

## **Руководство**

# **«Программа расчета воздействия плазменных струй электроракетных двигателей на внешние поверхности космических аппаратов» Turbo DESIGN 20 – JET**

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Данное руководство предназначено для изучения основных приемов работы с пакетом программ TurboDESIGN 20.0-JET, 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 TurboDESIGN 20.0-JET

## Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	2
Глава 1. Знакомство с turboDESIGN 20.0 .....	4
1.1 Сведения о технических и программных средствах .....	4
1.2 Структура графического окна TDN 20.0 – JET .....	6
1. Главное окно программы .....	6
<b>1.1. Окно библиотеки</b> .....	<b>7</b>
<b>1.2. Окно простого объекта</b> .....	<b>8</b>
<b>1.3. Окно многовариантного объекта</b> .....	<b>9</b>
ГЛАВА 2. Практическое применение Turbo Design .....	11

## Глава 1. Знакомство с turboDESIGN 20.0

Пакет программ *TurboDESIGN 20.0 (TDN 20.0)* предназначен для проведения расчетов и анализа взаимодействия плазменных ракетных двигателей с поверхностями космических аппаратов. В нем решаются следующие задачи:

определение скорости эрозии поверхностей КА под действием струй электроракетных двигателей;  
определение скорости осаждения распыленного материала на поверхностях КА;  
определение параметров струй в различных точках поверхности КА.

Геометрический облик КА в *20.0* задается в виде набора примитивов, представляющих собой фрагменты поверхностей 1-го и 2-го порядка, таких как прямоугольник, треугольник, диск, сфера, конус, параболоид и т.п. Все элементы объекта образуют иерархическую структуру практически 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 *TDN 20.0* 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.

### 1.1 Сведения о технических и программных средствах.

Пакет программ TDN 20.0 - JET устанавливается на персональный компьютер (ПК). Параметры ПК должны быть не ниже приведенных в таблице 1. Для подготовки отчетных документов, содержащих графическую информацию по распределению уровней загрязнения (для каждого уровня – свой цвет), ПК должен быть укомплектован цветным лазерным принтером

Таблица 1 – Минимальный состав аппаратных и программных средств

Наименование параметра	Значение
Операционная система	Microsoft Windows XP®, Vista®, 7®
Процессор	Pentium-IV

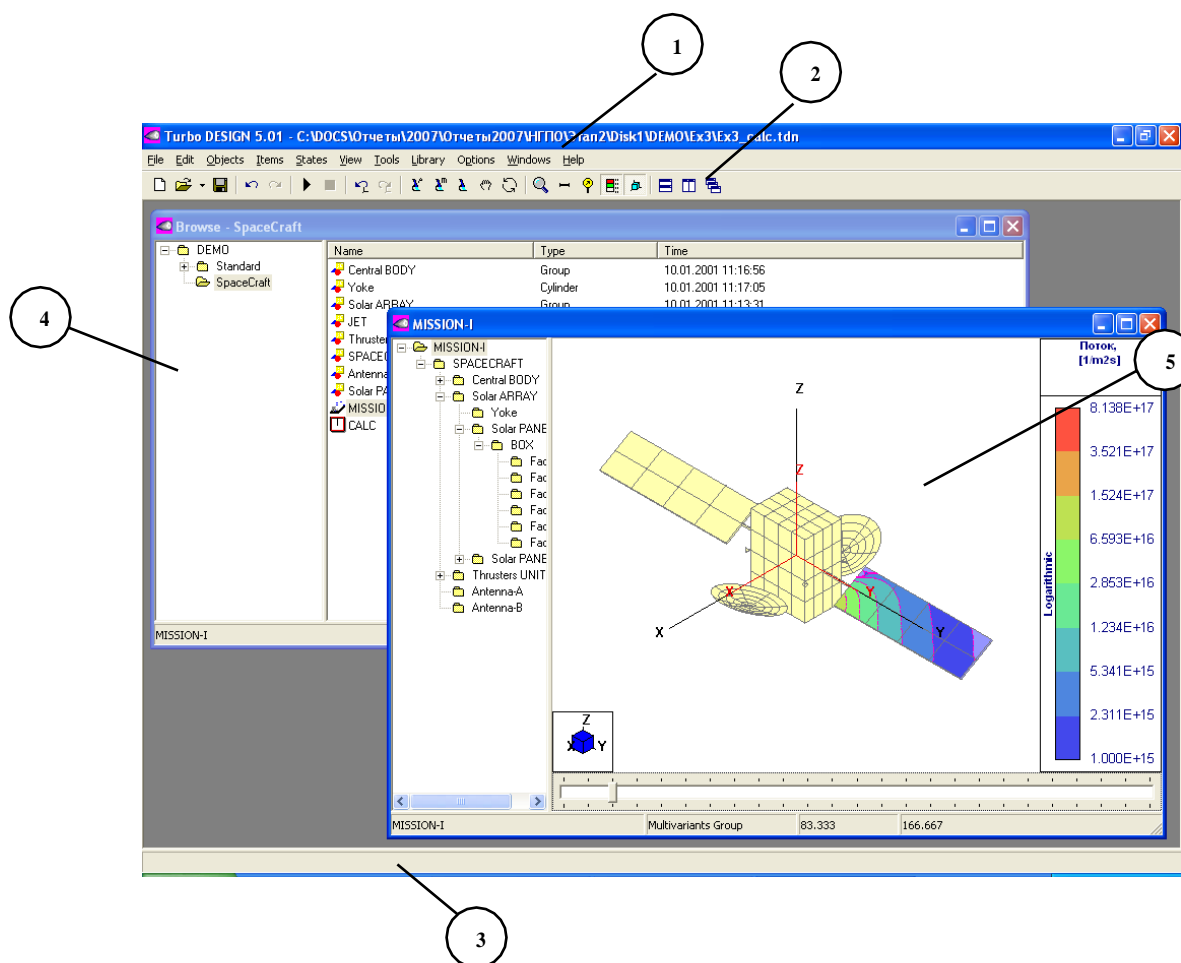
Частота процессора, ГГц	3
Оперативная память, Гб	2
Видеопамять, Мб	512
Жесткий диск, Гб	500
Графический адаптер	GeForce GTX 560 (или аналогичные)
Монитор: <ul style="list-style-type: none"> <li>- диагональ</li> <li>- тип</li> <li>- разрешение</li> </ul>	21'' – 23'' TFT 1280x1024
Принтер	Цветной, лазерный

## 1.2 Структура графического окна TDN 20.0 – JET

В данном разделе приведено описание элементов интерфейса пакета программ *TurboDESIGN 20.0 (TDN 20.0)*. Здесь вы сможете узнать о назначении команд меню, различных окон и расположенных на них элементов управления, а также о способах управления программой.

### 1. Главное окно программы

Главное окно программы содержит стандартные элементы управления, такие как Меню (1), Панель управления (2), Строку состояния (3), а также окна библиотеки (4) для отображения объектов базы данных и окна объектов (5) для отображения геометрической модели КА.



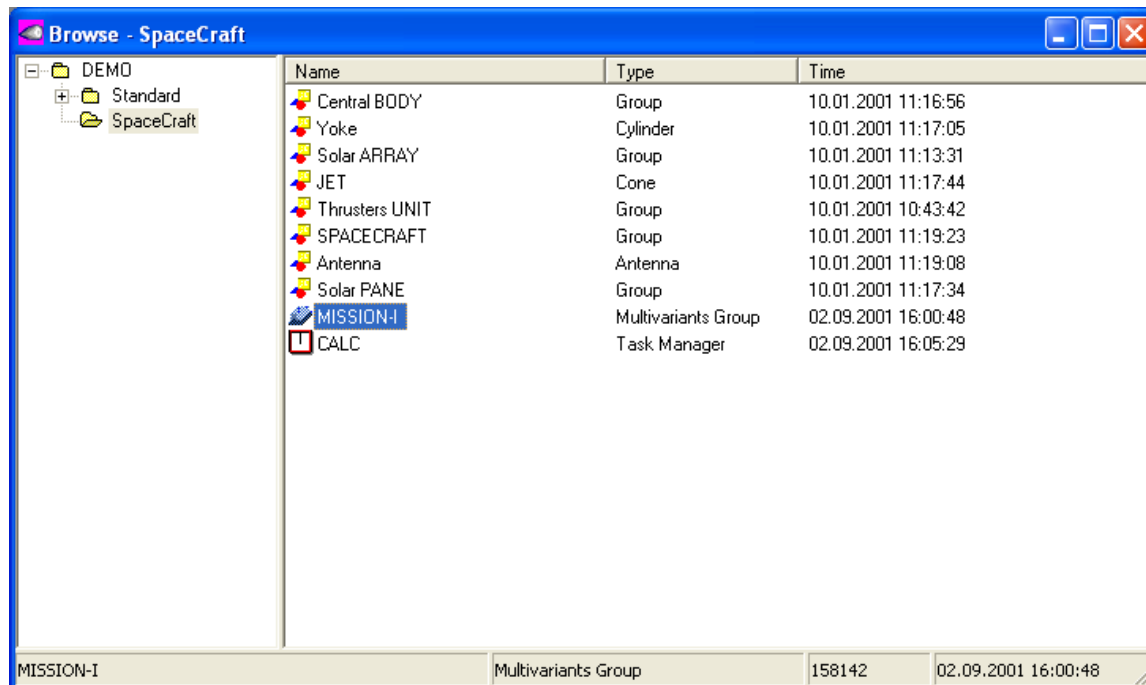
Окно библиотеки открывается после выбора файла базы данных (файлы с расширением \*.tdn) и содержит иерархический список всех объектов БД, включая геометрию КА, описания материалов, двигателей и т.п. Это окно позволяет управлять БД, создавать новые объекты и удалять не нужные.

Окно объекта (одно или многовариантное) содержит в левой части структуру объекта (множество элементов), а в правой – трехмерное изображение объекта (КА). В этом окне производится задание свойств элементов и отображение результатов

расчета.

### 1.1. Окно библиотеки

Окно библиотеки имеет две панели – правую и левую, и строку состояния в нижней части окна.



На левой панели отображается структура каталога Базы Данных. На правой – содержание текущего каталога. В строке состояния отображаются следующие параметры выделенного объекта:

- имя объекта
- тип объекта
- идентификатор объекта
- время последнего изменения объекта

При работе с окном библиотеки доступны следующие команды управления:

Команды редактирования (*Menu/Edit*)

Команды управления библиотекой (*Menu/Library*)

Для любого объекта, выделенного в текущей директории, может быть открыто окно, соответствующее типу выбранного объекта. Для этого надо нажать на **Enter** или дважды щелкнуть мышкой на нужном объекте. Повторное выполнение этой команды для того же объекта приведет к открытию еще одного окна.

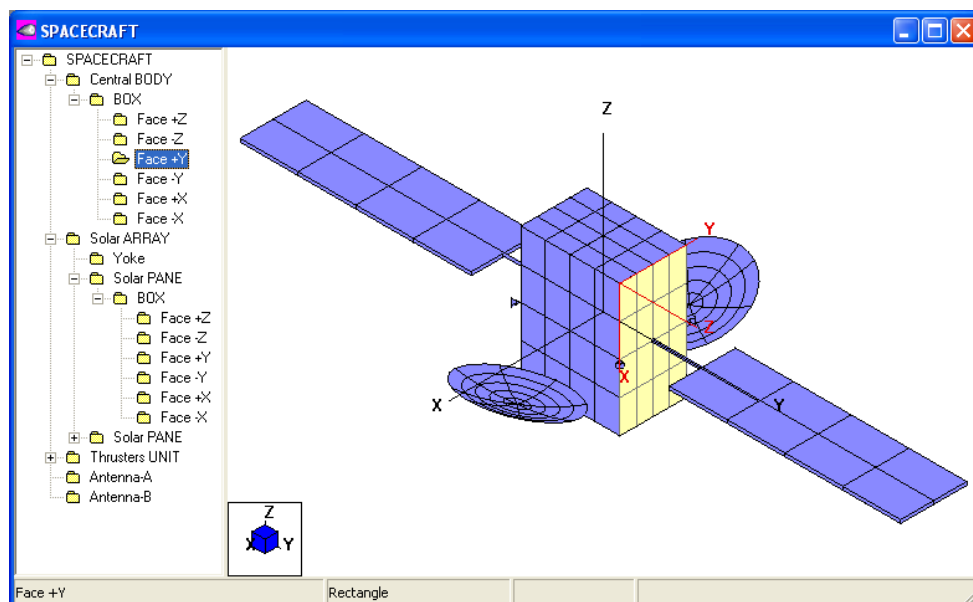
Для создания объекта подайте команду *Objects/New*, выберите тип объекта в появившемся диалоговом окне *New Object* и нажмите ОК. При этом откроется окно

редактирования объекта, в котором необходимо задать имя объекта и его свойства.

## 1.2. Окно простого объекта

Это окно предназначено для визуализации геометрической модели КА и результатов расчета. В нем Вы можете в интерактивном режиме формировать геометрию объекта, задавать свойства отдельных элементов и целых групп, просматривать результаты расчетов. Имеются средства для поворота образа КА, масштабирования и автомасштабирования, для задания диапазонов и типа шкалы отображения данных, имеются также переключатели проекций, режимов отображения, редактор палитры отображения результатов и ряд других сервисных функций.

Это окно позволяет отображать простые объекты, имеющие единственное состояние. В иерархии классов эти объекты типа *Group* или *Geometrical primitives 2D, 3D*.



Основными элементами данного окна являются:

*Селектор* - содержит иерархический список элементов объекта.

*Панель объекта* - содержит графический образ объекта

*Панель системы координат* - содержит изображение главной системы координат объекта

*Цветовая шкала* - содержит информацию об отображаемых в настоящий момент данных

*Строка состояния* - отображает информацию о выделенном элементе

Для работы с окном простого объекта используются следующие группы команд:

- Команды управления объектом (*Menu/Items*)



- Команды управления отображением объекта (*Menu/View*)
- Команды вывода графической и числовой информации (*Menu/File*)
- Команды управления БД (*Menu/Edit*)

Выделить элемент объекта можно, кликнув на нем мышкой в селекторе или сделав двойной щелчок мышки над поверхностью этого элемента в панели объекта.

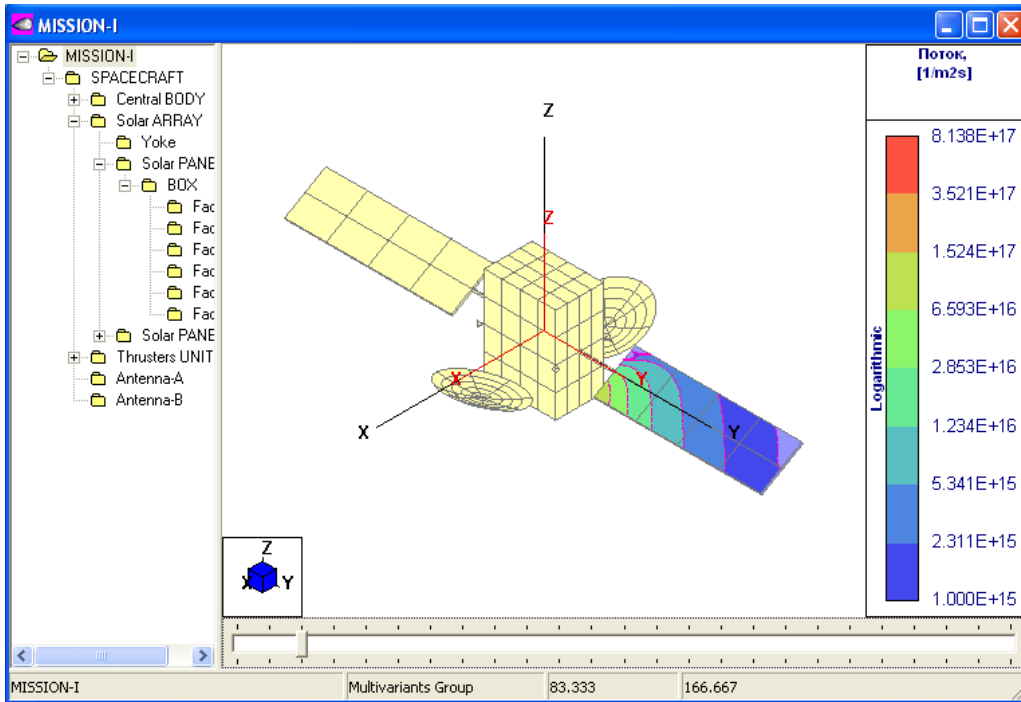
Задание свойств выделенного элемента осуществляется командами всплывающего (*PopUp*) меню, которое появляется при нажатии правой кнопки мышки на селекторе или на панели объекта. Расширенный набор команд управления свойствами элементов расположен в меню *Items/Propertyes*.

Технология задания геометрии и свойств элементов КА достаточно проста. Вначале Вы создаете объект нужного типа в Базе Данных, используя команду меню *Objects/New*, или просто загружаете ранее созданный объект из БД, установив на него курсор и нажав клавишу **ENTER**. После этого приступаете к редактированию. Для этого Вы имеете возможность вставлять или удалять элементы объекта, изменять их положение, задавать свойства элементов. Все Ваши команды будут адресованы только одному элементу иерархии. Этот элемент называется выделенным или активным. При вставке нового элемента он добавляется в группу подэлементов выделенного элемента, при удалении происходит удаление выделенного элемента и всех его подэлементов, при повороте или перемещении происходит изменение положения выделенного элемента и всех его подэлементов как единого целого. При задании свойств элементов Вы можете эффективно использовать механизмы наследования.

Каждое изменение объекта (вставка, удаление, поворот, определение свойств и т.д.) записывается в базу данных автоматически. При этом нет необходимости сохранять изменения, что обычно делается в других программах. Такое решение позволяет пользователю не опасаться, что случайная ошибка приведет к непоправимым последствиям. Имеется эффективная и надежная система управления транзакциями, которая обеспечивает отмену и восстановление практически любого количества введенных команд. Причем не только во время одного сеанса работы, но и за все время работы с БД.

### **1.3. Окно многовариантного объекта**

Данное окно служит для управления многовариантными объектами. По сравнению с окнами простых объектов, это окно дополнено линейкой состояний объектов и набором команд управления состояний *Menu/Statets*. Кроме того, имеется возможность автоматически просмотреть все состояния объекта используя эффект анимации.



В строке состояния выводятся название объекта, выделенного элемента, время нахождения в текущем состоянии и полное время от начального до текущего состояния. Время жизни состояния задается командой *Items/Propertyes/LifeTime*.

Для создания многовариантного объекта подайте команду *Objects/New*, и выберите тип объекта *Multivariants Group* в появившемся диалоговом окне *New Object* и нажмите ОК. При этом откроется окно редактирования группы, в котором необходимо задать имя объекта и его свойства. После создания группы в нее вставляется обычный объект (например, геометрия КА) и задается множество его состояний.

Для управления набором состояний объекта используются команды меню *Menu/States*. Команды этой группы позволяют добавлять и удалять одно или несколько состояний объекта в различных вариантах.

Команды поворота и перемещения элементов в многовариантном окне имеют дополнительные элементы управления для задания диапазона состояний.

Свойства и состав объекта, заданные в начальных состояниях наследуются последующими состояниями объекта.

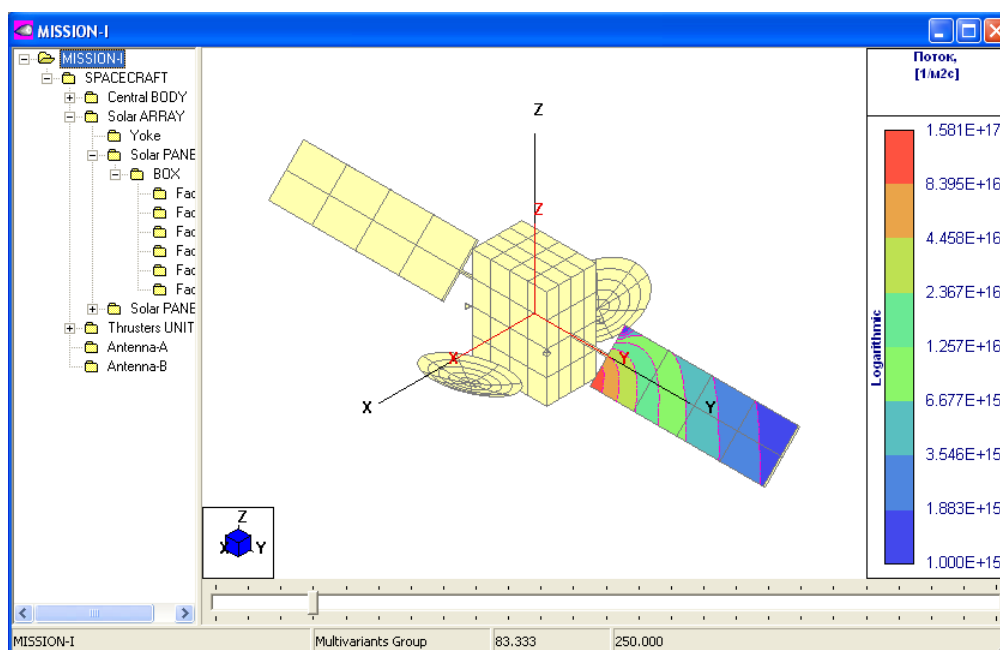
## ГЛАВА 2. Практическое применение Turbo Design

В этом примере описан полноразмерный КА (*Mission-1*) и описан объект *CALC* для проведения расчетов (в целях экономии дискового пространства расчеты не проведены). При запуске *CALC* проводятся расчеты всех возможных задач, определенных в *TDN 20.0*.

Время проведения расчета на PC P-III 1.3GHz, RAM-512MB составляет около 30 минут, размер файла базы данных с результатами расчетов – 5 МБ (при включенном режиме паковки данных). После паковки, размер файла базы данных уменьшился до 4 МБ за счет исключения временных версий объектов. Время паковки – менее 1 минуты.

После проведения расчетов рекомендуется вычислить интегралы и средние значения скорости распыления и скорости осаждения. Для этого выделите элемент «Solar PANE (1)», перейдите в меню Tools и подайте команду *Integral*. Выберите в появившемся окне свойство «Скорость распыления – [А/час]» и нажмите кнопку ОК. В результате будет выполнено интегрирование и получено новое свойство – «Эрозия – [м]».

Для наглядности, выделите элемент *Face+Y* корпуса КА и просмотрите данные по осаждению и загрязнению его поверхности.



Подробное руководство по эксплуатации программного комплекса поставляется вместе с дистрибутивом. Для уточнения информации по покупке программы посетите сайт разработчика <https://ctt.mai.ru/services/programmnye-produkty/>