

GUIDANCE AND CONTROL OF AEROSPACE VEHICLES

CORNELIUS T. LEONDES

HAROLD S. BRAHAM

JOHN M. SLATER

J. S. AUSMAN

JOHN C. PINSON

CHARLES W. SARTURE

DUNCAN L. PITMAN

WILLIAM S. HAYES

WILLIAM T. THOMSON

MALCOLM J. ABZUG

KENNETH F. STEFFAN

ERNST VOLGENAU

AUBREY B. MICKELWAIT

IRWIN PFEFFER

HERBERT A. LASSEN

Edited by

CORNELIUS T. LEONDES

Professor of Engineering
University of California
Los Angeles

McGraw-Hill Book Company, Inc.

NEW YORK SAN FRANCISCO TORONTO LONDON

УПРАВЛЕНИЕ КОСМИЧЕСКИМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

**МАЛКОЛЬМ ДЖ. АБЦУГ
КЕННЕТ Ф. СТЕФФАН
ЭРНСТ ВОЛЬГЕНАУ
ГАРОЛЬД С. БРЭМ
ОБРИ Б. МАЙЕЛВЕЙТ
ИРВИН ПЕФФЕР
ГЕРБЕРТ А. ЛАССЕН**

Под редакцией
Корнелиуса Т. Леондеса,
профессора
Калифорнийского
университета
Лос-Анжелос

Сокращенный перевод с английского

под редакцией
д-ра техн. наук проф. *А. А. Лебедева*



ИЗДАТЕЛЬСТВО
«МАШИНОСТРОЕНИЕ»
Москва 1967

Книга написана известными американскими учеными и специалистами в области конструирования систем управления полетом космических аппаратов.

В ней изложены теоретические основы современного подхода к проектированию систем управления и наведения космических аппаратов, методы формирования траекторий полета, связь между траекториями и системами управления, активные способы управления ориентацией космических объектов, системы наведения на конечном участке встречи спутников и при мягкой посадке на Луну, управление траекториями входа в атмосферу, траекториями перелета к планетам и Луне, а также методы определения орбит и статистического анализа ошибок наведения и управления.

Книга рассчитана на научных работников и инженеров, занимающихся проектированием автоматического управления летательных аппаратов. Табл. 10. Иллюстр. 117. Библ. 80 назв.

Перевод выполнен

канд. техн. наук **В. Б. Соколовым** и **В. С. Фроловым**

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие к русскому изданию	5
Предисловие	7
I. Активное управление ориентацией спутников (Малкольм Дж. Абцуг) . .	9
1. 1. Введение	9
1. 2. Опорные системы координат для управления ориентацией спутников	10
1. 3. Общие уравнения движения спутника	32
1. 4. Уравнения возмущенного движения спутника	51
1. 5. Члены уравнений движения, зависящие от массовых и поверхностных сил и моментов	58
1. 6. Скалярные уравнения движения спутника и передаточные функции	76
1. 7. Исследование замкнутого контура	95
<i>Приложение:</i> Некоторые сведения о тензорах инерции	107
Принятые обозначения	109
Литература	112
II. Наведение на орбите (Кеннет Ф. Стеффан)	115
2. 1. Введение	115
2. 2. Наведение при встрече спутников	116
2. 3. Поддержание относительной близости спутников. Стыковка	144
2. 4. Коррекция орбит	145
Литература	150
III. Наведение и управление при входе в атмосферу маневрирующих космических аппаратов (Эрнст Вольгенау)	151
3. 1. Введение	151
3. 2. Уравнения движения	151
3. 3. Продольные перегрузки	155
3. 4. Нагрев	162
3. 5. Равновесное планирование	165
3. 6. Аэродинамические коэффициенты	168
3. 7. Наведение и управление при входе в атмосферу со сверхзвуковой скоростью с использованием подъемной силы	171
3. 8. Некоторые схемы наведения и управления при входе в атмосферу с использованием подъемной силы	179
3. 9. Наведение и управление при снижении баллистических и полубаллистических аппаратов	185
3. 10. Замечания относительно структуры систем наведения и управления при входе в атмосферу	191
Принятые обозначения	195

	Стр.
Литература	196
IV. Теория наведения на среднем участке межпланетных траекторий (<i>Гарольд С. Брэм</i>)	198
I. Введение	198
4.1. Чувствительные элементы, обеспечивающие информацию для наведения на среднем участке траектории	200
4.2. Вопросы реализации наведения и управления на среднем участке	203
4.3. Типичные численные значения для коррекций на среднем участке	207
II. Определение орбиты	208
4.4. Оценка параметров методом наименьших квадратов	209
4.5. Ошибки определения орбиты	212
4.6. Оптимальная оценка при наличии систематических ошибок	214
4.7. Обзор ошибок определения орбиты	217
III. Вычисления и статистические оценки при выполнении коррекций	219
4.8. Обобщенный шестимерный вектор ошибок	220
4.9. Вектор промаха	221
4.10. Одна коррекция на среднем участке траектории	223
4.11. Логика наведения на среднем участке траектории с неоднократным приложением коррекций	229
Принятые обозначения	234
V. Лунные и межпланетные траектории (<i>Обри Б. Майквейт</i>)	235
5.1. Введение в кинематику траекторий	235
5.2. Траектории в трехмерном пространстве	242
5.3. Траектории полета на Луну	247
5.4. Межпланетные траектории	263
Литература	268
VI. Наведение на конечном участке для мягкой посадки на Луну (<i>Ирвин Пфедфер</i>)	269
6.1. Введение	269
6.2. Общие соображения	270
6.3. Двухэтапный терминальный маневр	280
6.4. Анализ типичной системы наведения	285
VII. Перспективные лунные операции (<i>Герберт А. Лассен</i>)	298
7.1. Введение	298
7.2. Выбор места и встреча	300
7.3. Динамика посадки	309
7.4. Старт с Луны	316
Предметный указатель	319

УПРАВЛЕНИЕ КОСМИЧЕСКИМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

Научный редактор инж. *Ю. Г. Гуревич* Технич. редактор *А. Я. Дубинская*

Подписано в печать 18/V 1967 г. Учетно-изд. л. 19,58

Формат бумаги $60 \times 90/16 = 10,13$ бум. л.—20,25 печ. л.

Цена 1 р. 64 к. Тираж 4000 экз. Тем. план 1966 г. № 271 Заказ изд. 1380

Московская типография № 8 Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР,
Хохловский пер., 7. Зак. 3419