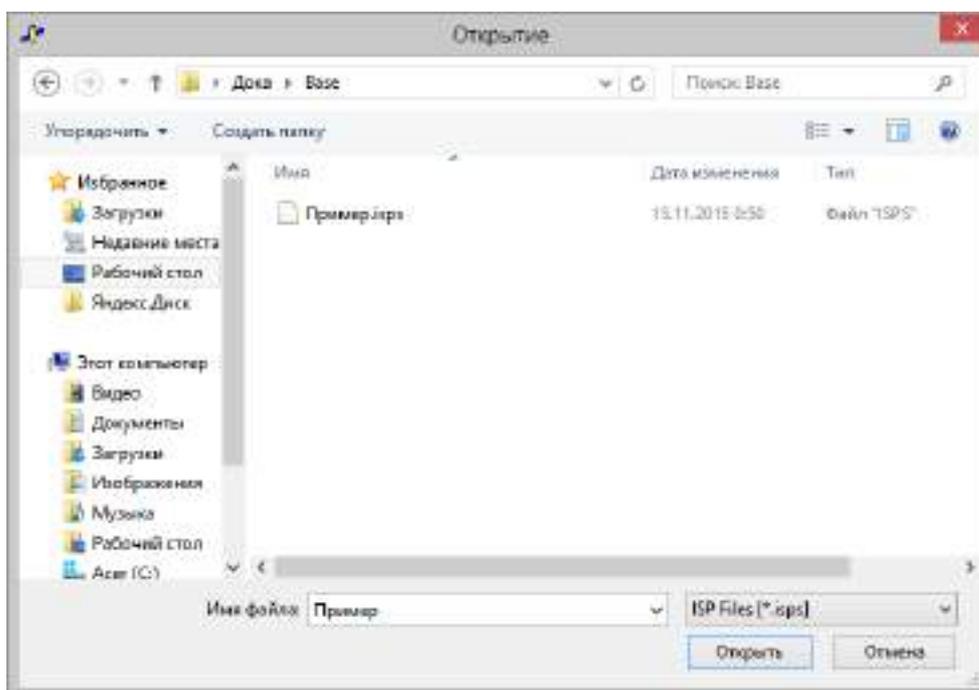
Команда ***New*** предназначена для создания нового файла базы данных (БД). При выборе данной команды открывается диалоговое окно, в котором следует ввести название вновь создаваемого файла БД и нажать кнопку **«Сохранить»**. В случае отмены действия по созданию нового файла в диалоговом окне следует нажать кнопку **«Отмена»**.



В случае успешного создания файла БД для него будет создано новое подключение и открыто соответствующее окно библиотеки.

- **Команда «Открыть»**

Команда **Открыть** открывает существующий файл базы данных. При подаче данной команды в открывшемся диалоговом окне необходимо выбрать требуемый файл, и нажать кнопку «Открыть».



В случае успешного открытия файла БД для него будет создано новое подключение и открыто соответствующее окно библиотеки.

- **Команда «Reopen»**

Команда **Reopen** позволяет выбрать и открыть заново один из 8 последних открытых ранее файлов. Для осуществления данного действия следует выбрать команду **Reopen** и выбрать из выпадающего списка требуемый файл.



- **Команда «Save As»**

Сохраняет открытый файл БД под другим именем.

- **Команда «Close all»**

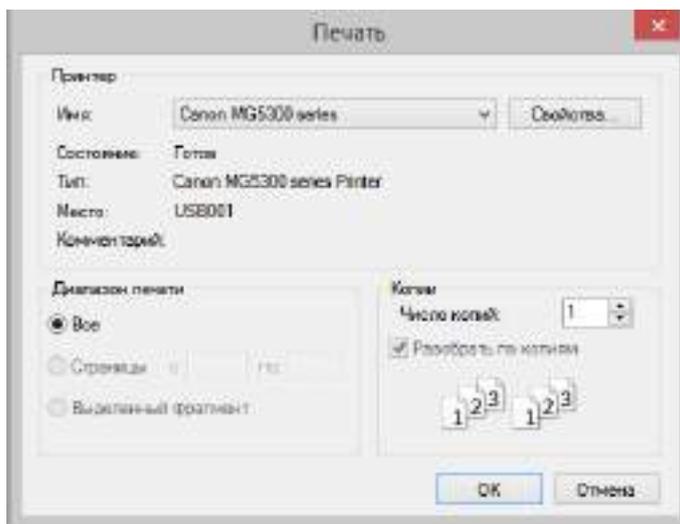
Закрывает все открытые окна.

- **Команда «Print Setup»**

Команда **Print Setup** позволяет настроить принтер и выбрать режимы печати.

- **Команда «Print»**

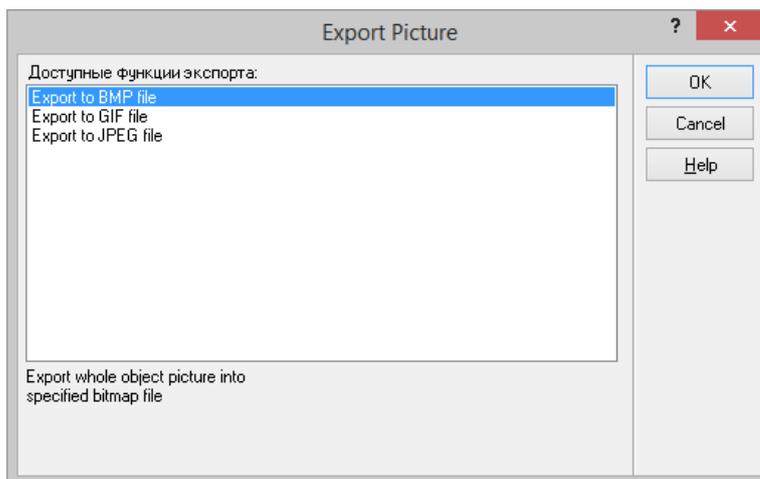
Команда **Print** предназначена для вывода графического изображения объекта на принтер. Для того чтобы вывести графическое изображение объекта на принтер, следует выбрать в меню команду **Print** и в открывшемся стандартном диалоговом окне указать необходимые параметры – выбрать принтер, задать диапазон печати и количество копий изображения объекта.



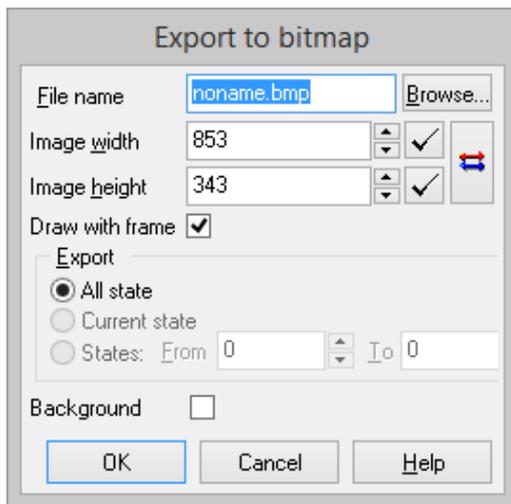
- **Команда «Export picture»**

Команда **Export picture** служит для экспорта графического изображения объекта в файлы типов **BMP, GIF, JPG**.

Для экспорта графического изображения объекта следует выбрать в меню команду **Export picture**, и в открывшемся диалоговом окне выбрать требуемый тип файла. В зависимости от выбранного типа файлов, ввести необходимые параметры.



Для экспорта изображения в файл формата **BMP** (см. рисунок) требуется заполнить следующие поля:



«**File Name**» - задает имя файла, в который будет экспортировано изображение;

«**Browse**» - кнопка открывает диалог выбора имени файла отчета;

«**Image Width**» - задает ширину изображения в пикселях;

«**Image Height**» - задает высоту изображения в пикселях;

«**Draw with frame**» - выводит картинку с рамкой по внешнему контуру;

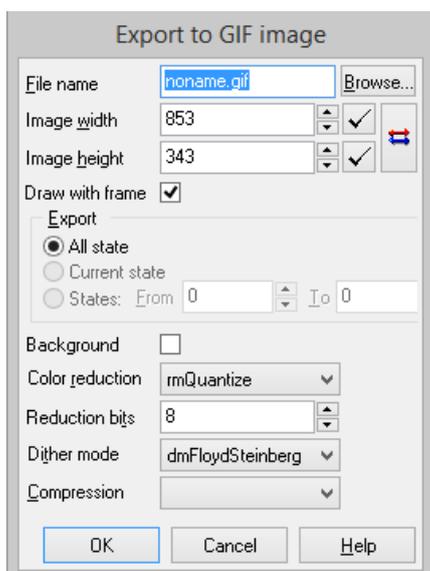
«**Background**» - использует при выводе установленный цвет фона;

«**All state**» – позволяет экспортировать все имеющиеся состояния объекта;

«**Current state**» - экспортирует только текущее состояние;

«**States**» - позволяет задать номера требуемых состояний.

Для экспорта изображения в файл формата **GIF** (см. рисунок) требуется заполнить следующие поля:



«**File Name**» - задает имя файла, в который будет экспортировано изображение;

«**Browse**» - кнопка открывает диалог выбора имени файла отчета;

«**Image Width**» - задает ширину изображения в пикселях;

«**Image Height**» - задает высоту изображения в пикселях;

«**Draw with frame**» - выводит картинку с рамкой по внешнему контуру;

«**Background**» - использует при выводе установленный цвет фона;

«**Color reduction**» - задает стандартную палитру для сжатия изображения;

«**Reduction bits**» - количество бит на один пиксель;

«**Dither mode**» - задает способ подбора цветов;

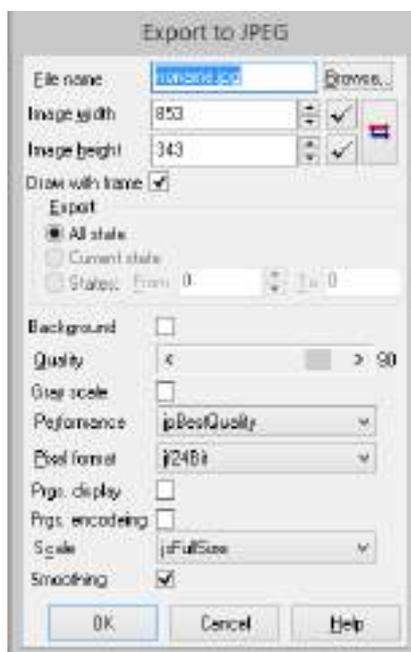
«**Compression**» - задает способ сжатия изображения;

«**All state**» – позволяет экспортировать все имеющиеся состояния объекта;

«**Current state**» - экспортирует только текущее состояние;

«**States**» - позволяет задать номера требуемых состояний.

Для экспорта изображения в файл формата **JPEG** (см. рисунок) требуется заполнить следующие поля:



«**File Name**» - задает имя файла, в который будет экспортировано изображение;

«**Browse**» - кнопка открывает диалог выбора имени файла отчета;

«**Image Width**» - задает ширину изображения в пикселях;

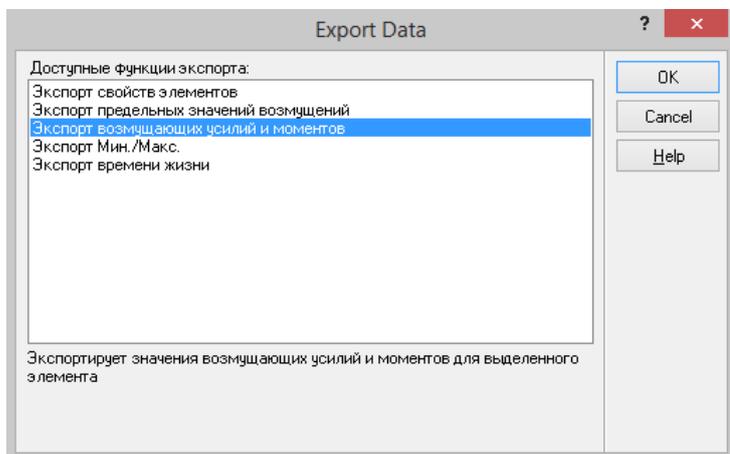
- «*Image Height*» - задает высоту изображения в пикселях;
- «*Draw with frame*» - выводит картинку с рамкой по внешнему контуру;
- «*Background*» - использует при выводе установленный цвет фона;
- «*Quality*» - задает точность восстановления цвета при декомпрессии;
- «*Gray scale*»- устанавливает режим градаций серого цвета;
- «*Performance*» - задает способ сжатия изображения;
- «*Pixel format*» - задает формат пикселя;
- «*All state*» – позволяет экспортировать все имеющиеся состояния объекта;
- «*Current state*» - экспортирует только текущее состояние;
- «*States*» - позволяет задать номера требуемых состояний.

Примечание: При выводе картинки из многовариантных окон на панели **Export** задается либо текущее состояние, либо диапазон состояний. При выводе нескольких картинок к имени файла добавляется суффикс типа 02, соответствующий номеру состояния.

- **Команда «Export Data»**

Команда **Export Data** позволяет экспортировать результаты расчетов во внешние файлы (*MS Excel, ASCII*). Вывод данных производится только из окна объекта, и применим к выделенному элементу (примитиву).

Для экспортирования результатов расчетов во внешние файлы, следует выбрать в меню **File** команду **Export Data**, и в открывшемся диалоговом окне выбрать функцию экспорта из списка доступных функций.



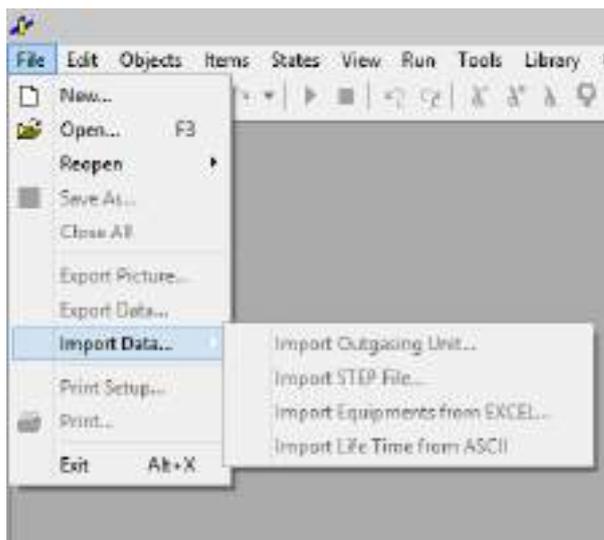
Примечание: Список доступных функций экспорта формируется в зависимости от выбранного элемента геометрической модели и наличия у него необходимых данных.

Подробное описание функций экспорта приведено в разделе "[Функции экспорта данных](#)".

- **Команда «Import Data»**

Команда **Import Data** позволяет импортировать данные из внешних файлов.

Для импортирования данных из внешних файлов следует выбрать в меню команду **Import Data**. В подменю выбрать тип импортируемых данных.

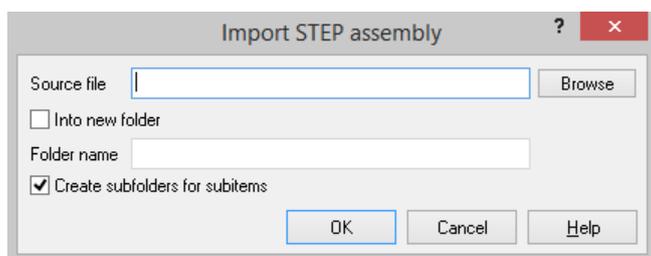


Примечание: Активность команд меню зависит от того, какое окно было активным в момент подачи команды.

Импорт геометрии из STEP-файла

Для импорта геометрии из STEP-файла в раскрывающемся списке **Import Data** следует выбрать команду **Import STEP File...**. Данная команда активна только в окне библиотеки.

В открывшемся диалоговом окне следует нажать кнопку **«Browse»**. В стандартном диалоге выбрать файл с данными, и нажать кнопку **«OK»**, далее ввести требуемые параметры для импорта данных.



«Source File» - имя импортируемого STEP файла (выбор кнопкой Browse);

«**Into new folder**» - импорт будет производиться в новую папку;

«**Folder Name**» - имя папки, в которую будут записываться импортированные элементы модели.

«**Create subfolders for subitems**» - создавать папки для импортированных подэлементов.

Импорт значений «времени жизни» состояний объекта

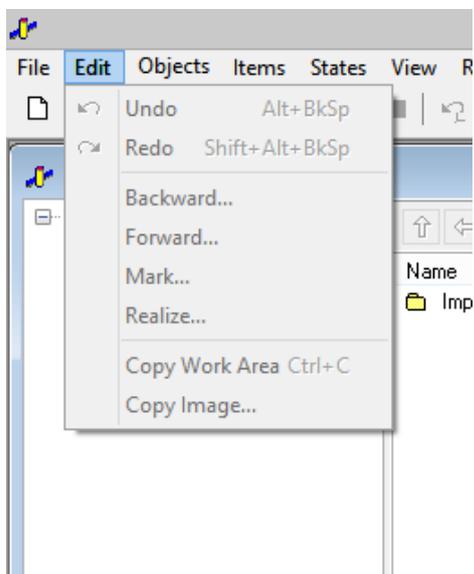
Для импорта данных из файла формата **txt* в раскрывающемся списке **Import Data** следует выбрать команду **Import Life Time**. Данная команда активна только в окне многовариантного объекта. В стандартном диалоге следует указать, из какого именно файла **xls* должны быть импортированы данные, и нажать кнопку «**ОК**».

- **Команда «Exit»**

Команда **Exit** завершает работу с программой. Для завершения работы с программой можно также воспользоваться сочетанием клавиш клавиатуры «**ALT+X**».

Команды меню «Edit»

Меню **Edit** представлено на рисунке ниже и содержит команды редактирования и управления состояниями базы данных, а также команды копирования в буфер обмена *MS Windows* графических изображений объекта. В зависимости от состояния программы некоторые пункты меню могут находиться в активном или пассивном состоянии.



- **Команда «Undo»**

Команда **Undo** предназначена для отмены последней введенной команды и перевода БД в предыдущее состояние.

- **Команда «Redo»**

Команда **Redo** предназначена для восстановления последней отмененной команды и перевода БД в следующее состояние.

- **Команда «Backward...».**

Команда **Backward...** переводит базу данных к одному из ее предыдущих состояний, отменяя одну или несколько последних транзакций. Выбор нужного состояния осуществляется по его имени. Имена состояний в большинстве случаев формируются путем сложения названия команды и имени объекта, для которого она была предназначена. Вместо этой команды можно использовать кнопку с выпадающим списком  на панели быстрого доступа.

- **Команда «Forward...»**

Команда **Forward...** восстанавливает команды, отмененные с помощью команды **Backward...** Вместо этой команды можно использовать кнопку с выпадающим списком  на панели быстрого доступа.

- **Команда «Mark...»**

Команда **Mark...** отмечает текущее состояние БД. В последствие к нему можно вернуться с помощью команды **Realize**. При выборе команды **Mark** открывается диалоговое окно для ввода имени метки состояния. После ввода в БД производится пустая транзакция с именем метки состояния.

- **Команда «Realize...»**

Команда **Realize...** позволяет вернуть БД в состояние, отмеченное с помощью команды **Mark**. При использовании команды **Release** появляется диалоговое окно, содержащее список всех меток в БД. Выбрав одну из них и нажав клавишу **ENTER**, можно перевести систему в требуемое состояние.

- **Команда «Copy work area»**

Команда **Copy work area** позволяет скопировать изображение активного окна геометрии в буфер обмена *MS Windows*.

- **Команда «Copy image»**

Команда **Copy image** позволяет выбрать и скопировать изображение объекта в буфер обмена *MS Windows*.

Команды меню «Objects»

Меню **Objects** представлено на рисунке ниже.



- **Команда «Open...»**

Команда **Open...** позволяет открыть окно редактирования для объекта БД, выделенного в каталоге окна библиотеки.

- **Команда «New...»**

Команда **New...** позволяет создать новый объект БД требуемого типа и открыть для него окно редактирования.

Подробнее см. в разделе "[Создание нового объекта](#)".

- **Команда «Rename»**

Команда **Rename** позволяет переименовать выделенный объект. Для переименования объекта можно также применить функциональную клавишу клавиатуры **F2**.

- **Команда «Copy»**

Команда **Copy** создает копию выделенного объекта в БД.

- **Команда «Clone»**

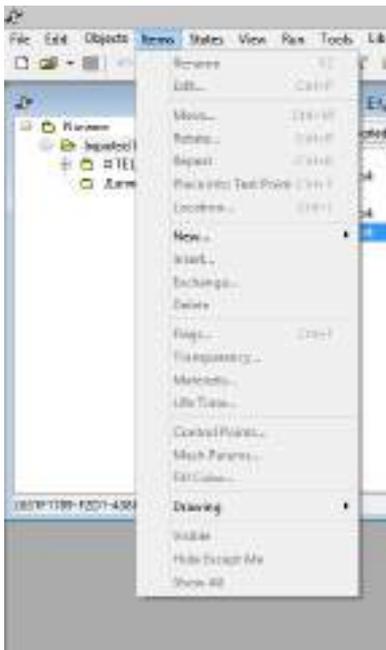
Команда **Clone** создает абсолютную копию выделенного объекта в БД.

- **Команда «Delete»**

Команда **Delete** удаляет выделенный объект из каталога БД. При удалении объекта из каталога он не удаляется из БД и из всех объектов, ссылающихся на этот объект.

Команды меню «Items»

Меню **Items** представлено на рисунке ниже



Это меню содержит команды управления элементами объекта. Команды активны при условии активности [окна геометрии](#) и адресуются выделенному элементу ГМ.

- **Команда «Rename»**

Переименовывает выделенный элемент объекта.

- **Команда «Edit»**

Редактирует выделенный элемент объекта.

- **Команда «Move»**

Перемещает выделенный элемент со всеми его подэлементами на произвольный вектор.

- **Команда «Rotate»**

Поворачивает выделенный элемент со всеми его подэлементами на произвольный угол вокруг одной из осей глобальной или локальной системы координат.

- **Команда «Repeat»**

Повторяет последнюю команду *Move* или *Rotate*.

- **Команда «Place into Test Point»**

Перемещает объект в точку, отмеченную в окне *Test*.

- **Команда «Location»**

Задаёт координаты элемента в главной системе координат.

- **Команда «New»**

Создаёт новый подэлемент и вставить его в выделенный элемент ГМ.

- **Команда «Insert»**

Выбирает в БД и вставляет подэлемент в выделенный элемент объекта.

- **Команда «Exchange»**

Перемещает выделенный элемент в другое место по иерархии.

- **Команда «Delete»**

Удаляет выбранный элемент ГМ.

- **Команда «Flags»**

Задаёт у выделенного элемента флаги управления процессом расчёта.

- **Команда «Material»**

Задаёт материал поверхности выделенного элемента.

- **Команда «Transparency»**

Задаёт прозрачность выбранного элемента ГМ.

- **Команда «Center of Gravity»**

Задаёт положение центра масс КА.

- **Команда «Life Time»**

Задаёт время нахождения объекта в выбранном состоянии.

- **Команда «Create Array»**

Создаёт массив элементов.

- **Команда «Control Points»**

Задаёт положение контрольных точек на поверхности примитива.

- **Команда «Mesh Params»**

Задаёт параметры генератора сеток данных.

- **Команда «Fill Color»**

Задаёт цвет, заливку и прозрачность элемента ГМ.

- **Команда «Drawing»**

Задание специальных режимов отрисовки геометрии КА (сетки, нормали и т.п.).

- **Команда «Visible»**

Переключатель видимости элемента на экране.

- **Команда «Hide Except Me»**

Гасит все элементы ГМ кроме выделенного.

- **Команда «Show All»**

Позволяет увидеть все элементы ГМ.

Более подробное описание команд меню *Items* см. в разделе [Работа с окном геометрии](#).