

В.С.МОИСЕЕВ,

докт. техн. наук,

Д.С.ГУЩИНА,

аспирант,

Г.В.МОИСЕЕВ,

студент (КГТУ – КАИ,

Казань)

А.Б.САЛЕЕВ,

зам. гл. конструктора

(ОАО «ОКБ "Сокол"»)

Беспилотные авиационные комплексы. I. Структура и организация функционирования

Приводится типовая структура и классификация современных и перспективных беспилотных летательных аппаратов. Вводится понятие беспилотного авиационного комплекса, рассматривается его структура и организация функционирования.

Беспилотные летательные аппараты (БЛА) различного назначения появились за рубежом и в нашей стране в 40–60-х гг. XX века. Примерами первых образцов такого класса изделий авиационной техники являются самолет-снаряд Фау-1 (Германия), самолет Як-9В (СССР), переоборудованный в дистанционно-пилотируемый аппарат дозиметрического контроля атмосферы, и воздушная мишень на базе самолета ЛА-17 (СССР) [1].

В настоящее время БЛА разрабатываются специализированными фирмами и ведущими самолетостроительными проектными организациями практически всех стран мира [1–6].

Значительный прогресс в создании и использовании беспилотной авиации объясняется тем, что БЛА в большей степени, чем пилотируемые ЛА, отвечают требованию «стоимость – эффективность», а также они минимизируют риск для жизни пилотов. Комплекс на базе БЛА отличается низкой стоимостью эксплуатации по сравнению с пилотируемой техникой, выполняющей аналогичные задачи. Главным фактором, влияющим на сокращение стоимости, является отсутствие значительных затрат на подготовку летного персонала, которые с непрерывным ростом сложности перспективной авиационной техники увеличиваются [7]. Прогрессу в области применения БЛА способствуют достижения в области микроэлектроники и разработки доступных по массогабаритным, стоимостным и другим характеристикам образцов радио- и оптикоэлектронной, вычислительной и телекоммуникационной техники в совокупности с современными информационными технологиями.

Большой объем существующих к настоящему времени практических наработок по созданию и использованию БЛА различного назначения [1, 7–9 и др.] требует научного обобщения с целью разработки современной теории проектирования и применения БЛА, а также для создания нормативно-правовой базы. Следует отметить, что существующие в этом направлении работы посвящены в основном управляемым ракетам [10, 11], имеются также работы по классификации беспилотной техники [7, 12, 13], системному анализу проблемы проектирования комплексов дистанционно-пилотируемых ЛА [14], описа-

нию общих задач применения БЛА и по вопросам их управления [8].

В связи с тем, что при разработке БЛА используется богатый задел, накопленный современной авиационной наукой и техникой, основной упор, на наш взгляд, должен быть сделан на разработку моделей и методов системотехнического проектирования беспилотных комплексов и их эффективного применения для решения многообразных военных и народнохозяйственных задач. Как известно, первым этапом разработки любой прикладной теории является создание единой терминологии, выделение и классификация объектов исследований и формулировка основных принципов, используемых при постановке и решении основных задач. Именно эти вопросы предлагаются для обсуждения в данной статье, имеющей целью привлечение внимания широкого круга ученых и специалистов к этой активно развивающейся области авиационной техники.

Структура и классификация БЛА. В настоящее время в литературе [1, 2, 4, 5, 15] используется большое количество терминов, описывающих рассматриваемый класс ЛА. В частности, аббревиатурой БЛА в основном обозначаются беспилотные ЛА, осуществляющие автономный (в автоматическом режиме) полет по введенной перед стартом на борт БЛА программе, предусматривающей выполнение координатного или координатно-временного графика. Кроме этого, широкое распространение получил термин «дистанционно-пилотируемый ЛА» (ДПЛА), означающий ЛА, управляемый дистанционно по радиоканалам (с визуальной или автоматической оценкой выполнения программы полета и формированием команд управления по результатам этой оценки оператором или автоматически).

Анализ существующих и перспективных разработок в области беспилотной авиации [2] показал, что практически во всех БЛА для обеспечения гибкости их эксплуатации реализуется и автоматический, и дистанционно управляемый режим полета.

На наш взгляд, необходимо использовать единый термин – БЛА, обозначающий понятие «беспилотный летательный аппарат», т.е. ЛА, который не имеет на борту пилота, использует аэродинамические силы для обеспечения полета в атмосфере, имеет целевую нагрузку, определяющую его назначение, может осу-



Рис. 1. Укрупненная структура беспилотного летательного аппарата

существлять полет как по заранее заданной программе, так и управляться дистанционно.

Следует отметить, что в имеющейся литературе [2, 8, 14, 16] отсутствует общепринятый состав компонентов БЛА. На рис. 1 приведена типовая укрупненная структура БЛА как сложной технической системы, полученная на основе обобщения данных о существующих и перспективных образцах беспилотной авиационной техники. Успешное решение беспилотными аппаратами полетных задач возможно только при организации эффективного взаимодействия всех компонентов, которые по своей природе могут быть механическими, электромеханическими, электрическими, радиоэлектронными и оптикоэлектронными системами.

К основным системам БЛА относятся: планер, взлетно-посадочные устройства, силовая установка и бортовое оборудование. Бортовое оборудование подразделяется на общее оборудование и целевое. В состав общего оборудования входят: система управления, система электропитания, бортовая часть радиолинии управления, бортовая часть навигационной системы, система сбора и передачи бортовых данных. К общему оборудованию БЛА относятся также система обеспечения, которая может включать оборудование опознавания государственной принадлежности, противопожарное, противообледенительное оборудование, систему защиты и др. Рассмотрим краткую характеристику взаимодействия систем БЛА.

Планер БЛА включает в свой состав фюзеляж, крыло, оперение. Силовая установка БЛА взаимодействует с планером через установочные элементы. В современных БЛА основой силовой установки являются турбореактивные, турбовинтовые, поршневые и электрические авиационные двигатели. Вырабатываемые системой управления управляющие воздействия (команды) осуществляются с помощью исполнительных механизмов управления аэродинамическими поверхностями планера БЛА (рулевые машинки, элероны, руль высоты, руль направления, заслонка двигателя и др.).

Взлет и посадка БЛА обеспечиваются взлетно-посадочными устройствами и системой управления с использованием следующих видов старта и посадки [2, 12, 17]: а) старт с наземной (корабельной) пусковой установки; б) воздушный старт с самолета (вертолета)-носителя; в) старт с взлетно-посадочной полосы (ВПП) по-самолетному; г) старт с руки; д) вертикальный взлет и посадка; е) посадка парашютная; ж) посадка парашютная с подхватом в воздухе; з) посадка на ВПП по-самолетному; и) посадка с помощью улавливающих средств и т.п.

Ключевую роль в функционировании БЛА играет система управления, заменяющая пилота, основу которой составляет аппаратура, реализующая автоматическое и (или) ручное управление БЛА. Система управления предназначена для управления движением и автоматической стабилизации БЛА относительно центра масс, для выполнения полета по заданной траектории по командам радиолинии управления или по программе, для управления режимами работы двигателя, для выдачи команд в бортовые системы и обеспечения режимов взлета и посадки. Аппаратура системы управления взаимодействует со всеми системами БЛА.

Бортовая часть навигационной системы и входящее в ее состав спутниковое навигационное оборудование предназначены для определения параметров движения БЛА с целью определения его местоположения. Информация может передаваться для последующего использования в систему управления, а также в систему сбора и передачи бортовых данных БЛА, которая представляет собой радиотелеметрическую систему для сбора и передачи контрольных параметров полета БЛА.

Бортовая часть радиолинии управления и передачи информации предназначена для информационного обмена между пунктом управления и беспилотным летательным аппаратом и обеспечивает: а) передачу с пункта управления на борт БЛА командной информации (прямой канал); б) передачу с борта БЛА на пункт управления телеметрической, навигационной и широкополосной информации (обратный канал).

Система электропитания БЛА обеспечивает работу бортовых потребителей электроэнергии при предстартовой подготовке, старте и в полете на всех режимах работы маршевого двигателя.

Целевое оборудование БЛА предназначено для решения следующих задач [2, 3, 18]:

1. Поиск, обнаружение, распознавание, целеуказание различных воздушных, наземных (надводных) объектов, контроль земной поверхности. (Эта задача решается оптикоэлектронной и радиолокационной аппаратурой наблюдения [19]).

2. Имитация информационных характеристик реальных воздушных целей при использовании БЛА в варианте «воздушная мишень». Оценка величины промаха при использовании против мишени средств поражения в ходе учебно-боевых и испытательных задач.

3. Ретрансляция сигналов от пунктов управления и находящихся в воздухе БЛА.

Кроме того, в состав целевой нагрузки современных и перспективных БЛА включают различные виды сбрасываемых нагрузок.

Для повышения эффективности работы перечисленное оборудование БЛА может быть оснащено специальными вычислительными средствами на базе микропроцессорной техники.

Системотехнический подход к описанию состава беспилотных ЛА позволит, на наш взгляд, более эффективным образом реализовать их внешнее и внутреннее проектирование как компонентов системы более высокого уровня. Этому же должна способствовать и классификация существующих и перспективных беспилотных летательных аппаратов: по назначению, принципу создания подъемной силы, по аэродинамической схеме, типам систем управления, по типу двигателей силовой установки, по многообразию применения, по способу старта, массе, продолжительности полета и др.

Дополняя классификации работ [8, 12, 13], предлагаем разбить все БЛА по назначению на четыре класса: информационные, боевые, имитационные и исследовательские. Все БЛА самолетных схем по их основным тактико-техническим характеристикам также можно условно разделить на пять групп:

– по взлетной массе (сверхлегкие – до 5 кг, легкие – до 200 кг, средние – до 1000 кг, тяжелые – до 10000 кг, сверхтяжелые – более 10000 кг);

– по продолжительности полета (малой продолжительности – до 1 часа, средней продолжительности – до 24 часов, большой продолжительности – более 24 часов);

– по высоте полета (низковысотные – до 1000 м, средневысотные – до 10000 м, высотные – до 20000 м, сверхвысотные – более 20000 м);

– по дальности полета (малой дальности с радиусом действия до 10 км, средней дальности – до 100 км, дальние – до 1000 км, сверхдальние – более 1000 км);

– по скорости полета (дозвуковые, сверхзвуковые и гиперзвуковые [20]).

Приведенную классификацию, иллюстрирующую широкое многообразие существующих и перспективных БЛА самолетных схем, можно также применить к активно разрабатываемым у нас в стране и за рубежом беспилотным вертолетам (КА-137, Schiebel Camcopter, RQ-8 Fire Scout [2, 6]), кроме сверхтяжелых, сверхвысотных, сверхдальних, сверх- и гиперзвуковых образцов, разработка которых невозможна или нецелесообразна.

Сопоставление приведенной классификации БЛА с их составными частями (рис. 1) указывает на большое многообразие и сложность разработки бортовых систем современных и перспективных БЛА, что составляет важную научно-техническую проблему современного авиастроения.

Организация беспилотных авиационных комплексов. Как было отмечено, БЛА могут выполнять по-

ставленные перед ними целевые задачи, являясь, в свою очередь, элементами некоторой системы. В настоящее время для обозначения такой системы используются понятия «беспилотная авиационная система» [7, 13] и «беспилотный авиационный комплекс» [5, 15, 21]. Первый термин, на наш взгляд, является неудачным, так как общепринятым является тот факт, что все самолеты и вертолеты специального назначения рассматриваются как элементы соответствующих авиационных комплексов. Поэтому более обоснованным является использование второго термина, хотя его четкое определение отсутствует в существующей литературе и нормативной документации.

Беспилотным авиационным комплексом (БАК) будем называть эргатическую (человеко-машинную) систему, включающую в себя беспилотные ЛА (рассматриваемые как системообразующие элементы), технические средства их старта, системы управления, передачи и обработки информации, технического обслуживания и персонал. Вся эта система во взаимодействии обеспечивает применение и эксплуатацию БАК. Типовой состав БАК приведен на рис. 2.



Рис. 2. Типовой состав беспилотного авиационного комплекса

БЛА, входящие в состав БАК и оснащенные соответствующей целевой нагрузкой, определяют его специализацию. Стартовые и посадочные средства могут включать в свой состав транспортно-заряжающие машины, пусковые установки, а также аппаратуру и оборудование для пред- и послеполетного контроля БЛА и обеспечения их посадки. Эта часть БАК обслуживается техническими расчетами, входящими в состав персонала комплекса.

Пункты управления (ПУ) БАК, объединяющие в себе аппаратуру и оборудование для разработки программ полетов БЛА, полетного контроля их технического состояния, радиокомандного управления выполнением полетных заданий, а также для сбора, обработки и передачи бортовой информации, функционируют с помощью расчетов управления БАК, включающих в себя командира расчета и операторов соответствующих специализаций.

Обеспечивающие средства БАК предназначены для подготовки БЛА к полету, обслуживания БЛА

после полета, проведения текущих регламентных и ремонтных работ, а также для хранения средств комплекса. Эта группа средств обслуживается персоналом, входящим в состав технических расчетов БАК.

Управление комплексом при решении задач, поставленных вышестоящей организацией, осуществляет персонал командного состава БАК. Полный состав и функции этой категории персонала БАК отсутствуют в литературе по беспилотной авиации. Следуя опыту ВВС и ГВФ, предлагается организационно объединить все компоненты БАК в составе беспилотной авиационной эскадрильи (БАЭ), приданной соответствующей организации. В этом случае командный состав БАК будет включать в себя командира, начальника штаба и штурмана БАЭ, выполняющих известные функции. Состав средств БАЭ определяется задачами той организации, к которой она придана.

Проиллюстрируем организацию работы БАЭ на примере такой перспективной в настоящее время функции БАК, как формирование единого информационного пространства путем воздушного наблюдения (ВН) за обстановкой в некотором заданном районе с помощью БЛА [22, 23].

Укрупненный алгоритм функционирования БАК воздушного наблюдения включает в себя следующие этапы [24]:

1. Командир БАЭ получает от руководителя проводимой операции распоряжение о выделении требуемого числа БЛА ВН и БЛА-ретрансляторов с графиками и эшелонами их полетов в заданных областях района с используемой целевой аппаратурой.

2. Командир и начальник штаба БАЭ планируют места дислокации компонентов БАК и полетные задания для БЛА.

3. Штурман БАЭ проводит все необходимые расчеты для обеспечения полетов используемых БЛА ВН и БЛА-ретрансляторов.

4. Все компоненты БАК выдвигаются в назначенные места их дислокации, развертываются и проверяются расчетами комплекса.

5. Проводится предстартовая подготовка БЛА и командир БАЭ докладывает руководителю операции о готовности БАК.

6. Согласно графику полетов производится пуск БЛА.

7. Операторами управления БЛА контролируется полет. Командиры расчетов ПУ докладывают командиру БАЭ о начале выполнения задач ВН.

8. Операторы-дешифровщики ПУ получают бортовую информацию от аппаратуры ВН, анализируют обстановку в областях их ответственности и докладывают командиру расчета ПУ о текущей обстановке.

9. При обнаружении, распознавании и идентификации объектов в зоне ответственности каждого ПУ командир его расчета приказывает оператору связи ПУ передать информацию о них в виде фрагментов электронных карт областей с нанесенными на них координатами и характеристиками объектов коман-

диру БАЭ и руководителю операции. В противном случае продолжается выполнение работ, описанных п. 8 данного алгоритма.

10. При получении от командира БАЭ приказа о повторном контроле определенных областей командир расчета ПУ отдает распоряжение оператору управления соответствующего БЛА о переходе на радиокомандный режим управления его полетом. При выполнении этим оператором соответствующих действий параллельно выполняются работы п. 8 алгоритма.

11. По завершении полетных заданий каждый БЛА в программном или радиокомандном режимах управления осуществляет полет в зону посадки.

12. Производится посадка БЛА и персоналом технических расчетов БАК осуществляется послеполетный контроль, техническое обслуживание и ремонт с отправкой годных к применению БЛА на стартовые позиции БАК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амушин Б., Лосев Е. Летящие роботы // Армейский сборник. 2002. № 2. С. 38 - 41.
2. Jane's unmanned aerial vehicles and targets. Edited by Kenneth Munson. United Kingdom. May 2005. Vol. 24. 974 p.
3. Гамзин А.В., Шевелева Н.Ю. Беспилотные летательные аппараты, представленные на «МАКС-2003» // Изв. вузов. Авиационная техника. 2004. № 3. С. 3 - 6.
4. Беллев В. «Беспилотники» шагнули в XXI век // Аэрокосмический журнал. 2002, июль-август. С. 45 - 48.
5. Расторгуев Н. Комплексы с дистанционно-пилотируемыми летательными аппаратами // Военный парад. 2003. № 4. С. 26 - 28.
6. Щербатов Р. Перспективные беспилотные летательные аппараты вертолетного типа // Зарубежное военное обозрение. 2003. № 3. С. 19 - 23.
7. Куликов Л., Ростопчин В., Бондиренко П. Беспилотные авиационные системы военного назначения: проблемы и перспективы развития // Аэрокосмическое обозрение. 2004. № 1. С. 20 - 23.
8. Алексеев С.М. Применение базовых технологий при проектировании комплексов наблюдения земной поверхности с использованием ДПЛА // Весрос. научно-техн. конф. «Моделирование и обработка информации в технических системах». Тез. докл. Рыбинск, 2004. С. 3 - 7.
9. Алеев Р.М., Овсянников В.А., Чепурских В.Н. Воздушная тепловизионная аппаратура для контроля нефтепродуктов. М.: Недра, 1995. 160 с.
10. Афонин П.М., Голубев И.С., Колотков Н.И. и др. Беспилотные летательные аппараты / Под ред. Л.С. Чернобровкина. М.: Машиностроение, 1967. 438 с.
11. Лебедев А.А., Чернобровкин Л.С. Динамика полета беспилотных летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1973. 616 с.
12. Григорьев А. Планы военного руководства ФРГ по развитию и использованию БЛА в ВС // Зарубежное военное обозрение. 2003. № 8. С. 47 - 53.
13. Каримов А. Беспилотные летательные аппараты большой высоты и продолжительности полета: уникальность и эффективность // Военный парад. 2003. № 4. С. 30 - 33.
14. Лебедев А.А., Баранов В.Н., Бобровников В.Т. и др. Основы синтеза систем летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1987. 224 с.

15. Прокофьев С. Подготовка операторов беспилотных летательных аппаратов // Зарубежное военное обозрение. 2004. № 8. С. 37 – 43.

16. Миронов А.Д., Владыгин Г.П., Кондратов А.А. и др. Методы исследований на летающих моделях / Под ред. А.Д. Миронова. М.: Машиностроение. 1988. 144 с.

17. Корпорация «Иркут» представила ряд новых комплексов на основе перспективных БЛА // Новости аэрокосмического салона «МАКС-2005». № 2. 2005. С. 12 – 13.

18. Алеев Р.М., Иванов В.П., Овсянников В.А. Основы теории анализа и синтеза воздушной тепловизионной аппаратуры. Казань: Изд-во Казан. ун-та. 2000. 252 с.

19. Моисеев В.С., Гущина Д.С., Салеев А.Б. Оптимизация состава бортового комплекса аппаратуры мониторинга подстилающей поверхности // Изв. вузов. Авиационная техника. 2003. № 4. С. 61 – 65.

20. Хрипунов С., Макаров А. Беспилотные истребители в воздушном бою // Аэрокосмическое обозрение. 2004. № 6. С. 32 – 35.

21. Иванов П. Россия на пути к бесконтактным войнам // Авианепанорама. 2004, сентябрь-октябрь. С. 6 – 8.

22. Азов В. О реализации в США концепции ведения военных действий в едином информационном пространстве // Зарубежное военное обозрение. 2004. № 6. С. 10 – 16.

23. Моисеев В.С., Гущина Д.С., Филиппов В.Л., Салеев А.Б. Основные задачи формирования единого информационного пространства с помощью беспилотного авиационного комплекса // Сб. трудов «Исследования по информатике». Вып. 8. Казань, 2004. С. 47 – 62.

24. Моисеев Г.В., Гущина Д.С. Алгоритм выполнения полетного задания беспилотным летательным аппаратом // Всерос. молодежная научн. конф. «VIII Королёвские чтения». Тез. докл. Самара, 2005. С. 20.

Поступила в редакцию
17.01.06

Unmanned Aerial Complexes. I. Structure and Performance

V.S. MOISEYEV, D.S. GUSHCHINA, G.V. MOISEYEV, AND A.B. SALEYEV

We present a standard structure and classification of contemporary and advanced unmanned aerial vehicles. We introduce the notion of the unmanned aerial complex and consider its structure and performance.