

Технология нисходящего проектирования изделий РКТ, основанная на решениях компании PTC

Систем автоматизированного проектирования достаточно много. Они делятся на классы по возможностям, ценовым категориям, областям применения. Однако недостаточно выбрать САПР, подходящую под потребности конкретного предприятия, быть хорошо технически оснащенным, иметь развитую информационную систему, иметь навыки работы в системе. Для ее полноценного использования, тем более в достаточно больших проектах с большим количеством разработчиков, необходима прежде всего технология разработки и обеспечение ее поддержки на уровне программной реализации, а не просто набора нормативных документов, хотя и без них обойтись тоже нельзя.

В данной статье идет речь о подобной технологии, а именно о технологии нисходящего проектирования с поддержкой программной реализации на уровне системы автоматизированного проектирования Creo Elements/Pro и системы управления инженерными данными Windchill компании PTC.

Качественное и своевременное выполнение новых проектов в условиях единого информационного пространства предприятия становится невозможным без использования четкой и хорошо отлаженной технологии, к числу которых относится технология нисходящего проектирования, тем более если речь идет о создании конструктивно сложных изделий ракетно-космической техники (РКТ).

Перед тем как начать краткое изложение данной технологии, которая начинает успешно применяться во ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс»,

скажем пару слов и о зеркальной «сестре» данной технологии, дабы не возникло ощущения, что авторы делают вид, что ее не существует. Восходящее проектирование, когда разработка идет снизу вверх, от конечных деталей, которые потом собираются в сборку и так пока все изделие не будет спроектировано, а самое главное собрано в электронном виде, тоже имеет примеры использования на предприятии. Такой подход разумен при воссоздании уже готового изделия, которое было создано ранее, где первоначальные стадии проектирования уже давно пройдены и имеется необходимость воссоздать их в электронном виде.

К ключевым положительным моментам использования технологии нисходящего проектирования можно отнести следующее:

- ▶ Стадийность проработки – проработка концепции на стадии эскизного проекта, декомпозиция проектной задачи, детальная проработка на стадии рабочего проекта.
- ▶ Возможность организации параллельной (автономной) работы подразделений и специалистов за счет использования в качестве ТЗ общей привязочной геометрии, распределяемой через структуру каркасных моделей (скелетонов).
- ▶ Возможность осуществления контроля над привязками и управления потоком информации в рамках проекта.
- ▶ Возможность быстрого обновления состояния привязочной геометрии в рабочих группах при изменении начальных условий проекта.



Рис. 1. Ракета-носитель «Союз-2-1В»

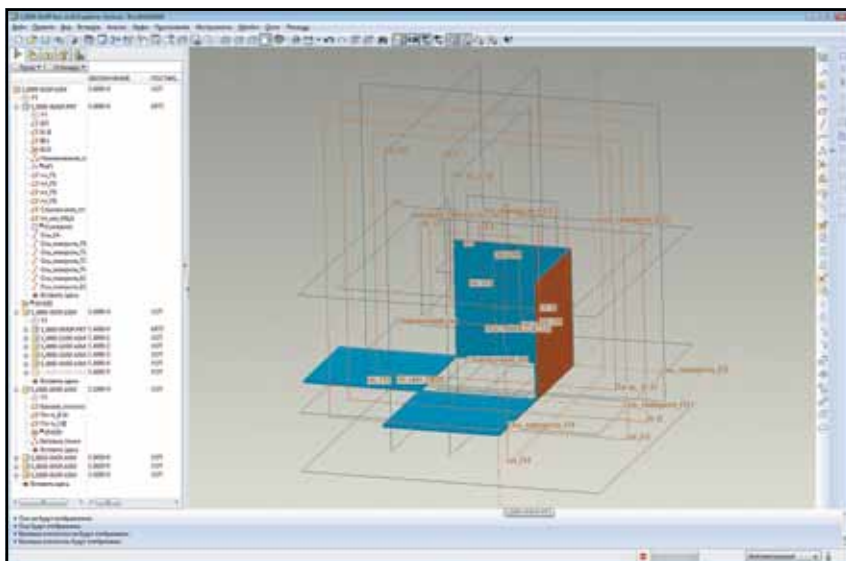


Рис. 2. Управляющая структура

При использовании нисходящего проектирования имеется возможность по-настоящему решать одну из важных задач при разработке всего нового – это поиск инженерных решений, которые должны в итоге лечь в основу вновь разрабатываемого изделия. Конструкторская же документация в сложившемся о ней представлении является лишь итогом проектирования неким итоговым протоколом разработки, а не целью и главным результатом.

Использование нисходящего проектирования предусматривает создание многоуровневой управляющей структуры (рис. 2), содержащей всю основную геометрию и базовые параметры проектируемого изделия. В основе управляющей структуры лежат модели мастер-геометрии (скелетоны). Данные из мастер-геометрии верхнего уровня передаются (наследуются) на нижестоящий уровень и дополняются уточняющей геометрией, позволяя, таким образом, сформировать концептуальную схему проектируемого изделия. Разветвленная схема управляющей структуры дает возможность организовать параллельную работу разных под-

разделений проектантов и конструкторов. Заключительным этапом является создание реальных конструкторских моделей деталей и узлов со ссылками на мастер-геометрию и выпуск конструкторской документации.

Перейдем к более детальному описанию схемы проекта. В основе схемы заложено разделение управляющей структуры и конструкторской сборки изделия. Это позволяет в одни и те же модели управляющей структуры заложить разные варианты или модификации изделия. Также это разделение позволяет сделать управляющую структуру полностью независимой от схемы уз-

лования изделия. Фактически, управляющая структура является местом упрощенных проработок, и схема ее деления на под сборки может значительно отличаться от финальной схемы узлового конструкторской сборки изделия уже полностью отвечает планируемой структуре изделия.

При разработке проекта по данной схеме весь проект разбивается на три отдельные части:

1. Управляющая сборка проектанта (УСП).
2. Управляющая сборка конструктора (УСК).
3. Конструкторская сборка изделия.

Первые две части относятся к управляющей структуре, третья – финальная конструкторская сборка изделия, уже к конкретной модификации. Эти сборки не являются подсборками друг друга и существуют отдельно. Управляющие сборки в основном состоят из файлов мастер-геометрии, в которых разработчики создают контрольную геометрию. Для простоты на схеме (рис. 3) показаны одноуровневые сборки. Реальный проект значительно более разветвленный, чем показан на схеме. Однако данная упрощенная схема в целом отражает идею нисходящего проектирования.

Разработка проекта начинается с создания УСП проектными



Рис. 3. Структура проекта

подразделениями. В файлах мастер-геометрии проектанта они закладывают основной облик изделия. Создаются теоретические обводы всего изделия, определяются основные силовые элементы будущей конструкции и разрабатывается компоновка основных узлов и агрегатов. На данном этапе геометрические построения, как правило, несложные, но важно эти построения сделать в единой, удобной и понятной всем форме для дальнейшего использования.

Далее конструкторские подразделения, при подключении к разработке проекта для создания своей обстановки в УСК, используют УСП, копируя геометрические данные из файлов мастер-геометрии проектантов (МГП). Проектанты могут в своих моделях в одном файле описать конструкцию целого отсека или нескольких узлов, поэтому конструктор должны копировать только ту часть геометрии, которая им необходима для разработки конкретного узла. На основании скопированной геометрии конструктор разрабатывают мастер-геометрию на узел. На последующих стадиях разработки конструктор передает элементы геометрии, отвечающие за отдельную деталь, в конструкторскую сборку изделия, в файлы моделей соответствующих деталей. Таким образом, в файле детали появляется вся необходимая геометрия

для создания этой детали. Система координат детали будет располагаться в системе координат изделия, что позволяет автоматически установить деталь в необходимое место в сборке.

Таким образом, конструктора создают и управляющую сборку конструктора, и конструкторскую сборку изделия. В управляющей сборке они прорабатывают конструкцию, размечают места крепежа, прорисовывают места стыковки деталей. В конструкторской сборке – создают модели деталей и размещают их в необходимые места в соответствии со схемой узлового изделия. При этом реализуется самый главный принцип нисходящего проектирования – геометрическая информация, однажды появившись в проекте, больше не воссоздается в трехмерном виде, а постоянно передается сверху-вниз, от общей компоновки изделия до модели детали. Этим исключается возможность опечатки или разночтений между разработчиками разных уровней.

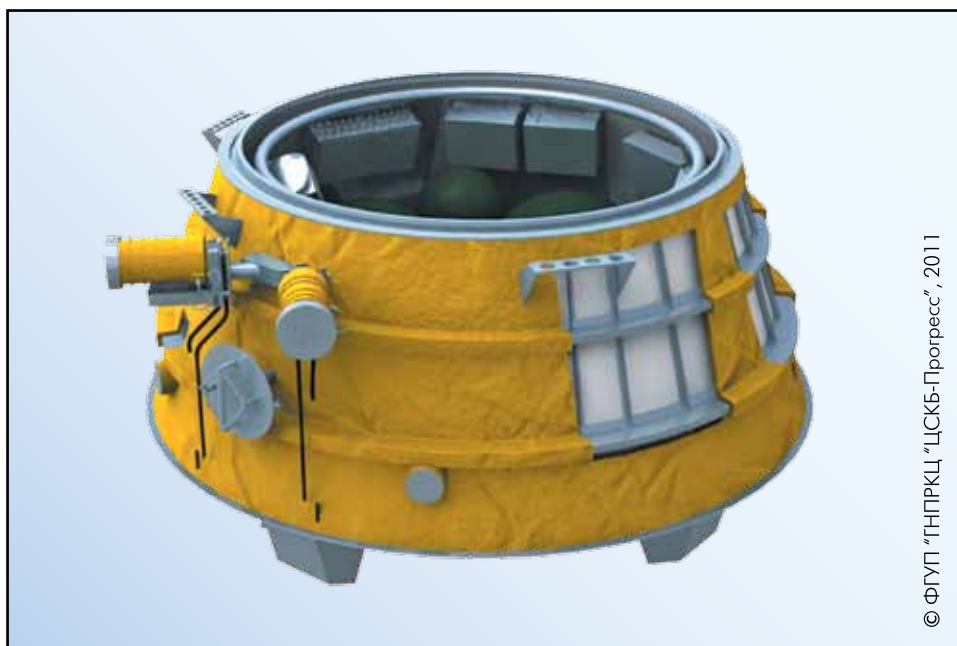
В файлах мастер-геометрий проектантов и конструкторов можно заложить данные для разных модификаций изделия. Так как большая часть изделия будет одинаковой в разных модификациях, то работа по созданию новой модификации значительно упростится. При создании новой модификации

сначала необходимо добавить новые данные в файлы мастер-геометрии, затем скопировать конструкторскую сборку изделия под другим именем, откорректировать атрибуты и внести изменения новой модификации в модели деталей. Конструкторские сборки разных модификаций изделия будут полностью независимы друг от друга, но контролироваться будут едиными файлами мастер-геометрии.

После создания окончательной геометрии конструкторских деталей можно приступать к созданию чертежей на детали. Важно обеспечить создание 2D-деталей и сборок на основе созданных в процессе разработки 3D-представлений, а также ассоциативность созданных моделей деталей и сборок. Все необходимые данные, вносимые обычно в чертежи, должны присутствовать в моделях в виде аннотаций. При создании чертежей все аннотационные размеры и заметки автоматически переносятся в чертежные виды.

Несомненно то, что реально описание технологии значительно сложнее и более емкое по своему содержанию. В данной статье изложены лишь общие принципы и идеи. Самое главное, что технология нисходящего проектирования – это не только теоретические тезисы и нормативное описание, что, кто, в какой последовательности должен делать, а имеет свою программную реализацию, зашитую в логику работы стандартного программного обеспечения. Имеются специальные классы объектов, инструменты.

Для ФГУП «ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» технология нисходящего проектирования поэтапно становится стандартом предприятия, ключевым направлением автоматизации конструкторско-технологической подготовки изделий РКТ. Уже созданы нормативные и регламентирующие документы, определяющие основные требования, нормы и правила выполнения разработок по технологии нисходящего проектирования в системах Creo



© ФГУП «ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс», 2011

Рис. 4. Блок выведения «Волга»

Elements/Pro и Windchill. Созданы также базы стандартных и унифицированных изделий, проведено обучение специалистов предприятия и получены необходимые навыки в работе. Но главное, технология отработана при разработке реальных объектов (хвостовой отсек ракеты-носителя легкого класса "Союз-2-1В" (рис. 1), блок выведения "Волга" (рис. 4), маломассогабаритный космический аппарат "Сервал" (рис. 5)) и используется в настоящее время при разработке космического аппарата "Обзор-Р".

Проектирование РКТ с использованием технологии нисходящего проектирования это:

- ▶ повышение качества разрабатываемого изделия;
- ▶ возможность параллельной работы коллективов и специалистов;
- ▶ управление системой на уровне копий геометрий и привязки геометрических построений;

- ▶ построение модификаций изделия с меньшими затратами.
- Во ФГУП "ГНПРКЦ "ЦСКБ-Прогресс" уверены, что, освоив данную технологию, предприятие выйдет на новый, более качественный уровень разработок и сумеет приумножить свои достижения и

страны в целом в области космического машиностроения и освоения космоса.

**А. Н. Филатов,
К. В. Стерликов,
С. М. Микушкина,
ФГУП "ГНПРКЦ "ЦСКБ-Прогресс"**

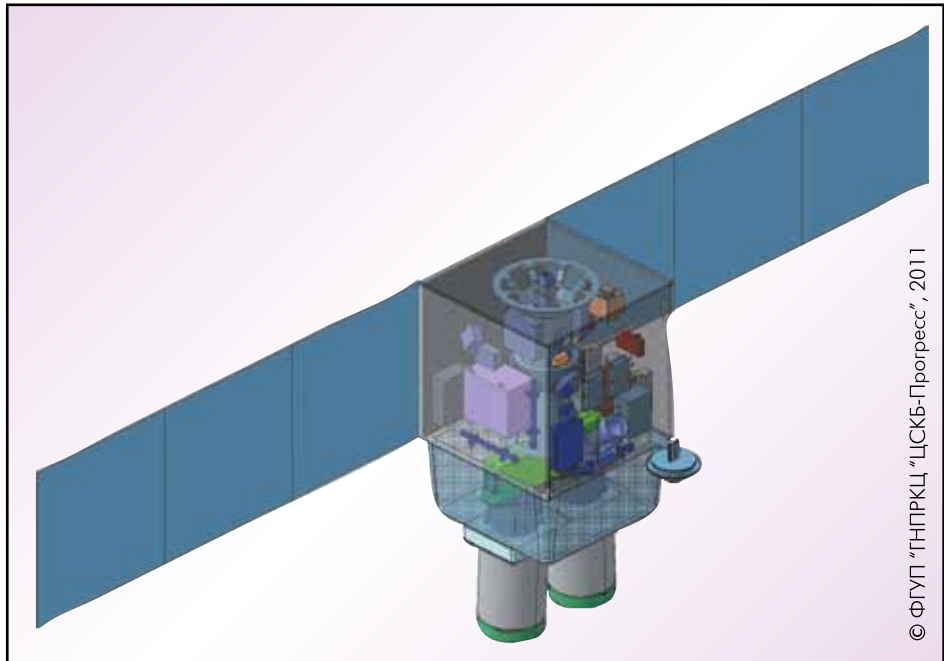


Рис. 5. Маломассогабаритный космический аппарат "Сервал"

© ФГУП "ГНПРКЦ "ЦСКБ-Прогресс", 2011

PLM
ФОРУМ
IMDS-2013

PLM-ФОРУМ IMDS-2013

**УПРАВЛЕНИЕ
ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ
ИЗДЕЛИЙ СУДОСТРОЕНИЯ
ИНФОРМАЦИОННАЯ
ПОДДЕРЖКА**

5 июля 2013 года
Санкт-Петербург

Оргкомитет:
Тел./ Факс: + 7 (812) 355-1184,
тел. +7(812) 935-3248
e-mail: info@marinconf.ru;
www.marinconf.ru

Информационный центр
MARINCONF
<http://www.marinconf.ru>

512

ВСЕГДА НА ВЫСОТЕ ★

МАКС

2013

МОСКВА
ЖУКОВСКИЙ
27.08 – 01.09

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКИЙ
САЛОН



Международный авиационно-космический салон МАКС заслуженно занял ведущее место в ряду крупнейших мировых авиа-форумов. Главная цель проведения МАКС – демонстрация российских высоких технологий и открытости внутреннего рынка России для совместных проектов с зарубежными партнерами.

WWW.AVIASALON.COM