



НАВИГАЦИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Авторы: К. К. Веремеенко

НАВИГАЦИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ (аэронавигация), наука о методах и средствах вождения летательных аппаратов из одной точки пространства в другую. Н. л. а. тесно связана с такими дисциплинами, как теория управления движением ЛА, теория фигуры Земли и её гравитационного и магнитного полей, геодезия. На использовании достижений аэронавигации строится практич. самолётовождение.

Осн. задачи, решаемые аэронавигацией: предварит. определение траектории движения объекта с учётом требований возд. пространства, возможностей имеющегося оборудования, предполагаемых внешних условий и времени движения; определение методов навигац. измерений, исходной и начальной навигац. информации и средств коррекции ошибок измерений, которые могут быть наиболее эффективными в планируемых условиях движения объекта; проведение измерений и обработка полученной навигац. информации в процессе движения объекта; обнаружение пространственно-временных отклонений от заданной программы движения и выработка команд для управления объектом. Перечисленные задачи решаются с использованием разл. методов навигации в [бортовом вычислительном комплексе](#).

Средства Н. л. а. по принципу действия делятся на 4 группы: геотехнич., астрономич., радиотехнич. и светотехнические. Геотехнические средства основаны на измерении параметров магнитного поля (магнитные компасы), поля земной атмосферы (барометрич. высотомеры, измерители возд. скорости), топографич. поля (навигац. карты), поля оптич. контраста (оптич. визирь), гравитац. поля (гравиметры). Особо следует выделить группу гиринерционных средств Н. л. а., основанных на использовании гироскопич. эффекта и измерении сил инерции ускоренного движения

в совокупности с силой тяготения ([гирровертикали](#), инерциальные системы навигации и др.). Средства астрономической навигации (астрокомпасы, секстанты, астрономич. и звёздно-солнечные ориентаторы) основаны на пеленгации (гл. обр. оптической) небесных светил, позволяют определять географич. координаты и истинный курс ЛА. Радиотехнические средства представлены бортовыми системами и наземными средствами (радиосистемы ближней и дальней навигации, радиотехнич. системы посадки); к ним относятся и стремительно развивающиеся глобальные спутниковые навигационные системы (напр., ГЛОНАСС). Светотехнические средства Н. основаны на использовании бортовых или наземных источников света, гл. задача которых – облегчение ориентировки в сложных метеорологич. условиях и ночью (прежде всего при посадке).

Существуют 3 группы методов определения местоположения ЛА. К 1-й группе относится метод счисления координат, основанный на измерении проекций скоростей или ускорений и последующем их интегрировании в той или иной системе отсчёта для получения координат местоположения, а также инерциальный метод навигации (см. [Инерциальная система управления](#)), курсовоздушный и курсодоплеровский методы.

2-я группа методов – позиционные методы навигации, основанные на измерении физич. величин, дающих линию или поверхность в пространстве, называемые линиями или поверхностями положения. Точка пересечения линий или поверхностей положения определяет местонахождение ЛА. Для этих целей используются средства астрономич. навигации и [радионавигационные системы](#).

3-я группа методов – обзорно-сравнительные методы, основанные на сравнении реально наблюдаемой окружающей местности (или отд. ориентиров) и её изображения (или изображения ориентиров) на карте, заложенной в памяти бортового вычислит. комплекса.

Выбор методов определяется большим числом условий применения: состоянием атмосферы, диапазоном изменения навигац. параметров, потребной точностью их измерения, требованиями помехозащищённости, автономности и надёжности навигац. измерений и др. В зависимости от протяжённости полётной траектории различают

ближнюю и дальнюю навигацию. Ближняя навигация обеспечивает перемещение ЛА в районе аэродрома, а также его взлёт и посадку. Дальняя навигация применяется на маршрутах протяжённостью сотни и тысячи километров.

Все перечисленные выше методы Н. л. а. решаются с использованием совокупности большого числа параметров, которые в процессе полёта непрерывно меняются вследствие перемещения ЛА, изменения условий окружающей среды и действующих внешних возмущений. Параметры навигации разделяются на группы:

характеризующие положение центра масс ЛА относительно внешних систем отсчёта (координаты, линейные скорости и ускорения); определяющие движение ЛА относительно его центра масс (угловые ускорения, скорости и угловые координаты ЛА относительно горизонтного базиса – тангаж, крен, курс; относительно вектора истинной возд. скорости – угол атаки, скольжения и сноса); определяющие состояние окружающей среды (атмосферы – темп-ра, давление, плотность, скорость ветра, скорость звука; геофизич. полей – напряжённость магнитного поля, гравитац. потенциал; излучения разл. естеств. и искусств. источников и др.); параметры, характеризующие относит. движение и физич. свойства ориентиров, радиомаяков и др. возд. объектов.

Аэронавигация возникла одновременно с первыми полётами. За прошедшие сто с небольшим лет в развитии средств и методов Н. л. а. можно выделить неск. этапов. Первый (до нач. 1920-х гг.) характеризовался применением метода визуальной ориентировки, второй (1920–1950-е гг.) – применением простых средств инструментальной навигации (напр., радиокompаса). Рост интенсивности возд. движения, концентрация движения в районах расположения наземных радиомаяков привели к необходимости осуществления зональной навигации, осн. отличит. особенностью которой является возможность полётов по любым траекториям, и прежде всего по трассам, не проходящим через радиомаяки. Решение этой задачи было реализовано на следующем этапе (1950–80-е гг.) установкой на борту ЛА навигац. вычислителей, позволяющих «хранить» программу полёта и вычислять сигналы выхода на заданную траекторию. Появление на ЛА (с 1990-х гг.) бортового вычислит. комплекса 4-го поколения с многомашинной и многоуровневой организацией обработки данных и вычислений привело к образованию пилотажно-

навигационных комплексов, объединяющих в своём составе большое число датчиков и систем, включая спутниковые и инерциальные навигационные системы.

Литература

Лит.: Селезнев В. П. Навигационные устройства. 2-е изд. М., 1974; Ориентация и навигация подвижных объектов. М., 2006; Современные информационные технологии в задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов. М., 2009.