

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МНОГОВАРИАНТНОЙ ПОСТАНОВКИ И РЕШЕНИЯ ПРОЕКТНЫХ ЗАДАЧ

А.Н. Кирилин¹, Р.Н. Ахметов¹, В.И. Куренков², Н.Р. Стратилатов¹, В.И. Абрашкин¹,
А.С. Кучеров², С.Л. Сафронов¹, А.А. Якищик²

¹ ОАО «Ракетно-космический центр «Прогресс», Самара

²Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королёва
(национальный исследовательский университет)

kvi.48@mail.ru, alexandersk@mail.ru

В процессе начального этапа проектирования космических аппаратов (КА) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) возникает множество вопросов, связанных с уточнением и увязкой проектных параметров, которые должны обеспечивать выполнение основных целевых задач КА (периодичности наблюдения, линейного разрешения на местности, производительности съёмки, оперативности доставки видеoinформации на землю и др.). Уточнение и увязка проектных параметров КА связаны с изменением характеристик каких-либо элементов бортовых систем применительно к проектируемому КА, с необходимостью разработки новых элементов и др.

При уточнении и увязке проекта просматриваются две проблемы, которые приводят к затягиванию сроков формирования начального облика КА.

Во-первых, после каждого уточнения проекта должна быть проведена проверка по влиянию изменённых проектных параметров на целевые характеристики КА ДЗЗ и взаимовлияние различных изменений. В процессе проектирования иногда возвращаются к использованию заимствованных отработанных элементов. Другими словами, постоянно возникает множество новых проектных задач, которые невозможно заранее предвидеть и в связи с этим появляются трудности в формализации выбора проектных решений и автоматизации процесса.

Во-вторых, в настоящее время процесс уточнения и увязки проекта производится путём многочисленных итераций. Организационно и технологически это осуществляется путём прохождения изменённого проекта по подразделениям, специализирующимся по той или иной тематике. При этом для анализа каждого изменения необходимо предоставлять исходные данные для расчётов по частным задачам.

В настоящей работе предлагаются методический и организационный подходы, позволяющие снять указанные проблемы на начальном этапе выбора основных проектных характеристик КА ДЗЗ. Суть этих подходов сводится к следующему.

Во-первых, необходимо разработать автоматизированную систему, в которой можно было бы в интерактивном режиме изменять постановки проектных задач (что дано и что определить?), проводить уточнения проектных параметров и оперативно получать необходимые результаты для формирования проектных характеристик КА ДЗЗ.

Во-вторых, предлагается основные программные единицы, используемые в проектных подразделениях, специализирующихся по различным тематическим направлениям, интегрировать в единую систему с целью проведения оперативных оценок. При этом отпадает необходимость в разработке исходных данных для каждого частного случая уточнения проекта, ибо все исходные данные автоматически меняются в интегрированной системе в процессе каждого изменения.

Для автоматизации большинства проектных задач необходимо поставить задачу проектирования, иметь расчётные уравнения, задать исходные данные, разработать алгоритм решения и, наконец, разработать программное обеспечение. Однако для построения системы многовариантной постановки и решения задач такой подход не годится, так как при большом

числе параметров, более сотни, нереально построить заранее многочисленное количество алгоритмов, каждый из которых предназначен для решения задачи проектирования в частной постановке. В основе такого подхода к автоматизации лежит процедурное программирование.

Существует другой подход к автоматизации, в основу которого проложено не процедурное программирование. Из многочисленных аспектов этого вида программирования остановимся на проблемно-ориентированном программировании [1]. Суть работы проектанта (оператора) в системе, использующей такой вид программирования, заключается в следующем.

В компьютер вводятся отдельно переменные (которые участвуют в уравнениях расчёта параметров КА, бортовых систем и элементов – уравнениях связи) и сами уравнения связи. Оператор ставит задачу, а именно помечает переменные, которые являются исходными данными, и переменные, которые подлежат определению. В системе организована процедура определения корректности поставленной задачи (число неизвестных не должно быть менее количества уравнений связи). Если задача корректна, то в системе на основе специальных внутренних алгоритмов, использующих проблемно-ориентированное программирование (на основе теории графов), отыскивается последовательность решения уравнений связи и производится численное решение проектной задачи. При задании численных значений исходных данных система определяет численные значения выходных данных.

Точность решения с помощью автоматизированной системы зависит от точности используемых уравнений связи (моделей). Если модели абсолютно точны, то результат получается с точностью, обеспечиваемой компьютером. В проектных подразделениях в течение многих десятилетий используются и постоянно совершенствуются частные модели, которые можно считать адекватными. Поэтому следует ожидать получение адекватного результата от интегрированной автоматизированной системы, в которой используются такие модели.

В докладе на простом примере обеспечения старта с орбиты Земли к Марсу показана суть работы и построения проблемно-ориентированной системы проектирования. Решаются две альтернативные задачи:

- определение начальной массы разгонного блока при заданной массе полезной нагрузки;
- определение максимальной полезной нагрузки при заданной начальной массе разгонного блока.

Далее обсуждаются вопросы формализации решения данных задач с помощью теории графов и разработки программного обеспечения с целью решения произвольных проектных задач большой размерности.

Разработано соответствующее программное обеспечение, в котором, на основе разработанных и заимствованных моделей, можно ставить и решать многовариантные проектные задачи по выбору основных массогабаритных, инерционных и энергетических характеристик КА ДЗЗ.

Значимость данного нового направления исследований для науки заключается в том, что оптимизация основных проектных характеристик КА ДЗЗ осуществляется в неявной форме, без постановки задач математического программирования, в которых требуются построения целевых функций и функций ограничений. Здесь сразу реализуется так называемая «концепция точного попадания».

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ.

Список литературы

1. Друшляков Ю.И. Теоретические основы программирования: учебное пособие / Ю.И. Друшляков, И.В. Ежова. – М.: МАИ, 1986. – 60 с.