

РАБОТА АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА В УСЛОВИЯХ СПУФИНГА

Маркова И.С., Яцына Ю.Ф., Бедрицкий А.С., Дадыкин Б.А.

Республиканское унитарное предприятие «Научно-производственный
центр многофункциональных беспилотных комплексов»

Национальной академии наук Беларуси,
Минск, Беларусь

Координаты любого подвижного объекта могут быть определены двумя способами:

1). путем прямого их вычисления при помощи геометрических соотношений, когда исходной информацией являются дальность, азимуты или курсовые углы до точек с известными координатами, а также высоты и азимуты светил, наблюдаемых с объекта;

2). путем непрерывного вычисления линии движения (траектории) по данным о векторе скорости и координатах начальной точки движения.

На первом способе основаны методы ближней и дальней радионавигации, спутниковой навигации, а также определение местоположения летательного аппарата по данным, получаемым от бортовых оптических или радиолокационных станций о направлении и дальности до наземного ориентира, координаты которого известны. Таким ориентиром могут служить мосты, устья рек, скалы на море и т.д.

Второй способ, называемый счислением координат или более традиционно счислением пути, может быть осуществлен с помощью расчета траектории полета, проводимого на бортовой вычислительной машине по показаниям, получаемым от курсовертикали и измерителей путевой скорости. Путевая скорость может измеряться доплеровскими радиосистемами или инерциальными гироскопическими системами [1].

Самыми распространенными навигационными системами являются спутниковая навигационная система (СНС) и счисление координат с помощью инерциальных навигационных систем (ИНС). Каждый способ навигации имеет свои недостатки. В связи с этим для решения задачи навигации осуществляется комплексное использование (комплексирование) навигационных систем различной физической природы и принципов формирования навигационных параметров. Комплексирование инерциальных и спутниковых навигационных систем позволяет, с одной стороны, ограничить рост погрешностей ИНС, а с другой – снизить шумовую составляющую ошибок СНС и существенно повысить помехозащищенность системы.

Поскольку систематические ошибки инерциальной системы со временем возрастают, необходима периодическая коррекция ИНС с использованием данных СНС. Коррекция заключается в периодическом

перезапуске алгоритма ИНС с новыми начальными условиями по координатам и составляющим скорости, данные о которых поступают от спутникового приемника. Однако сигнал СНС легко подделать, так как сам сигнал слаб, а приемник будет воспринимать более мощный сигнал. В связи с этим появилась проблема подмены данных или спуфинг. Для обеспечения автономного полета беспилотного летательного аппарата (БЛА) необходимо исключить вероятность подмены данных.

Существует большое количество методов обнаружения спуфинга [2, 3, 4], однако недостаточно лишь обнаружить подмену данных, для осуществления безопасного полета БЛА и предотвращения его потери или крушения необходимо дополнить навигационную систему БЛА дополнительными способами определения собственных координат.

В докладе рассматриваются реализуемые в Республиканском унитарном предприятии «Научно-производственный центр многофункциональных беспилотных комплексов» Национальной академии наук Беларуси способы навигации БЛА, а именно навигация с помощью СНС и ИНС. Для БЛА «Буревестник» нет существенных ограничений для габаритов навигационной системы. Сейчас на данном типе БЛА установлен приемник сигналов СНС и бесплатформенная инерциальная навигационная система (БИНС) (в БИНС отсутствуют подвижные детали: акселерометры и гироскопы жестко связаны с корпусом прибора, а функции платформы моделируются математически вычислительной системой). При установке ИНС, обладающей большей точностью можно уменьшить рост ошибки, а также путем сравнения данных выявить спуфинг атаку на БЛА. По данным БИНС и ИНС можно вывести БЛА в диапазон видимости оператором БЛА для безопасной посадки. А при добавлении в контур навигации определение координат с помощью оптико-электронной системы продолжить выполнение задания.

1.Бабич О.А. Обработка информации в навигационных комплексах / О.А. Бабич. – М.: Машиностроение, 1991. – 512с.

2.Толстиков А.С. Противодействие спуфингу и повышение помехоустойчивости аппаратуры потребителя глобальных навигационных спутниковых систем / А. С. Толстиков, А. Е. Ушаков // Интерэкспо Гео-Сибирь – 2018.

3.Басан Е. С. Метод обнаружения атак на систему навигации БПЛА / Е. С. Басан, Е. С. Абрамов, А. Г. Басюк, Н. А. Сушкин // Робототехника, автоматизация и системы управления – 2021.

4.Орёл Д.В. Анализ угроз функционирования аппаратуры гражданских потребителей глобальных спутниковых радионавигационных систем // Труды Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики. – Ростов-на-Дону: ПЦ «Университет» СКФ МТУСИ – 2011.