

# **НАВИГАЦИЯ. ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ПОСАДКИ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА (БЛА)**

*А.В. Вахтомов*

Навигация – наука помогающая находить правильный путь.

НАВИГАЦИЯ, комплекс способов, которыми определяют местонахождение судна или летательного аппарата и его маршрут. Используются пять основных методов: навигационное счисление пути (регулярная фиксация

пройденного расстояния и направления и вычерчивание по этим данным пути на карте); лоцманское сопровождение (проведение кораблей с ориентировкой на буи, береговые знаки и т. д.); ориентирование по звездам и солнцу; Инерциальное наведение (используется в навигации космических кораблей); радионавигация. Последний способ включает использование радиомаяков, систем дистанционного слежения и спутниковых навигационных систем, таких как глобальная система навигации (ГСН). Приборы и морские карты позволяют определять местоположение объекта по широте и долготе, азимуту (направление в градусах, исчисляется от направления на север), скорости объекта и пройденному расстоянию.

Довольно проста навигация вблизи берега осуществляется методом наземной навигации, в котором используются ориентиры на суше и воде, такие как маяки, береговые знаки, плавучие маяки и буи. Они занесены в морские карты, их значение и внешний вид описаны в лоциях и перечнях маяков. Путем определения координат наземных и оптически доступных объектов навигатор, называемый на судах штурманом, определяет положение судна и с помощью компаса и морских карт корректирует курс или прокладывает его снова.

Другой метод навигации заключается в последовательном присоединении, «связывании» курсов. При этом определение координат судна относительно места его отправления при использовании принципа измерения, основанного на законе инерции, является наиболее современным методом навигации и называется инерциальной навигацией.[1, 4, 5]

В настоящее время у производителя систем управления для объектов различных классов возникают актуальные проблемы о возможности разработки на основе собственных ресурсов навигационной системы, удовлетворяющей точностным, объёмно-массовым и стоимостным характеристикам для объекта заданного класса. Требуется разработать систему поддержки принятия решений по обоснованному выбору облика навигационной системы при заданной информации о классе объектов. Система поддержки должна быть такой, чтобы на её вход можно было бы подать информацию о массогеометрических характеристиках объекта, о характеристиках навигационной системы и вариантах её возможных схемных решений с целью дальнейшей разработки. [2]

#### *Проблемы и методы посадки БЛА*

Запустить в полет небольшой БЛА – довольно просто. Это можно сделать с небольшой катапульты, или специальной рогатки, или даже сильным броском с руки. Но вот посадить его в целости и сохранности – очень сложно.

Если летательный аппарат обладает неподвижными крыльями, ему по определению требуется достаточно высокая скорость, чтобы не рухнуть вниз камнем. А на большой скорости задача точной навигации и контроля при посадке становится крайне непростой. Особенно для малых беспилот-

ных летательных аппаратов, у которых нередко просто не хватает места и подъемной силы для размещения достаточного оборудования – особенно такого, которое совершенно бесполезно в 99 % рабочего времени аппарата. Как и стоит ожидать, для решения этой задачи предложен целый ряд решений. Учёные разных стран работают над решением этой проблемы.

Первое решение – простое, как молоток: контролируемое падение. Так совершает посадку аппарат Puma AE компании AeroVironment. Ориентируясь на показания бортового GPS-навигатора, он возвращается для посадки к нужной точке и, описывая сужающиеся круги, снижает скорость, в конце концов просто врезаюсь в землю. При этом разработчики и не планируют, что аппарат останется в целости – а заботятся о сохранности. Конструкция Puma AE подразумевает, что от удара БЛА развалится на части – но в строго определенных местах, так, что собрать его обратно будет легко и просто.

Но если вы, все-таки, хотите, чтобы ваш беспилотный летательный аппарат не разваливался на куски, возможно, стоит присмотреться к обычной парашютной системе. Именно этот подход реализован в БПЛА Orbiter компании Aeronautics Defense. Ориентируясь по GPS, аппарат находит место посадки и подлетает к нему. Здесь он делает несколько кругов – не для того, чтобы его приветствовали встречающие, а чтобы собрать и уточнить данные о направлении и скорости ветра, других условиях посадки. Обработав эту информацию и учтя ее в своем алгоритме снижения, он выходит на окончательную точку на высоте около 30 м над землей, выключает двигатель и выбрасывает небольшой парашют, спокойно и с достоинством опускаясь вниз.

Но как быть с теми условиями, когда лишнего пространства на посадочной точке нет, когда ошибка даже в пару метров может стать критической, когда даже парашют не является достойным решением – скажем, на раскачивающейся палубе корабля? Разумеется, проще всего пойти старым и испытанным на обычных палубных самолетах путем: использовать тормозной трос. Так действовали разработчики беспилотного летательного аппарата ScanEagle, совместной разработки Boeing и Insitu.

Интересно, что точность выхода на место зацепления с тросом очень высока – отклонение не превышает пары сантиметров. Трос при этом расположен не горизонтально, как на современных авианесущих кораблях, а вертикально: аппарат, приближаясь к нему, ложится набок, чтобы зацепиться за него хотя бы один из прочных титановых крюков, расположенных ближе к концам крыльев. Выглядит это довольно пугающе (для владельца такого беспилотного летательного аппарата), но на деле перегрузка при резком торможении о трос не превышает 12 g, что для робота – сущие пустяки. Для сравнения, при старте с катапульты этот же беспилотный летательный аппарат испытывает перегрузки в 15 g. Такая система достаточно надежна и подходит для посадки в стесненных условиях. [3]

Актуальной также является посадка беспилотного летательного аппарата в улавливающую сеть, установленную на корабле. С использованием данного метода посадки скорость беспилотного летательного аппарата будет снижена за счёт специализированной сети. Одной из главных задач является составление алгоритмов управления беспилотным летательным аппаратом, для его попадания в улавливающую сеть ограниченных размеров, при этом, не повреждая самого БЛА. В настоящее время данная задача не решена.

#### Библиографический список

1. Виды навигации на морских судах. – <http://www.seaships.ru/navigation.htm> (14.10.2010).
2. Щипицын, А.Г. Математическое и алгоритмическое обеспечение синтеза автономных инерциальных навигационных систем / А.Г. Щипицын, Л.Н. Шалимов, Л.А. Фокин. – Челябинск. – ЮурГУ, 2008. – 149 с.
3. Evan Ackerman. AUVST: How To Land A UAV [Электронный журнал] / Evan Ackerman. // Bot Junkie: [web-сайт], (13.08.2009). – <http://www.botjunkie.com/2009/08/13/auvsi-how-to-land-a-uav> (10.11.2010).
4. Titterton, D.H. Strapdown Internal Navigation Technology / D.H. Titterton, J.L. Weston; Ed.-in-chief P. Zarchan; Amer. Inst. of Aeronautics and Astronautics; Inst. of Electrical Engineers, Michael Faraday House. – Reston; Herts: AIAA: IEE, 2004. – 558 p.
5. Лысенко, Л.Н. Наведение и навигация баллистических ракет: учеб. пособие для вузов по направлению «Ракетостроение и космонавтика» и «Гидроаэродинамика и динамика полета» / Л.Н. Лысенко. – М. : Изд-во МГТУ , 2007. – 669 с.