

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие редактора перевода	8
Предисловие	10
Глава 1. Введение	14
1.1. Архитектура системы	14
1.2. Модели проектирования	18
1.3. Опытнo-конструкторская разработка	20
Глава 2. Системы координат	22
2.1. Матрицы вращения	23
2.2. Системы координат МБЛА	25
2.3. Воздушная скорость, скорость ветра и скорость относительно Земли	31
2.4. Ветровой треугольник	33
2.5. Дифференцирование вектора	37
2.6. Краткое изложение главы	38
2.7. Опытнo-конструкторская разработка	40
Глава 3. Кинематика и динамика	41
3.1. Переменные состояния	41
3.2. Кинематика	43
3.3. Динамика неизменяемых систем	44
3.4. Краткое изложение главы	49
3.5. Опытнo-конструкторская разработка	50
Глава 4. Силы и моменты сил	51
4.1. Гравитационные силы	51
4.2. Аэродинамические силы и моменты	52
4.3. Движущие силы и моменты	65
4.4. Атмосферные возмущения	67
4.5. Краткое изложение главы	70
4.6. Опытнo-конструкторская разработка	71
Глава 5. Модели линейного проектирования	73
5.1. Краткое описание нелинейных уравнений движения	74
5.2. Координированный поворот	77
5.3. Балансировочный режим	78
5.4. Модели передаточной функции	80
5.5. Линейные модели в пространстве состояний	89
5.6. Упрощенные режимы	97
5.7. Краткое содержание главы	101
5.8. Опытнo-конструкторская разработка	102
Глава 6. Проектирование автопилота с использованием последовательных замыканий контура обратной связи	105
6.1. Последовательное замыкание контура	106
6.2. Ограничения, связанные с насыщением, и их влияние на рабочие характеристики	108

6.3. Автопилот движения в боковом направлении	109
6.4. Автопилот продольного движения	116
6.5. Цифровая реализация контуров с ПИД-регулятором	126
6.6. Краткое содержание главы	129
6.7. Опытнo-конструкторская разработка	131
Глава 7. Датчики МБЛА	133
7.1. Акселерометры	133
7.2. Датчики угловой скорости	137
7.3. Датчики давления	139
7.4. Цифровые компасы	143
7.5. Система глобального позиционирования	146
7.6. Краткое содержание главы	154
7.7. Опытнo-конструкторская разработка	154
Глава 8. Оценка состояния	156
8.1. Контрольный маневр	156
8.2. Фильтры низких частот	157
8.3. Оценка состояния путем обращения модели датчика	158
8.4. Теория динамического наблюдателя	162
8.5. Вывод дискретно-непрерывного фильтра Калмана	164
8.6. Оценка положения	168
8.7. Сглаживание данных GPS	170
8.8. Краткое содержание главы	173
8.9. Опытнo-конструкторская разработка	174
Глава 9. Модели наведения	175
9.1. Модель автопилота	175
9.2. Кинематическая модель управляемого полета	176
9.3. Кинематические модели наведения	179
9.4. Динамическая модель наведения	181
9.5. Краткое содержание главы	183
9.6. Опытнo-конструкторская разработка	183
Глава 10. Движение по прямой линии и круговой орбите	185
10.1. Движение по прямолинейной траектории	186
10.2. Движение по круговой орбите	192
10.3. Краткое содержание главы	194
10.4. Опытнo-конструкторская разработка	196
Глава 11. Система управления маршрутом	197
11.1. Переходы между путевыми точками	197
11.2. Траектории Дубинса	204
11.3. Краткое содержание главы	212
11.4. Опытнo-конструкторская разработка	214
Глава 12. Планирование траектории	216
12.1. Поточечные алгоритмы	217
12.2. Алгоритмы охвата	229
12.3. Краткое содержание главы	233
12.4. Опытнo-конструкторская разработка	235

Глава 13. Навигация с помощью видеосистемы	236
13.1. Система координат карданного подвеса, видеокамеры и проективная геометрия	237
13.2. Нацеливание карданного подвеса	239
13.3. Геолокация	241
13.4. Оценка движения цели в плоскости изображения	244
13.5. Время до столкновения	248
13.6. Точная посадка	250
13.7. Краткое содержание главы	254
13.8. Опытнo-конструкторская разработка	254
Приложение А. Терминология и обозначения	255
Приложение В. Кватернионы	263
В.1. Кватернион поворотов	263
В.2. Кинематика самолета и уравнения динамики	265
В.3. Переход от углов Эйлера к кватернионам	268
Приложение С. Анимация в Simulink	269
С.1. Дескрипты графики Matlab	269
С.2. Пример анимации: перевернутый маятник	270
С.3. Пример анимации летательного аппарата, использующего линии	273
С.4. Пример анимации летательного аппарата, использующего вершины и грани	277
Приложение D. Моделирование в Simulink с помощью S-функций	280
D.1. Пример: дифференциальное уравнение второго порядка	280
Приложение Е. Параметры корпуса летательного аппарата	286
Е.1. Летящее крыло Zagi	286
Е.2. БЛА «Аэрозонд»	287
Приложение F. Балансировка и линеаризация в Simulink	288
F.1. Использование команды trim в Simulink	288
F.2. Численные расчеты сбалансированного состояния	289
F.3. Использование команды linmod в Simulink для создания модели в пространстве состояний	293
F.4. Численные расчеты модели в пространстве состояний	295
Приложение G. Основные положения теории вероятности	296
Приложение H. Параметры датчика	298
H.1. Датчик угловой скорости	298
H.2. Акселерометры	298
H.3. Датчики давления	299
H.4. Цифровой компас/магнитометр	299
H.5. GPS	299
Список литературы	300
Предметный указатель	309