

- плохая переносимость человеком условий космических полетов;
- отвлечение усилий и очень больших материальных средств человечества на военные программы;
- отсутствие конкретных и точных представлений о том, какие материальные внеземные ресурсы имеются в распоряжении человечества и как они могут быть использованы.

Интерес к таким прогнозам в настоящее время возрастает и объясняется тем, что в ближайшие десятилетия человечество намерено приступить к непосредственному изучению Луны в пилотируемых экспедициях на ее поверхности. Такие экспедиции могут быть как эпизодическими временными посещениями Луны, так и иметь характер постоянного наличия персонала на лунных базах. Во втором случае задача использования местных ресурсов Луны станет насущной потребностью.

Следует перечислить те факторы, которые могут способствовать будущим успехам в освоении внеземных ресурсов и которые могут помочь сбыться оптимистичным прогнозам:

- успехи в материаловедении;
- успехи в двигателестроении и в разработке новых двигателей;
- непрогнозируемые в настоящее время открытия и успехи фундаментальных и прикладных наук;
- прекращение гонки вооружений, сокращение военных расходов и перенацеливание военных расходов человечества на мирное освоение космоса;
- объединение усилий всех стран для освоения внеземных ресурсов.

Литература

- [1] Циолковский К.Э. Промышленное освоение космоса: сборник трудов. М.: Машиностроение, 1989. 190 с.
- [2] Космонавтика XXI века. Попытка прогноза развития до 2101 года / под ред. Б.Е. Чертока. М., РТСофт, 2010. 863 с.
- [3] Улубеков А.Т. Богатства внеземных ресурсов. М.: Знание, 1984. 256 с.
- [4] Буслаев С.П., Воронцов В.А, Графодатский О.С. О точности прогнозирования использования внеземных ресурсов // Идеи К.Э. Циолковского в контексте современного развития науки и техники: матер. 53-х Науч. чтений памяти К.Э. Циолковского. Калуга: Изд-во АКФ «Политоп», 2018. С. 324–325.

КОСМОНАВТИКА И СИСТЕМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ КОСМИЧЕСКИХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ С ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКОЙ ПО ВСЕМУ ЖИЗНЕННОМУ ЦИКЛУ

В.Д. Оноприенко

info@agat-roscosmos.ru

ФГУП «Организация «Агат», Москва

Сегодня содержание понятия системное проектирование связано с тремя основными процессами:

- синтезом мегаструктуры информационно-целевой системы;
- выбором технико-экономических решений;
- отображением результатов проектирования в виде совокупности документов, достаточной для разработки, серийного изготовления и создания системы.

Если при «ручном» проектировании эти три этапа органически связаны, то в автоматизированных системах проектирования имеет место довольно четкое процедурное (программное) их разделение.

Главным содержанием системного проектирования является синтез выбора технических решений, отвечающих требованиям к функционированию мегасистемы, а также ряду технологических и эксплуатационных требований. Переход на формальные методы автоматизированного проектирования в инженерной практике выдвинул ряд общих научных проблем, составляющих основу теории автоматизированного системного проектирования. В качестве основных можно назвать:

- методологическую проблему, связанную главным образом с формальной постановкой задачи системного проектирования;
- методы поиска рациональных и оптимальных технико-экономических решений;
- организацию вычислительных процессов, связанных с управлением и информационным обеспечением;
- взаимодействие проектных процедур и место пользователя в системе автоматизированного системного проектирования.

Все четыре проблемы взаимосвязаны, причем первая является определяющей. На ее основе можно развить основные принципы организации вычислительных процессов. Работа посвящена в основном аспектам первой из указанных проблем.

Методологически, с позиций формальных методов, проектирование ЛА (системы, процесса) следует рассматривать как совокупность двух основных задач: выбора структуры, или структурного синтеза, и выбора числовых значений параметров элементов данной структуры, или синтеза параметров. В этих терминах можно рассматривать проектирование практически любого объекта на любом этапе его создания.

В зависимости от типа проектируемого ЛА структура представляет собой ту или иную семантическую конструкцию, описывающую совокупность частей проектируемого ЛА и связей между ними. Полная совокупность элементов, с помощью которой может описываться ЛА данного класса, составляет базис структурного проектирования. В подобной форме структура представляет собой систему ЛА системного проектирования в реальном базисе.

Описание структуры может осуществляться в математической форме в виде совокупности операторов того или иного алгоритмического языка, т. е. создается алгоритм функционирования мегасистемы ЛА. В этом смысле можно говорить об абстрактном базисе структурного проектирования.

В системах автоматизированного проектирования (САПР) структура объекта в реальном базисе описывается, как правило, на специализированном языке, ориентированном на пользователя. Перевод этого описания в математическую модель осуществляется в таком случае специальными программами САПР. Базис проектирования и средства трансляции составляют основу программно-информационного обеспечения САПР.

Результатом структурного синтеза является выбор рациональной структуры. Ряд элементов структуры имеет метрические характеристики или параметры. К ним относятся конструкция, ДУ, СУ и т. д. Выбор числовых значений совокупности варьируемых параметров составляет предмет параметрического синтеза.

Рассмотренные задачи строятся на различных принципах и имеют различный аппарат проектирования.

При формировании структуры проектировщик имеет дело с формально неопределенными структурными связями, с неметрическими признаками элементов структуры, качественными критериями и неформальным описанием функционирования проектируемого объекта, а зачастую только с требованиями к его функционированию.

При синтезе параметров элементов предполагается, что структуры проектируемой системы и ее математические модели первоначально заданы и формально

определены. Параметры элементов имеют метрическое выражение. Задача в такой постановке сводится к поиску решений, удовлетворяющих метрическим критериям, что делает ее формально разрешимой.

На стадии системного проектирования отрабатываются алгоритмы работы ме-гасистемы в целом, т. е. концепция, стратегия применения, которые отображают определенные процессы в исследуемом объекте, необходимые для формирования структуры системы и методов управления. Математическая модель используется для математических экспериментов на ЭВМ, позволяющих выбрать значения параметров элементов системы.

Средства автоматизированного проектирования могут представлять проектировщику аппарат для смены (вариации) параметров или автоматического выбора (синтеза) параметров, удовлетворяющих заданным критериям (эффективность, стоимость, стоимость-эффективность, стоимость-время и стоимость-надежность).

На стадии функционального проектирования пользователю, как правило, предоставляются средства для формирования математической модели на основе описания структуры на проблемно-ориентированном языке в терминах базовых схемных элементов, принятых для функционального проектирования.

Сложные базовые элементы отображаются соответствующими библиотечными описаниями моделей. Библиотечные описания могут быть многоуровневыми, т. е. в них описание элементов более высокого уровня строится на основе описания элементов более низкого уровня, что обеспечивает возможность «крупноблочного» описания структуры объекта. При этом нижним уровнем базиса является элементная база проектирования, что создает предпосылки для перехода с функционального этапа на конструкторский без проведения дополнительных работ.

Математическая модель при функциональном проектировании отображает физические процессы (механику полета, баллистику, динамику полета и т. д.) протекающие в комплексах, системах и элементах, с различной степенью адекватности реальному физическому процессу в проектируемом объекте. На такой модели можно осуществлять все работы, связанные с выбором метрических параметров в «ручном» и автоматизированном режиме.

Результатом проектных работ этапа функционального проектирования является техническое решение в виде структуры (схемы) объекта с конкретным набором выбранных параметров (номиналов элементов схемы или других метрических характеристик), отвечающих заданным критериям системного проектирования.

На стадии технического проектирования ЛА характерными задачами являются синтез установочных параметров для конструкции, ДУ, СУ и синтез объекта в целом. Последний можно определить как особую задачу структурного синтеза, которая может решаться автоматизированными методами. Особенность ее заключается в том, что исходное описание объекта задает в явной и неявной форме структуру всех возможных каналов связи и взаимодействия. На этой избыточной структуре находится структура связей, отвечающая определенным конструкторско-технологическим, электрическим, электронным и гидродинамическим связям.

На стадии технологического системного проектирования определяется синтез технологических процессов в виде последовательно-временной структуры, элементами которой являются отдельные производственные операции обработки, сборки и контроля.

Выбор структуры в общем случае нельзя отнести к классу формально разрешаемых задач и составляет главное содержание структурной и функциональной творческой деятельности инженера. Формальные методы структурного синтеза могут разрабатываться лишь для узкого круга задач, в широком смысле эта задача сложно разрешима.