

Оглавление

Список сокращений и условных обозначений	10
Введение	13
 Глава 1. Общий подход к проблеме автоматизации управления движением БПЛА для различных режимов полета	 28
1.1. БПЛА и их особенности как объектов управления	28
1.2. Принципы управления БПЛА и методы построения их систем управления	35
1.3. Базовые концепции автоматизации управления траекторным движением БПЛА и ее основные задачи	43
1.4. Автоматизация управления траекторным движением БПЛА на основе построения аналитических программно-инвариантных конструкций, используемых в качестве прямой связи, и комбинированных систем управления	50
1.4.1. Анализ особенностей задач управления нелинейными системами ..	50
1.4.2. Базовый метод формирования траекторного управления БПЛА	57
 Глава 2. Современный подход к решению традиционных задач автоматизации процессов управления БПЛА на режимах общего самолетовождения	 68
2.1. Новый взгляд на управление высотой и вертикальной скоростью полета БПЛА при разворотах на основе построения аналитических программно-инвариантных конструкций и теории параметрической инвариантности	68
2.2. Методика выбора структуры и параметров алгоритма стабилизации скорости полета БПЛА с помощью управления нормальной перегрузкой	83
2.3. Решение задач автоматизации управления движением БПЛА в боковой плоскости	95
2.3.1. Управление траекторным движением БПЛА при наведении и полете по заданному маршруту в боковой плоскости. Нелинейное управление углом курса	96
2.3.2. Исследование взаимовлияния продольного и бокового траекторных каналов управления и синтез автономных алгоритмов управления	98
2.4. Автоматизация управления переходом БПЛА с одной ортодромии на другую при одновременной смене эшелона полета	113

2.5. Исследование взаимовлияния каналов управления путевой и вертикальной скоростями и синтез автономных алгоритмов управления.....	119
2.6. Стабилизация траектории полета в виде окружности.....	126
Глава 3. Теория и методология автоматизации процессов управления БПЛА при выполнении маневров	130
3.1. Построение аналитических программно-инвариантных конструкций в КИТУ маневрами с большими значениями углов тангажа и крена БПЛА и вопрос выбора закона управления внутренним контуром САУ в продольном движении.....	134
3.2. Синтез и исследование устойчивости нелинейной структуры обратной связи по отклонению при выполнении БПЛА маневров в вертикальной плоскости и в пространстве.....	146
3.3. Автоматизация управления движением БПЛА при выполнении маневров в вертикальной плоскости с переворотами по крену	156
3.4. Синтез управлений пространственными маневрами БПЛА на основе построения аналитических программно-инвариантных конструкций.....	158
3.5. Приближенный синтез структуры параметрической обратной связи в продольном канале управления БПЛА при выполнении маневров	178
3.6. Исследование влияния на стабилизацию угла крена неустановившегося движения БПЛА по углу тангажа	183
3.7. Алгоритмы ограничения предельных значений углов атаки и крена и нормальной перегрузки БПЛА	188
Глава 4. Задачи централизованного управления полетом БПЛА в групповых порядках, способы и средства их решения.....	194
4.1. Общие проблемы построения систем межсамолетной навигации БПЛА для полета в групповых порядках строем.....	194
4.2. Теоретическое обоснование организации централизованного управления движением БПЛА в групповом полете строем.....	205
4.3. Синтез структуры системы межсамолетной навигации БПЛА на основе метода построения аналитических программно-инвариантных конструкций и комбинированного траекторного управления. Перспективные алгоритмы управления	219
4.4. Решение задачи сбора БПЛА в группу для полета строем с помощью терминального управления	238
Глава 5. Математическая модель относительного движения БПЛА ведущий—ведомый в сферической системе координат ведомого. Управление сбором БПЛА в группу по методу параллельного наведения.....	253
5.1. Общий подход к построению математической модели относительного движения БПЛА.....	253
5.2. Вывод уравнений относительного движения в сферической системе координат.....	256
5.3. Уравнения связи углов визирования и угловых скоростей в различных системах координат.....	275

5.4. Уравнения относительного движения ЛА в СК, начало которой связано с гиросtabilизированной платформой, расположенной вне центра масс ведомого аппарата.	279
5.5. Алгоритмы управления сбором БПЛА в группу по методу параллельного наведения	288
ГЛАВА 6. Развитие теоретических основ комплексирования датчиков информации для линейных систем с помощью модифицированного фильтра калмановского типа.	291
6.1. Уравнения фильтрации для некоррелированных шумов измерений	292
6.2. Уравнения фильтра с коррелированными шумами измерений	297
6.3. Уравнения фильтра в случае ошибок в виде аддитивной марковской последовательности в одном из уравнений измерений.	298
6.4. Оценивание барометрической высоты и вертикальной скорости на основе комплексирования датчиков барометрической высоты и перегрузок	301
6.5. Алгоритмы оценивания показаний радиовысотомера и определения вертикальной скорости БПЛА относительно земной поверхности.	311
ГЛАВА 7. Синтез J-адаптивных фильтров первого и второго порядков и других нелинейных фильтров для решения задач оценивания состояния и идентификации параметров динамических систем	321
7.1. Применение теории нелинейной фильтрации в задачах оценивания вектора состояния и идентификации параметров динамических систем.	321
7.2. J-адаптивный фильтр второго порядка оценивания вектора состояния и идентификации параметров динамической системы с локальной моделью изменения параметров специального вида	330
7.3. J-адаптивные фильтры с различными параметрами в уравнениях динамики и наблюдений для нелинейных динамических систем.	372
7.4. Нелинейные уравнения фильтра второго порядка для идентификации вектора параметров динамической системы	378
7.5. Уравнения J-адаптивного сигма-точечного фильтра Калмана для задач оценивания вектора состояния и параметрической идентификации.	384
7.6. Уравнения J-адаптивного кубатурного фильтра Калмана для задач оценивания и параметрической идентификации	395
7.7. Квадратно-корневой сигма-точечный фильтр Калмана совместного оценивания вектора состояния и идентификации параметров нелинейной динамической системы	401
7.8. Квадратно-корневой кубатурный фильтр Калмана совместного оценивания вектора состояния и идентификации параметров нелинейной динамической системы	404
ГЛАВА 8. Синтез алгоритмов комплексной обработки информации для систем межсамолетной навигации БПЛА.	407
8.1. Синтез оптимального и субоптимального фильтров в задаче оценивания относительного положения в системах межсамолетной навигации при наличии линии передачи информации между взаимодействующими БПЛА ..	407

8.2. Синтез J-адаптивного фильтра для систем межсамолетной навигации БПЛА при автономных измерениях параметров относительного движения и наличии линии передачи информации с ведущего объекта на ведомые ...	435
Глава 9. Определение параметров движения ведущего летательного аппарата на основе идентификации кинематических и динамических параметров относительного движения взаимодействующих объектов ..	459
9.1. Постановка задачи идентификации неизвестных параметров относительного движения объектов в целях определения параметров движения ведущего БПЛА	459
9.2. Синтез декомпозированных фильтров оценивания и идентификации параметров относительного движения	467
9.3. Синтез полного фильтра оценивания и идентификации параметров относительного движения	489
Глава 10. Автоматизация процессом управления посадкой БПЛА по самолетному типу	521
10.1. Синтез алгоритмов управления посадкой БПЛА на основе построения аналитических программно-инвариантных конструкций	521
10.2. Синтез алгоритмов комплексной обработки информации на основе J-адаптивного фильтра для посадки БПЛА по самолетному типу	535
10.3. Синтез алгоритмов комплексной обработки информации для посадки БПЛА по самолетному типу по данным информации о дальностях от четырех радиомаяков	549
Глава 11. Конфигурация системы ориентации БПЛА на основе неинвариантных алгоритмов оценивания	566
11.1. Моделирование работы датчиков первичной информации и спутниковой навигационной системы	567
11.2. Исследование наблюдаемости для задачи ориентации	576
11.3. Синтез алгоритмов ориентации на основе уравнений J-адаптивного фильтра и уравнений Эйлера	581
11.4. Синтез алгоритмов системы ориентации с применением кватернионов	612
Глава 12. Результаты математического моделирования и летных испытаний САУ БПЛА	619
Глава 13. Имитационное моделирование координированного управления движением группы БПЛА при полете в строю	660
Заключение	705
Список литературы	710