

Предисловие

Авионикой называют бортовое радиоэлектронное оборудование летательных аппаратов (ЛА) – транспортных средств, способных к управляемому полёту. Основные типы ЛА – это самолёты, вертолёты, конвертопланы, автожиры, дирижабли.

Цель книги – дать общее представление о современном состоянии авионики и тенденциях её развития. Книга предназначена, в первую очередь, для студентов, аспирантов и курсантов, изучающих системы авионики в рамках дисциплин «Авиационные приборы и пилотажно-навигационные комплексы», «Бортовое приборное и радиоэлектронное оборудование (авионика)», «Навигационные системы летательных аппаратов» и др. Также она может быть полезна тем, кто занимается созданием, производством, обслуживанием, эксплуатацией летательных аппаратов или их авионики.

Книга содержит систематизированный обзор отдельных систем авионики и её архитектуры в целом. Представлены основные классы авионики, за исключением чисто военных и узкоспециальных её применений. Каждому классу авионики посвящена отдельная глава.

Авионика довольно быстро меняется, следуя за прогрессом электроники и авиации, и развивается сама по себе. В новой редакции учтены изменения, которые произошли в этой области техники за прошедшие со времени первого издания годы.

В основу книги положены курсы, читаемые автором на базовой кафедре Ульяновского государственного технического университета.

Автор будет благодарен читателям за все предложения, которые послужат совершенствованию данной книги, исправлению ошибок и опечаток*.

* Отзывы и предложения просим направлять на эл.почту автора *kucheryavy.a @ yandex.ru* или в издательство на эл.почту *it @ lanbook.ru*. - Ред.

Введение

Определения и классификация. Летательный аппарат (ЛА) состоит из планёра, силовой установки и бортового оборудования.

Планёр – это несущая конструкция ЛА, её основу составляет фюзеляж, к которому крепятся другие части ЛА. Например, у самолёта планёр кроме фюзеляжа включает:

- крыло и оперение с аэродинамическими рулевыми поверхностями и средствами механизации крыла (элероны, рули высоты и направления, стабилизатор, закрылки, предкрылки, интерцепторы и др.);

- шасси с тормозами и устройством поворота;

- створки, двери, люки, окна.

Силовая установка генерирует необходимую для движения энергию. Её разделяют на основную и вспомогательную.

Основная силовая установка (ОСУ) создаёт подъёмную силу и силу тяги, необходимые для движения ЛА в атмосфере. Кроме того, ОСУ обеспечивает энергией различные агрегаты ЛА, например, привод насосов, воздушный компрессор, электрический генератор.

ОСУ включает двигатели, движители (воздушные винты, несущие винты), трансмиссии и коробки приводов, воздухозаборники, сопла, гондолы, пилоны, шумоглушатели и реверсивные устройства. Также к ОСУ относят устройства, которые обеспечивают её безопасность, например, противопожарную защиту на реактивном самолёте или пылезащиту на вертолёте.

Вспомогательная силовая установка (ВСУ) – дополнительный источник энергии, который используется в тех случаях, когда ОСУ на земле ещё не работает или неисправна в полёте.

К силовой установке принято также относить разнообразные системы, агрегаты и узлы, обеспечивающие работу ОСУ и ВСУ: топливную и масляную системы, устройства для смазки, зажигания, запуска, отбора воздуха, выхлопа, впрыска воды, средства охлаждения, турбостартеры и средства турбонаддува, системы управления двигателя и др.

Бортовое оборудование (БО) – это всё остальное, что присутствует на борту ЛА, но не относится к планёру и силовой установке. Оно состоит из отдельных компонентов – агрегатов, машин, блоков радиоэлектронной аппаратуры и т. п. Основными типами компонентов, относящихся к авионике, являются приёмники, датчики, индикаторы, сигнализаторы, приборы, бортовые цифровые вычислительные машины (БЦВМ), исполнительные устройства и пульты управления.

Датчик, или измерительный преобразователь, – это устройство, преобразующее измеряемую физическую величину в удобный для использования сигнал для дальнейшей обработки или регистрации.

Примерами воздействующей на датчик величины являются перемещение, давление, температура, электрическое напряжение. Выходной сигнал датчика обычно электрический: в электрических параметрах сигнала отражается текущее значение воздействующей на датчик физической величины.

Иногда датчику предшествует *приёмник* – устройство для дистанционного измерения, воспринимающее физическую величину и преобразующее её во вспомогательную величину для передачи на расстояние – в датчик. Примерами могут служить:

- приёмник воздушного давления, передающий атмосферное давление с фюзеляжа ЛА в трубопровод для измерения удалённым датчиком;
- патрон с низкокипящей жидкостью в трубопроводе маслосистемы авиадвигателя, который преобразует тепло масла в пропорциональное давление паров, измеряемое отдельным от патрона датчиком давления.

Индикатор, или указатель, – это устройство визуального отображения информации о количественном или качественном значении физической величины. Входным сигналом для индикатора служит сигнал либо непосредственно от датчика, либо от вычислительного устройства, производящего обработку сигнала датчика.

Прибор – устройство, обеспечивающее измерение и индикацию физической величины. Таким образом, прибор содержит как датчик, так и индикатор.

Сигнализатор – это устройство отображения информации о соответствии физической величины требуемому значению или о соответствии объекта наблюдения требуемому состоянию. Отображение информации осуществляется им в визуальной, звуковой или тактильной форме. Также сигнализатором называют разнообразные устройства, вырабатывающие электрический сигнал при наступлении определённого события, например, при включении насоса. Такой сигнализатор является не устройством отображения информации, а датчиком с двумя состояниями электрического сигнала: «да» или «нет».

БЦВМ – это компьютер в авиационном исполнении. БЦВМ может быть как универсальной, рассчитанной на решение широкого круга задач, так и специализированной, т. е. усеченной по составу и возможностям до необходимого минимума и приспособленной для выполнения только определенных задач. Специализированные БЦВМ по традиции называют *вычислителями*.

Исполнительные устройства преобразуют команды экипажа или БЦВМ в непосредственное воздействие на объект управления. Это электромоторы, сервоприводы, клапаны, заслонки, коммутаторы и т.п. Как правило, команда поступает в виде электрического сигнала, а управляющее воздействие вызывает перемещение или вращение управляемого объекта.

Пульт управления – это устройство для управления работой бортового оборудования и контроля за ним со стороны экипажа. На пульте расположены органы управления: кнопки, ручки, рычаги и т. п.

Компоненты БО используются как самостоятельные изделия или объединяются в системы. *Бортовая система* – это совокупность компонентов БО и программных приложений, имеющих общее назначение и единый алгоритм функционирования. Программные приложения в этом определении выделены как отдельные компоненты по той причине, что они не обязательно выполняются собственными БЦВМ данной системы: авионика может содержать единое вычислительное ядро, выполняющее программные приложения сразу нескольких систем. Такая архитектура называется интегрированной авионикой (гл. 11).

Следует заметить, что деление на системы условно: на разных типах ЛА одинаковые по назначению компоненты могут попадать в состав разных систем. С другой стороны, некоторые неотъемлемые компоненты систем (датчики, антенны, приёмники воздушного давления и др.) формально считают самостоятельными изделиями, не входящими в состав систем, которые их используют. Так удобнее с точки зрения логистики.

Системы, в свою очередь, могут объединяться в более крупные структурные образования – комплексы. *Комплекс бортового оборудования* – это совокупность функционально-связанных систем и компонентов БО. Например, пилотажно-навигационный комплекс включает ряд навигационных систем, а также тесно связанные с ними, но формально отдельные компоненты – датчики и приборы.

Всё бортовое оборудование можно разделить на три группы: авионику, целевое оборудование и общесамолётное оборудование (или общевёртолётное, общедирижабельное и т. п.) – ОСО.

Авионика^{*}, т. е. «авиационная электроника», это совокупность компонентов, систем и комплексов БО, которые или целиком состоят из радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), или в которых РЭА играет центральную роль. Однако, это только необходимый признак авионики, но ещё не достаточный. В наше время, когда микропроцессор имеется в любой стиральной машине, было бы странно, если бы радиоэлектронные компоненты, включая БЦВМ, не присутствовали в системах, которые к авионике не относят: в целевом оборудовании и в системах ОСО.

^{*} Термин «авионика» произошёл от англ. «avionics» – сокращения двух слов «*aviation electronics*». Он был введён в оборот в 1970-х гг. Филиппом Дж. Классом – редактором журнала «*Aviation Week & Space Technology*». В отечественной традиции авионику называли (и часто продолжают называть) «бортовым радиоэлектронным оборудованием», БРЭО. Однако в данной книге используется термин «авионика» как более современный, лаконичный и общепризнанный в мире.

Реальная граница между этими тремя группами БО проходит не по признаку наличия РЭА, а по выполняемым функциям.

Авионика выполняет на борту ЛА следующие функции.

1. *Навигация* – определение географического местоположения, скорости и направления движения ЛА, а также его ориентации в пространстве относительно поверхности Земли, интересующих объектов и ориентиров, таких как взлётно-посадочная полоса.

Навигационные системы авионики можно разделить на два класса: автономные и радионавигационные.

Автономные навигационные системы при определении навигационных параметров полагаются на собственные измерения или наблюдения, не используя сторонние радиосигналы или иные искусственно созданные физические поля. К этому классу относятся система воздушных сигналов, инерциальная навигационная система, доплеровский измеритель скорости и угла сноса, радиовысотомер, корреляционно-экстремальная и астронавигационная системы.

Методы навигации и автономные навигационные системы рассматриваются в главе 1.

В отличие от них, радионавигационные системы не автономны, они используют для навигационных измерений радиосигналы от наземных или космических станций. К этому классу относятся автоматический радиокompас, азимутальная система ближней навигации VOR, радиодальномер DME, системы посадки, радиотехнические системы ближней и дальней навигации, спутниковая навигационная система.

Методы радионавигации и упомянутые радионавигационные системы рассматриваются в главе 2.

2. *Наблюдение окружающей обстановки* – обзор пространства вокруг ЛА и представление общей картины экипажу в виде изображения на экране индикатора. Это полезно в тех случаях, когда собственное зрение пилота* неэффективно: ночью, в тумане, на большом удалении от ЛА и т. п. К этому классу систем, называемых обзорными системами, или *сенсорами*, относится, например, система улучшенного видения, которая получает изображение в инфракрасном диапазоне и поэтому способна «видеть» ночью и в плохих погодных условиях.

К обзорным системам также можно отнести системы, которые хотя и не видят всего, что происходит вокруг, но способны выявлять в окружающем ЛА пространстве определённые объекты и определять их местоположение относительно собственного ЛА: метеолокатор «видит» грозы; лидар способен «увидеть» провода ЛЭП; система предупреждения столкновений пеленгует находящиеся поблизости самолёты; система

* Здесь и далее слово «пилот» используется только для краткости: под ним подразумеваются не только пилоты, но все члены лётного экипажа ЛА.

предупреждения приближения к земле «видит» горы и высотные сооружения, возникающие по курсу полёта.

Системы этого класса весьма разнообразны по принципу действия. Методы обзора окружающего пространства и существующие обзорные системы рассматриваются в главе 3.

3. *Связь* – телефонная внутренняя связь ЛА, телефонная и телеграфная радиосвязь с землёй и другими ЛА, обмен информацией по цифровым каналам передачи данных. К связным системам авионики относятся радиостанции, включая аварийные радиостанции и радиомаяки, станция спутниковой связи, система селективного вызова SELCAL, система адресной связи ACARS, аппаратура для работы в сети авиационной электросвязи, аппаратура сотовой связи, аппаратура внутренней связи.

Виды авиационной радиосвязи и перечисленные радиосвязные системы рассматриваются в главе 4.

4. *Взаимодействие со службами управления воздушным движением (УВД)* – подача для них сигналов опознавания, а также координация действий с наземными службами. К предназначенным для этого системам авионики относятся радиолокационный ответчик, аппаратура зависимого наблюдения, ответчик госопознавания, аппаратура для связи с диспетчером по линии передачи данных.

Методы наблюдения за воздушным движением и системы авионики, обеспечивающие взаимодействие в системе УВД, рассматриваются в главе 5.

5. *Автоматическое управление* – пилотирование ЛА совместно с пилотами или вместо них, управление двигателями и ОСО. К системам авионики этого класса относятся системы автоматического управления полётом (автопилот) и тягой (автомат тяги), система самолётовождения, автоматическая система повышения устойчивости и управляемости, электродистанционная система управления, электронные регуляторы двигателей и система автоматического управления общесамолётным оборудованием – СУОСО.

Системы автоматического управления рассматриваются в главе 6.

6. *Отображение информации экипажу* – индикация и сигнализация с помощью визуальных, звуковых и тактильных средств отображения.

К этому классу относятся системы, индицирующие информацию на экранах электронных индикаторов, индикаторы на лобовом стекле, наголовные и нашлемные индикаторы, а также звуковые, речевые и тактильные средства отображения. Все они рассматриваются в главе 7.

7. *Восприятие команд экипажа бортовому оборудованию* – пульта управления, включая многофункциональные пульта-индикаторы, устройства указания на экранах индикаторов типа трекболов и джойстиков, а также речевая командная система, воспринимающая голосовые команды. Они рассматриваются в главе 8.

8. *Преобразование интерфейсов* – сбор и преобразование в цифровую форму электрических сигналов от датчиков. В этот класс также включены концентраторы сигналов и сетевое оборудование. Все они рассматриваются в главе 9.

9. *Поддержка эксплуатации ЛА* – сбор и хранение информации о происходящих в полёте событиях, например, об отказах оборудования и о достигнутых эксплуатационных параметрах. Эта информация впоследствии используется для устранения отказов оборудования, прогнозирования ресурсов деталей и агрегатов ЛА, для контроля лётной эксплуатации и для расследования лётных происшествий. К этому классу относятся разнообразные бортовые регистраторы, бортовая система технического обслуживания, система мониторинга технического состояния ЛА. Они рассматриваются в главе 10.

К авионике можно отнести и обычные приборы, хотя многие из них никакой электроники внутри не содержат, а представляют собой чисто механические или электромеханические устройства. Но если судить не по внутреннему устройству, а по выполняемым функциям, то их действительно можно считать принадлежностью авионики. Собственно говоря, приборы и были предшественниками авионики. Но к настоящему времени приборы почти повсеместно вытеснены электронными индикаторами. К тому же о них давно всё сказано. Поэтому в данной книге рассматриваются только электронные приборы (раздел 7.6), которые уже безо всякой натяжки можно считать частью авионики.

Целевое оборудование предназначено для решения тех задач, для которых предназначен данный тип ЛА. Это оборудование, которое присутствует на борту только специализированных ЛА, а на ЛА, имеющих иную специализацию, отсутствует. На боевых ЛА это, например, обзорно-прицельный комплекс, на транспортных ЛА – оборудование грузовых отсеков и десантно-транспортное оборудование, на пассажирских ЛА – оборудование салона, буфет/кухня, система развлечения пассажиров, на медицинских ЛА – санитарное оборудование и т. п.

Общесамолетное оборудование – это всё остальное бортовое оборудование. Оно обеспечивает работу планёра, силовой установки, целевого оборудования, авионики, а также жизнедеятельность и безопасность людей на борту. Список типовых функций ОСО на самолёте приведён в табл. В.1.

Граница между силовой установкой и ОСО довольно размыта.

С одной стороны, системы, функционально относящиеся к силовой установке, по своей организации и принципу действия подобны системам ОСО. Более того, они зачастую используются не только в интересах силовой установки, но и в интересах самолета в целом. Например,

топливная система может использоваться для обеспечения необходимой центровки самолета путем перекачки топлива из одних баков в другие.

С другой стороны, непосредственно на двигателях или в их зоне располагаются агрегаты, которые функционально должны принадлежать ОСО. Например, основные генераторы функционально являются частью системы электроснабжения, средства отбора воздуха – системы кондиционирования и т. п.

Таблица В.1. Функции общесамолетного оборудования

Управление элементами планёра	Измерение запаса воды
Управление аэродинамическими рулевыми поверхностями – элеронами, рулями направления, высоты и т. п.	Удаление отбросов
Управление механизацией крыла – закрылками, предкрылками и т. п.	Обогрев и охлаждение РЭА
Триммирование и балансировка	Энергоснабжение
Выпуск/уборка шасси и створок	Электроснабжение
Управление рулевой стойкой	Распределение электроэнергии
Торможение	Гидравлический привод
Обдув колёс	Пневматический привод
Контроль дверей и люков	Светотехническое обеспечение
Измерение массы и центровки, управление центровкой	Внутреннее освещение
Управления силовой установкой	Внешнее освещение – фары
Система управления ОСУ	Световое опознавание – АНО и маяки
Система управления ВСУ	Обеспечение безопасности полётов
Реверс двигателей	Сигнализация пожара, пожаротушение
Электроостанов двигателей	Противообледеневая система
Жизнеобеспечение, микроклимат	Противообледенительная система
Кондиционирование воздуха	Обогрев стекол
Регулирование давления	Обеспечение нейтральным газом
Обеспечение кислородом	Аварийно-спасательное оборудование
Вентиляция	Ручное управление ОСО
Обогрев помещений	Верхнепотолочный пульт управления
Водоснабжение	

Роль авионики в авиации. История авиации насчитывает уже более ста лет. И на первых порах считалось, что приборы – эти предшественники авионики – не так уж и нужны: летали в хорошую погоду, на небольших скоростях и высотах, в открытой кабине. Параметры полёта пилот мог контролировать визуально, скорость и скольжение ощущал по обдуваемому лицу воздуху, перегрузки чувствовал телом, работу двигателя контролировал на слух. Поэтому число приборов в кабинах самолётов редко доходило до пяти. Собственно говоря, и на современных сверхлёгких самолётах (к которым относились и первые аэропланы) наблюдается та же картина.

Между прочим, идеи, которые легли в основу собственно авионики – автопилота, радиосвязных, радионавигационных, радиолокационных, инерциальных и других систем – были предложены уже на заре развития авиации. Некоторые из них тогда нельзя было реализовать из-за отсутствия элементной базы, но значительную роль сыграла инерционность мышления. Даже в 1930-е годы в учебниках писали, что приборы – это так, на всякий случай, а вообще-то настоящий пилот – это артист, он должен чувствовать полёт своим нутром.

Но уже Первая мировая война стала менять такое пренебрежительное отношение. Необходимость летать вне видимости земли – ночью, над облаками – вытекала из логики боевых действий. Поэтому самолёты стали оснащать набором приборов для «слепого полёта». Их показания заменяли пилоту собственные ощущения. Необходимость летать далеко, например, в тыл неприятельских войск, потребовала навигационного оборудования. Также повсеместное распространение получили радиостанции, которые можно считать первыми представителями собственно авиационной электроники. На войне возникла необходимость оперативно докладывать обстановку на землю, координировать свои действия с другими самолётами боевой группы. Поэтому радиостанции и радиотелеграфные аппараты стали брать в кабину.

С тех пор наращивание количества приборов и авионики на борту ЛА шло непрерывно. Усложнялись условия пилотирования, расширялся круг решаемых задач, усложнялся сам летательный аппарат. Это требовало всё новых и новых приборов и систем. Более того, оказалось, что авионика способна подвинуть казавшиеся прежде незыблемыми законы проектирования ЛА. Например, автоматическая система повышения устойчивости и управляемости позволила строить аэродинамически неустойчивые аппараты, эффективность которых – что в бою, что в гражданском применении – гораздо выше, чем у традиционных ЛА.

Как остроумно заметил Альберт Хелфрик, две отрасли техники, электроника и авиация, родились в одно время – в начале XX века; они росли до совершеннолетия и в возрасте примерно 25 лет поженились, образовав могучую отрасль авиакосмической промышленности.

Сегодня именно авионика во многом определяет возможности и конкурентоспособность ЛА.

Косвенной оценкой значительно возросшей роли авионики в современной авиации стал рост её стоимости. На боевых и магистральных пассажирских самолётах стоимость авионики составляет около 30–40% стоимости всего ЛА (рис. В.1 по данным [В.6]), а на специализированных самолётах, например, дальнего радиолокационного обнаружения, может достигать до 75%. Даже в малой авиации стоимость авионики составляет 15–25% стоимости аппарата [В.3, В.5].

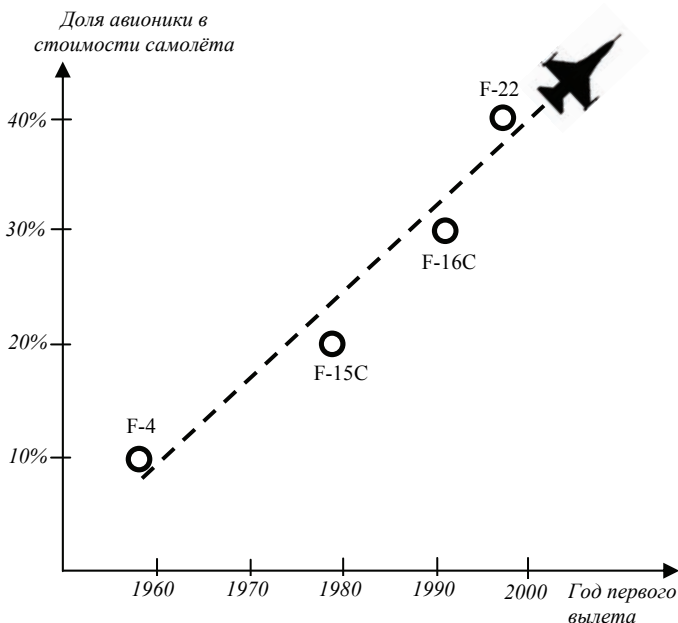


Рис. В.1. Рост стоимости авионики истребителей США

Этот факт свидетельствует также о том, что возросшая стоимость авионики с лихвой окупается повышением эффективности ЛА в целом, говорим ли мы о гражданских или военных приложениях авиации.

Высокая стоимость авионики вызвана чрезвычайно высокими наукоёмкостью и трудоёмкостью её создания, уникальностью материалов и технологий, используемых в производстве её комплектующих. В целом, около половины средств, вкладываемых в разработку нового ЛА, уходит на исследования и разработки, связанные с созданием программных и аппаратных средств авионики [В.6].

Существенно возросла сложность авионики. Она уже давно превысила сложность самого ЛА. Именно поэтому авиационные власти при сертификации авионики выдвигают к ней особые требования. Если соответствие нового типа ЛА авиационным правилам по-прежнему можно доказать путём испытаний, то с авионикой всё не так просто. Перебрать все возможные состояния современных крупных электронных систем и убедиться в правильности их работы в разумные сроки просто невозможно. Поэтому для авионики выбран другой путь: авиационные власти накладывают требования не только на функциональные возможности и технические характеристики систем авионики, но и на технологию их разработки, применяемые при этом инструменты и процессы. Считается, что соблюдение правил проектирования позволяет

гарантировать нужное качество, раз в нём не удаётся убедиться путём прямых испытаний.

В обозримый период роль авионики будет и дальше повышаться. Это связано с рядом движущих факторов и прогнозируемых тенденций развития воздушного транспорта.

Непрерывно растёт количество участников воздушного движения, при этом рост трафика имеет скорее экспоненциальный, чем линейный характер и его плотность в Европе и некоторых других регионах мира уже достигла предельных для нынешней инфраструктуры величин.

К тому же к традиционной составляющей воздушного трафика в ближайшем будущем будет добавлено соизмеримое количество беспилотных летательных аппаратов, разработка и внедрение которых идет ускоренными темпами во всех регионах мира.

Быстро растёт количество непрофессиональных пилотов: увеличивается количество частных самолётов и вертолётот, внедряются летающие автомобили. Без активного участия авионики в управлении ЛА в небесах может стать так же небезопасно, как сейчас на дорогах.

В международном масштабе под патронажем ИКАО проводится коренная реорганизация всей системы организации воздушного движения (ОрВД), направленная на создание условий для более эффективных, безопасных и экологичных воздушных перевозок. Внедряются новые принципы ОрВД (программы FANS, SESAR и NextGen), новые способы выполнения полета (концепции CNS/ATM, Free Flight), новые принципы взаимодействия воздушной и наземной составляющей воздушного транспорта (CPDLC, ADS-B). В целом все эти изменения приводят к изменению условий пилотирования и процедур ОрВД, самолетовождение становится для экипажа более вариативным, а значит и более сложным.

Повышаются требования к безопасности полетов. Этот вопрос ставится во главу всех современных концепций развития воздушного транспорта.

Повышаются требования к экономичности и экологичности воздушного транспорта.

Повышается динамика изменения воздушной обстановки. Увеличение плотности воздушного движения, стремление летать в любых условиях, увеличение скоростей полета – всё это вместе приводит к уменьшению времени, доступного пилотам для принятия и исполнения решения.

От воздушного транспорта потребуется способность обеспечить 4-мерное самолетовождение, т. е. доставка пассажиров и грузов должна проходить по заданной траектории, строго по графику и должна завершаться в назначенное время.

Непрерывно усложняется сам ЛА, его бортовое оборудование и силовая установка. Это позволяет решать с помощью такого ЛА все более сложные задачи, однако, с другой стороны, контроль состояния

такого ЛА и управление им становится непосильной для экипажа задачей. При этом, несмотря на общее усложнение и повышение разнообразия задач экипажа, его численный состав уменьшается. Даже для тяжелых самолетов нормой стал экипаж из двух пилотов, а в ближайшем будущем прогнозируется появление самолетов этой размерности, управляемых одним пилотом или даже дистанционно.

Появляются ЛА, управлять которыми традиционным способом не удаётся: беспилотные, аэродинамически неустойчивые, сверхзвуковые и гиперзвуковые.

Решение перечисленных проблем возможно только при условии дальнейшего повышения роли авионики в процессе воздушного движения, расширения её функций, возможностей и ответственности.

Содержание и структура книги. Классифицировать авионику можно по выполняемым функциям и по месту в структуре бортового оборудования. В данной книге в основу положен функциональный принцип. Две основные причины этому следующие.

1. Нормативного или хотя бы стандартного деления задач авионики по её структурным элементам (комплексам, системам, электронным блокам) не существует. Единственная более-менее успешная попытка – это стандарты ARINC серий 700 и 800, но они быстро устаревают и им далеко не все и не во всём следуют. Поэтому деление авионики на системы отличается практически на каждом типе ЛА.

2. Авионика – это бортовая электроника. Как и вся остальная электроника, она очень быстро развивается и изменяется. Закон Мура действует и здесь. То, что вчера было комплексом, состоящим из нескольких громоздких систем, сегодня становится единой компактной системой, а завтра она может исчезнуть вовсе, растворяясь в родственной системе. Основная тенденция, которую можно наблюдать в современной авионике, – это интеграция. Вчерашние независимые системы объединяются в единую комплексную систему. Однако то, что данный класс систем исчез, растворился, не означает, что функции, которые он выполнял, более не нужны. Функции сохраняются, они постоянны, а вот структурное деление довольно быстро меняется – с тем темпом, который задаёт развитие электроники.

Поэтому структура книги основана на функциональном назначении систем. Авионика поделена на перечисленные выше девять классов, каждому из них отведена отдельная глава. В начале главы кратко излагаются общие сведения для более глубокого понимания содержания главы. Далее глава поделена на разделы, каждый из которых посвящён одной из систем рассматриваемого класса. Внутри раздела описываются:

- функции, выполняемые системой;
- её принцип действия;
- её устройство – состав и структура;
- с какими другими системами она взаимодействует;

- основные функциональные характеристики системы и их современный уровень*;
- особенности системы, её достоинства и недостатки;
- разновидности системы, если есть.

Библиографический список основных использованных источников приводится в конце раздела. Используемые сокращения и обозначения расшифровываются в каждом разделе, когда встречаются в нём впервые.

В заключение рассматривается структурное построение комплексов авионики. Дан обзор трёх поколений авионики, подробно рассмотрены федеративная архитектура и интегрированная модульная авионика.

В конце книги приведён список основных сокращений.

Библиографический список

- B.1. Авиация: энциклопедический словарь. – М. : Общество авиастроителей, 2014. – 1010 с.*
- B.2. Авиация. Энциклопедия. – М. : Большая Российская энциклопедия, 1994. – 736 с.*
- B.3. Collinson R. P. G. Introduction to Avionics Systems. 3rd edition. – Dordrecht : Springe, 2011. – 530 p.*
- B.4. Seabridge A., Radaei M. Aircraft Systems Classifications. – Hoboken : John Wiley & Sons, 2022. – 334 p.*
- B.5. Bieber P. et al. New Challenges for Future Avionic Architectures // Aerospace Lab. – 2012. – Issue 4. – P. 1–10.*
- B.6. Faulconbridge R. I. Avionics Principles. – Canberra : Argos Press, 2007. – 330 p.*

* Безусловно, важнейшими характеристиками бортового оборудования являются масса, габариты, потребляемая мощность и надёжность. Но именно они в данной книге опущены. Причина заключается в том, что бурное развитие электроники очень быстро изменяет эти характеристики и они устарели бы уже при выходе книги из печати. Поэтому в подразделе «Технические характеристики» рассматриваются только те характеристики, которые относятся к выполняемым данной системой функциям.

АВТОНОМНАЯ НАВИГАЦИЯ

Навигация в широком смысле слова – это определение параметров поступательного движения объекта. Задачи навигации на летательных аппаратах заключаются в нахождении текущего местоположения, скорости и направления движения, в определении оптимальной траектории и режима полета для перемещения ЛА в заданную точку пространства (цель, аэродром). Также к задаче навигации относят определение ориентации ЛА в пространстве относительно поверхности Земли.

В настоящей главе рассматриваются автономные навигационные системы, которые решают перечисленные задачи самостоятельно, не прибегая при этом к помощи искусственно созданных источников сигналов (физических полей).

1.1. Методы и основные понятия навигации

Основная задача навигации – доставить ЛА в нужную точку Земли. Для этого нужно контролировать текущее положение ЛА в пространстве, то есть непрерывно или хотя бы периодически определять собственное местоположение в некоторой системе координат. Чаще всего используют земную систему координат, характеризующуюся тремя координатами – широтой, долготой и высотой полёта.

Методов, которые позволяли бы в реальном масштабе времени определить свои абсолютные координаты, не существует. Все используемые методы – относительные: измеряются координаты относительно некоторых ориентиров, координаты которых точно известны из заранее проведённых измерений – геодезической съёмки или астрономических наблюдений. Будем называть эти ориентиры с известными координатами *навигационными точками* (НТ). В качестве НТ могут использоваться объекты на земной поверхности, в околоземном пространстве и в космосе – Солнце, планеты, Луна и звёзды, объединяемые термином *светила*. Навигационной точкой может служить и сама Земля.

НТ могут быть естественного или искусственного происхождения. Искусственные НТ специально созданы и размещены в известных точках пространства для целей навигации. Аналог такой НТ – маяк на берегу.

Используют три метода навигации: счисление пути, позиционный и обзорно-сравнительный.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru