

Контрольный
экземпляр

A

СТАУ: 6(У)

M239

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П.КОРОЛЕВА

А.И. Мантуров

МЕХАНИКА УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Учебное пособие

Самарский Государственный
аэрокосмический университет

№ 662832

Научно-техническая
библиотека

САМАРА 2003

A

УДК 629.78

Мантуров А.И. Механика управления движением космических аппаратов: Учеб. пособие / Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 2003. 62 с.

ISBN 5-7883-0255-2

Учебное пособие содержит методические материалы по выбору параметров орбит космических аппаратов дистанционного зондирования Земли, определению параметров управления движением центра масс аппаратов для поддержания необходимых параметров орбит в процессе полета и оценке затрат массы топлива на поддержание параметров орбит в течение времени активного существования аппаратов.

Пособие предназначено для студентов старших курсов специальностей 010500, 130700 при выполнении курсовых и дипломных проектов.

Ил. 15. Табл. 4. Библиогр.: 7 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королева.

Рецензенты: Балакин В.Л., Кузнецов В.И.

ISBN 5-7883-0255-2

© Самарский государственный
аэрокосмический университет,
2003.

ВВЕДЕНИЕ

Космические аппараты (КА) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), предназначенные для получения информации о планете и припланетном слое атмосферы, обеспечивают возможность решения широкого круга тематических задач в различных отраслях хозяйствования. Данные дистанционного зондирования из космоса используются для изучения и контроля природных ресурсов Земли, исследования динамики природных процессов и явлений, сбора информации о состоянии лесных и сельскохозяйственных территорий и для решения других прикладных и фундаментальных задач.

Характер и продолжительность обзора исследуемых районов поверхности Земли для обеспечения их зондирования определяется параметрами орбит КА ДЗЗ. Параметры орбит (период обращения КА, эксцентриситет, наклонение орбиты и другие) в значительной степени обуславливают качество получаемой информации, оперативность её получения и передачи с КА на наземные пункты потребителей. Для получения лучшего качества информации предпочтительным оказывается функционирование аппаратов в моменты зондирования на минимальных высотах полета над поверхностью Земли. Высота полета КА с течением времени может изменяться из-за влияния сопротивления атмосферы и прецессии линии апсид орбит. В связи с этим в процессе полета необходимо управлять движением центра масс КА с целью поддержания параметров орбиты в допустимой окрестности требуемых значений этих параметров с точки зрения выполнения условий зондирования.

Ниже рассмотрены методические вопросы выбора параметров орбит КА ДЗЗ в зависимости от условий зондирования, определения параметров управления движением центра масс для поддержания параметров орбит, а также оценки потребных затрат топлива для маневров поддержания в течение времени активного существования КА.

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОРБИТ КА ДЗЗ

1.1. Основные понятия

Возможность установки на космических аппаратах аппаратуры дистанционного зондирования позволяет осуществлять обзор поверхности Земли для решения различных задач научного и хозяйственного значения.

Одним из важных требований, предъявляемых к КА ДЗЗ, является требование осуществления сплошного обзора всех заданных участков поверхности. Для одиночных низкоорбитальных КА в силу их законов движения обзор отдельных районов поверхности может осуществляться, как правило, только периодически. При этом последовательность обзора соответствует последовательности прохождения трассы полета КА через заданные районы поверхности. Если специальная аппаратура, установленная на КА, обеспечивает характерную для нее полосу обзора, то возможность полного одно- или многократного обзора всей заданной поверхности определяется параметрами орбиты КА ДЗЗ.

Прежде чем перейти к определению параметров орбит, оптимальных с точки зрения сплошного обзора заданной поверхности, дадим некоторые определения.

Мгновенная зона обзора — часть поверхности Земли, ограниченная окружностью с центром в подспутниковой точке K_0 . Радиус зоны обзора задается центральным углом ρ между линией, соединяющей границу зоны с центром Земли O_3 , и линией, направленной из центра Земли в подспутниковую точку K_0 (рис. 1).

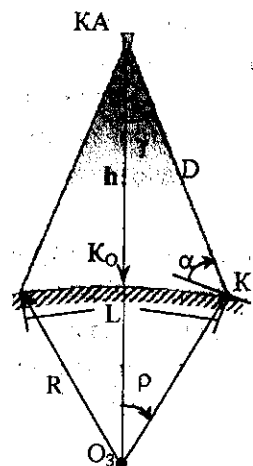


Рис. 1

Для произвольной высоты полета КА h значение центрального угла ρ можно задавать в зависимости от угла крена γ , угла места α , а также в зависимости от максимально допустимой, с точки зрения осуществления процесса зондирования, дальности D от КА до границы мгновенной зоны обзора.

Под углом крена γ понимается максимальный угол между радиусом-вектором КА и вектором дальности "КА — точка зондирования", при котором возможно проведение зондирования поверхности Земли установленной на КА аппаратурой. Под углом места α в некоторой точке K на поверхности Земли понимается минимальный угол α между плоскостью местного горизонта и направлением на КА, при котором также возможно проведение зондирования.

Соотношение, определяющее ρ в зависимости от γ , α и D , а именно — ρ_γ , ρ_α , ρ_D , нетрудно получить из рис. 1:

$$\rho_\gamma = \arcsin\left(\frac{R+h}{R}\sin\gamma\right) - \gamma; \quad (1.1)$$

$$\rho_\alpha = \arcsin\cos\alpha - \arcsin\left(\frac{R}{R+h}\cos\alpha\right); \quad (1.2)$$

$$\rho_D = \arccos\left(\frac{(R+h)^2 + R^2 - D^2}{2(R+h)R}\right); \quad (1.3)$$

где R — средний радиус Земли.

Линейное значение ширины L мгновенной зоны обзора (по поверхности Земли) определяется по формулам:

$$L = 2R \cdot \rho,$$

если ρ задано в радианах, и

$$L = 2R \cdot \rho \cdot \frac{\pi}{180},$$

если ρ задано в градусах.