

УДК 629.785  
ББК 39.62  
Ф76

Рецензенты: *В.А. Матвеев, А.И. Шейхет*

**Фомичев А.В.**

Ф76      Решение задачи навигации космических аппаратов на  
основе астронавигационных измерений : учеб. пособие  
/ А.В. Фомичев. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011.  
— 82, [2] с. : ил.

Изложены основные вопросы теории и практики астрономической навигации космических аппаратов, связанные с изучением дисциплины «Системы управления движением и навигации космических аппаратов».

Для студентов и аспирантов, специализирующихся в области космической навигации.

УДК 629.785  
ББК 39.62

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Вводная часть .....	3
1. Состав астронавигационных измерений .....	7
1.1. Измерение углового расстояния между ориентирами .....	7
1.2. Измерение угла между ориентиром и звездой .....	8
2. Определение местоположения космического аппарата по трем навигационным засечкам .....	11
3. Определение формы вектора чувствительности для данного типа астронавигационного измерения .....	15
3.1. Измерение угла между линиями визирования ориентиров $B_1$ и $B_2$ .....	15
3.2. Измерение угла между линиями визирования ориентира $B_1$ и звезды $S$ .....	17
3.3. Измерение высоты звезды над краем (горизонтом) планеты .....	17
3.4. Измерение углового диаметра планеты .....	18
3.5. Определение момента затмения звезды краем диска планеты .....	19
4. Определение точности оценки положения космического аппарата при минимальном составе астронавигационных измерений .....	21
4.1. Измерения «планета $P$ — звезда $S_1$ », «планета $P$ — звезда $S_2$ », «угловой диаметр планеты $P$ » .....	24
4.2. Измерения «планета $P$ — звезда $S_1$ », «планета $P$ — звезда $S_2$ », «Солнце — звезда $S_3$ » .....	26
4.3. Измерения «планета $P$ — звезда $S_1$ », «планета $P$ — звезда $S_2$ », «планета $P$ — Солнце» .....	30
5. Метод коррекции временных ошибок .....	34
6. Определение точности оценки положения космического аппарата при избыточном составе астронавигационных измерений .....	38
7. Метод динамической фильтрации .....	41
7.1. Оптимальная оценка вектора состояния в виде линейной комбинации измерений .....	42
7.2. Использование ортогональной проекции в получении оптимальной оценки .....	46

8. Рекуррентный метод навигации.....	56
8.1. Переходная матрица космического аппарата на истинной траектории.....	56
8.2. Математическое описание астронавигационного измерения .....	59
8.3. Применение фильтра Калмана для построения рекуррентного алгоритма астронавигации .....	60
9. Домашнее задание.....	65
<i>Постановка задачи</i> .....	65
<i>Общие данные</i> .....	66
<i>Данные по вариантам</i> .....	66
<i>Оформление отчета</i> .....	67
10. Порядок выполнения домашнего задания.....	68
10.1. Формирование исходных данных.....	68
10.2. Определение положения космического аппарата в момент измерения.....	68
10.3. Определение единичных векторов навигационных ориентиров, используемых для измерений.....	72
10.4. Определение векторов чувствительности и формирование матрицы $H$ .....	74
10.5. Анализ точности оценки положения космического аппарата .....	75
11. Пример расчета точности оценок положения космического аппарата на орбите по данным астронавигационных измерений .....	76
Литература.....	81