

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ АЛГОРИТМОВ ОРИЕНТАЦИИ В БИНС

Тищенко Т.А., Маликов А.С.

Белорусская государственная академия авиации г. Минск, Республика Беларусь

Боровой А.Г. – кандидат технических наук, доцент

Анотация. В докладе производится анализ алгоритмов ориентации БИНС (алгоритм с углами Эйлера-Крылова, алгоритм с направляющими косинусами (алгоритм на основе обобщенного уравнения Пуассона), алгоритм с кватернионами (параметрами Родрига – Гамильтона)).

В настоящее время существует зависимость при определении навигационных параметров от спутниковых систем навигации (СНС). Для устранения этой зависимости в качестве навигационной системы беспилотных летательных аппаратов (БЛА) предлагается использовать бесплатформенные инерциальные навигационные системы (БИНС).

Преимуществом БИНС перед другими навигационными системами заключается в их полной независимости от внешних источников данных, повышенной защите от помех, высокой информативности и возможности передавать информацию на большой скорости, не требует информации о магнитном поле Земли, не излучает энергию.

Отсутствием какого-либо излучения при работе БИНС обеспечивается скрытность объекта, на котором она используется. Недостатком БИНС можно назвать ошибки, которые накапливаются с течением времени в получаемой от приборов информации. Это могут быть как методические ошибки, так и ошибки, связанные с неверной начальной настройкой оборудования.

Рассматриваются алгоритмы ориентации и их техническая реализация в виде стохастической компьютерной модели в программе MATLAB-SIMULINK (БИНС) (алгоритм с углами Эйлера-Крылова, алгоритм с направляющими косинусами (алгоритм на основе обобщенного уравнения Пуассона), алгоритм с кватернионами (параметрами Родрига – Гамильтона)).

Недостатками рассмотренных алгоритмов БИНС с углами Эйлера–Крылова и уравнениями Пуассона являются нелинейность преобразования пространственной ориентации БЛА в связанной и географической системах координат по всем трем углам и неспособность решать задачу ориентации при угле тангажа в 90° . Наиболее удобными для БИНС являются параметры Родрига – Гамильтона (кватернионы), которых четыре в отличие от трех углов Эйлера–Крылова и кинематические уравнения с кватернионами линейны и интегрируемы при любых углах курса, тангажа и крена.

В компьютерных моделях БИНС с углами Эйлера – Крылова взаимное положение связанной системы координат БЛА и географической системы координат определяется тремя углами Эйлера – Крылова и девятью направляющими косинусами, которые в БИНС в кватернионах можно заменить с помощью четырех параметров Родрига – Гамильтона.

Таким образом в БИНС реализуются алгоритмы ориентации с использованием различных кинематических параметров и алгоритмы навигации для определения координат местоположения БЛА. Точность БИНС на микрогироскопах и микроакселерометрах обратно пропорциональна времени полета БЛА, поэтому для повышения точности траекторного управления летательным аппаратом необходимы сложные алгоритмы формирования навигационных параметров и их коррекция. В качестве альтернативной системы СНС можно использовать радиотехническую систему дальней навигации (РСДН «Чайка»), где существует избыточность первичных измеряемых параметров (разностей дальностей). Навигационные параметры, полученные с помощью РСДН «Чайка», не имеют тенденции к накоплению погрешностей, как БИНС, однако существует относительно невысокая точность определения координат объекта (максимальная ошибка определения местоположения – 100...1000 м). Комплексование БИНС и РСДН позволяет получить высокоточный надежный навигационный комплекс, сочетающий в себе преимущества БИНС и РСДН.

Список использованных источников:

1. Матвеев, В.В. Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем : учеб. пособие / В.В. Третьяков, В.Я. Распопов. – СПб.: ГНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2009.– 280 с.
2. Гриднев, Ю.В. Компьютерная модель БИНС с углами Эйлера-Крылова / Ю.В. Гриднев, А.Н. Пальцев, А.И. Мельник // Инженер механик. – 2011. №1. – С. 17-26.
3. Гриднев, Ю.В. Стохастическая компьютерная модель БИНС с уравнениями Пуассона / Ю.В. Гриднев, А.Н. Пальцев, Ю.Ф. Яцына // Инженер механик. – 2011. №1. – С. 27-30.
4. Гриднев, Ю.В. Стохастическая компьютерная модель БИНС БЛА с параметрами Родрига – Гамильтона (кватернионами) / Ю.В. Гриднев, А.Н. Пальцев, Ю.Ф. Яцыгин // Инженер механик. – 2012. №1. – С. 6-14.
5. Вовасов В.Е. Комплексование радиотехнических систем управления с другими информационными датчиками / В.Е. Вовасов, С.А. Герко – М. : Горячая линия – Телеком, 2021. – 242 с.
6. Бабич, О.А. Обработка информации в навигационных комплексах / – М.: Машиностроение, 1991. – 512 с.