

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время происходит интенсивное освоение космического пространства, которое ведётся по широкой программе, включающей полёты как по околоземным орбитам, так и по траекториям к другим планетам Солнечной системы.

4 октября 1957 года в нашей стране был запущен первый искусственный спутник Земли, а к настоящему времени в космическом пространстве находится более 20000 искусственных небесных тел. основополагающие достижения в освоении космического пространства принадлежат Советскому Союзу: запуск первого ИСЗ, первый космический полёт человека, первый выход космонавта из корабля в открытое космическое пространство; первая экспериментальная орбитальная станция; первое достижение лунной поверхности, первый облёт Луны с фотографированием её обратной стороны, первая посадка на Луну автоматической станции и запуск первого искусственного спутника Луны, первый полёт к планете Солнечной системы и первые спуски в атмосфере Венеры контейнеров с научной аппаратурой. Сильно отстававшие в начале эры освоения космоса, США к концу 60-х годов также добились значительных успехов, из которых наиболее выдающимися являются получение фотографий поверхности Марса, первая высадка людей на поверхность Луны, первый полёт корабля многоцелевого использования.

Решением задач, связанных с реализацией космического полёта занимается научная дисциплина, которая имеет несколько названий: космическая баллистика, механика космического полёта, прикладная небесная механика, космодинамика, теория движения искусственных небесных тел, космонавтика и т.д. Все эти названия связаны со словом «космос».

Представляет интерес происхождение этого слова. Оказывается, «космос» по-гречески это украшение, порядок. Философы Древней Греции, начиная с Пифагора, понимали под словом «космос» Вселенную, рассматриваемую как упорядоченную гармоничную систему, в которой все

движения строго подчиняются извечным законам природы. В древнегреческой философии космос противопоставлялся хаосу – беспорядку, слепому случаю. В настоящее время под космосом понимают Вселенную, рассматриваемую как нечто единое, подчиняющееся общим законам. Слово «космос» имеет ещё одно значение, связанное с осуществлением давнишней мечты человечества о космических полётах. В таких терминах как «космический полёт» или «космонавтика» космос противопоставляется Земле. В современном понимании космос есть всё, что находится за пределами Земли и её атмосферы. Ближайшая и наиболее доступная исследованию область космического пространства – околоземное пространство. Говоря о космических исследованиях, чаще всего имеют в виду именно изучение околоземного пространства, которое иногда называется ближним космосом. Из многих задач космодинамики можно выделить следующие задачи [10]:

- 1) нахождение траектории космического аппарата (КА) по заданным его параметрам и программе движения (основная задача);
- 2) проектирование траектории КА;
- 3) анализ влияния параметров КА на его траекторию;
- 4) анализ влияния возмущающих факторов на траекторию КА;
- 5) анализ управления движения КА.

Остановимся на краткой характеристике этих задач.

1) При решении основной задачи по известным параметрам КА и заданной программе движения требуется определить программную траекторию КА и кинематические характеристики, определяющие положения КА относительно планет, Солнца, измерительных пунктов и т.д.

2) Задача проектирования траектории КА состоит в выборе программы движения КА, которая обеспечивает для заданного КА выполнение заданной транспортной задачи: попадание в окрестность планеты-цели, переход на заданную конечную орбиту и т.д.. При решении этой задачи возникает проблема выбора среди возможных траекторий такой, которая удовлетворяет некоторым дополнительным требованиям –

критериям оптимальности. Критерии оптимальности определяют наилучшую в смысле данного критерия траекторию. В качестве критериев оптимальности могут фигурировать затраты топлива, характеристики точности выполнения заданного космического манёвра и т.д. В настоящее время решение проблем выбора оптимальной траектории даже для традиционных КА наталкиваются во многих случаях на серьёзные трудности.

3) Целью задачи оценки влияния параметров КА на его траекторию является выработка рекомендаций по выбору программы движения КА в зависимости от его параметров. В частности, начальная тяговооружённость КА будет влиять на интенсивность набора им скорости, аэродинамические параметры КА будут во многом определять траекторию спуска в атмосфере и т.д.

4) Задача влияния возмущающих факторов состоит в определении их влияния на траекторию КА и на отклонения конечных характеристик движения. К возмущающим факторам относят те физические явления, которые не учитываются в принятой математической модели КА. Это могут быть неучтённые силы в уравнениях движения, ошибки начальных условий, погрешности измерения характеристик движения, используемые при работе системы управления, отклонения параметров КА от номинальных значений и т.д.

5) Задача анализа управления движения КА связана с теорией космической навигации, теорией стохастических систем управления и анализом систем управления движением КА.

Основной задачей навигации является определение координат и скорости КА по результатам измерений и их обработки. Вместе с тем многие специалисты вкладывают более широкий смысл в этот термин, рассматривая космическую навигацию как обеспечение полёта по траектории с целью выполнения заданных условий. В этом случае помимо указанной выше, требуется решать и ряд других задач, связанных с наведением КА:

- определение и прогнозирование фактической орбиты КА;
- оценка результатов прогноза с точки зрения выполнения целевой задачи;
- расчёт и измерение навигационных элементов полёта;
- вычисление манёвров, необходимых для коррекции траектории КА.

Сравнивая эти задачи с задачами космодинамики, можно заметить много общего. В этом смысле космическая навигация, входя самостоятельной частью в состав космической баллистики, расширяет и дополняет её. Подавляющее число специалистов в последнее время приходит к выводу о необходимости их совместного рассмотрения.

Под термином «система управления» в курсе космодинамики понимается весь комплекс бортовых и наземных средств, обеспечивающих управление движением как центра масс КА при его маневрировании, так и управление движением относительно центра масс. В зависимости от задач, решаемых КА, система управления полётом может работать как в режимах навигации и наведения, так и в режимах ориентации и стабилизации углового положения. При этом, в задачу наведения входит определение потребных управляющих воздействий, которые обеспечивают приведение КА в заданную точку пространства с заданной скоростью и в заданный момент времени, с учётом текущих кинематических параметров движения, определённых с помощью решения навигационной задачи, заданных ограничений и характеристик объекта управления.

Ориентация – это процесс, в результате которого КА занимает определённое положение или последовательность определённых положений в пространстве. Как правило, система ориентации, ликвидируя большое первоначальное отклонение, совмещает связанную с КА систему координат с опорной (базовой). Последняя задаётся на борту КА с помощью специальных устройств и приборов (гироплатформа) и может быть либо неподвижна, либо перемещаться в инерциальном пространстве.

Стабилизация – это процесс устранения неизбежно возникающих в полёте угловых отклонений связанной системы координат КА от опорной.

Система стабилизации придаёт КА способность после определённой ориентации в пространстве восстанавливать своё первоначальное положение, нарушенное внутренними или внешними возмущающими воздействиями, или сопротивляться действию возмущений. Можно сказать, что система ориентации управляет в пространстве положением КА «в большом», а система стабилизации управляет положением КА «в малом». Система стабилизации и система ориентации образуют вместе с КА сложную взаимосвязанную динамическую систему управления угловым движением. Кроме ориентации и стабилизации система управления угловым движением КА выполняет также функции успокоения. Последнее заключается в том, чтобы за короткое время погасить большие угловые скорости, возникающие, например, в момент отделения КА от ракеты-носителя и достигающие нескольких градусов в секунду.

В дальнейшем основное внимание будет уделено четырём первым задачам теории движения КА.

При изучении курса предполагается знание основ динамики полёта ЛА и теории автоматического управления.

