

## Проектирование космических аппаратов с использованием 3D моделирования

Кухарев А.С., Доржиева С.Б.

Научный руководитель: Костюченко Т.Г., к.т.н., доцент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: andrei050495@mail.ru

В настоящее время моделирование постепенно становится одним из основных инструментов создания сложных инженерных объектов. Наиболее выражена эта тенденция в космической отрасли, так как космические системы, как правило, чрезвычайно сложны и дорогостоящи и требуют, с одной стороны, тщательной отработки и обеспечения максимальной надежности, с другой — экономии средств.

При проектировании космических аппаратов особую роль играет трехмерное моделирование конструкции и компоновки – это экономически эффективно и позволяет получить первые результаты непосредственно с самого начала моделирования.

Создание космических аппаратов представляет собой очень сложный процесс, что связано с множеством самых разнообразных и трудно формализуемых факторов.

На начальном этапе проектирования космического аппарата, как правило, имеется ограниченный набор исходных данных. Но за время существования космической отрасли накоплен большой теоретический и практический материал, позволяющий построить компьютерные модели, описывающие состав бортовых систем и конструкцию космического аппарата с любой степенью точности [1].

Так как построение физической модели будущего космического аппарата представляет собой сложный и долгий по времени процесс, то целесообразным является построение компьютерной модели в системах автоматизированного проектирования. Это дает возможность, во-первых, визуально представить космический аппарат, во-вторых, можно исследовать конструкцию на предмет эксплуатационных характеристик. Такими характеристиками являются прочность, надежность, материал, подъемная сила космического аппарата и другие. Модель позволяет учесть влияние таких внешних факторов, как состояние перегрузки, вибрационное воздействие, тепловое и радиационное излучение и других.

Сам процесс проектирования космического аппарата тоже довольно длительный и дорогостоящий. И поэтому с помощью систем автоматизированного проектирования есть возможность в процессе проектирования и разработки космического аппарата создать трехмерные модели до начала изготовления деталей. Значительный объем задач макетирования возможно реализовать на 3D-модели изделия. САПР имеют специализированные инструменты для выполнения моделей с учетом технологических и прочих особенностей. Применение этих инструментов существенно снижает объем модели и повышает удобство работы с ней. Это позволяет выявить ошибки и недоработки на более ранних этапах, а, следовательно, уменьшает общее время изготовления изделия.

Исходя из условий обеспечения выполнения задач макетирования, к электронной модели изделия можно предъявить следующие требования:

- 3D-модель должна максимально соответствовать конструкторской документации. К сожалению, добиться полного соответствия очень трудно по той причине, что при разработке трехмерной модели по различным причинам допускаются допущения и некоторые отличия;
- создание модели должно осуществляться с помощью одной САД-системы с использованием единой системы управления инженерными данными. Возможно создание отдельных узлов и блоков в различных САД-системах с последующим конвертированием моделей;
- модели подвижных элементов должны позволять отображать их штатное срабатывание;

- помимо приборов, агрегатов и систем должны быть смоделированы технологические процессы их установки в изделие в тех случаях, когда большие габариты и масса приборов, агрегатов, систем, минимальные зазоры в зонах установки или отсутствие возможности визуального контроля переводят технологические процессы в разряд критических;
- при моделировании технологических процессов должны быть созданы модели технологического оборудования в случае его применения при монтаже приборов, агрегатов и систем;
- трехмерная модель изделия должна позволять отображать разборку его на модули и агрегаты. При этом создаваемые материалы могут войти в эксплуатационную документацию, в частности в интерактивные электронные технические руководства.

На рис. 1 приведена 3D модель лунного ровера, который обеспечивает посадку и работу на поверхности Луны. На рис. 2 представлен комплекс, спроектированный в САД-системе, обеспечивающий панорамную съемку на Луне.

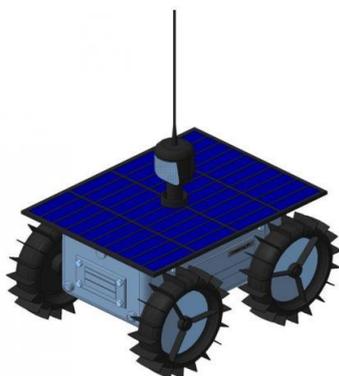


Рисунок 1 - 3D модель лунного ровера

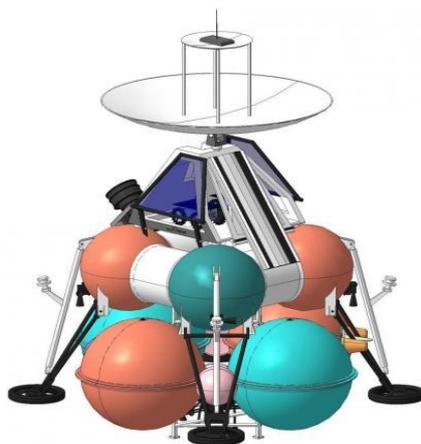


Рисунок 2 - 3D модель комплекса для панорамной съемки на Луне

#### Применение комплексного подхода в моделировании:

- сокращает срок разработки документации по изделию и уменьшает время ее согласования;
- эффективность моделирования пропорциональна приложенным усилиям;
- применение визуализации моделирования операций над изделием повышает эффективность взаимодействия подразделений при разработке документации;
- создание модели сокращает сроки макетно-конструкторских испытаний [2].

Таким образом, применение трехмерного моделирования при проектировании космических аппаратов экономически эффективно, позволяет устранить ошибки

проектирования на ранних этапах, сокращает сроки проектирования и изготовления аппаратов.

Список литературы:

1. Гуцин В.Н. Основы устройства космических аппаратов. М., Машиностроение, 2003. – 272 с.
2. Журнал «САПР и графика»<sup>1</sup>. Особенности процесса создания трехмерной модели конструкции космического аппарата дистанционного зондирования. [Электронный ресурс] – URL: <http://www.sapr.ru/article.aspx?id=22132&iid=1013>, режим доступа - свободный.

### **Способ автоматизированного проектирования ТП механической обработки деталей с использованием объектного представления данных**

Лапига А.С.

Научный руководитель: Выслоух С.П., к.т.н., доцент

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

03056, Украина, г. Киев, пр. Победы, 37

E-mail: [lapiga.alex@gmail.com](mailto:lapiga.alex@gmail.com)

Современные автоматизированные системы проектирования технологических процессов (ТП) механической обработки деталей основываются на обработке данных, введенных пользователем, либо полученных из базы данных. Технологический процесс является сложным для формализации, поскольку для его проектирования необходимо учитывать множество факторов, таких, как условия производства, возможности оборудования, сложность детали и т.п. Для каких-то единичных случаев можно создать такую систему автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП), в которой будут жестко заложены алгоритмы проектирования технологических операций. Но такая САПР ТП будет иметь ограниченное применение, а любое изменения условий производства приведет к необходимости программно реализовывать новые алгоритмы проектирования, что равнозначно созданию новой САПР ТП для новых условий производства. Поэтому важно создать такую САПР ТП, которая будет гибкой и позволит минимизировать участие пользователя-проектировщика в разработке ТП. Проектируя ТП механической обработки детали в ручном режиме или с помощью низкоуровневой САПР ТП в режиме диалога, инженер-технолог использует собственный опыт, определённые знания, правила и законы проектирования технологических процессов. Такой подход требует значительных затрат времени и соответствующей квалификации технолога-проектировщика. Поэтому разработка новых принципов, методик и алгоритмов для систем автоматизации проектирования технологических процессов является актуальной и перспективной задачей.

Чтобы повысить эффективность работы САПР ТП, нужно применить такой подход, в котором определенные правила проектирования будут заложены в систему не жестко и будет существовать возможность их изменения в зависимости от условий производства. Часто для сокращения времени проектирования на производствах используют групповые технологические процессы, т.е. ТП на конструкторски различные, но технологически однородные изделия. Проектирование технологии ведется для типового представителя или комплексной детали, которые концентрируют в себе характеристики типа или группы и заменяют собой всю совокупность деталей. Это упрощает процесс проектирования, который ведется по обычной методике, применимой для единичной технологии. Также иногда применяется модульная технология – вид технологии, основанной на представлении детали совокупностью модулей поверхностей (МП), построении технологического процесса детали из модулей технологического процесса изготовления (МТИ), которые являются законченными частями процесса по изготовлению МП [1]. В том или ином случае