

«Технология коррекции навигационных параметров БПЛА в условиях отсутствия сигналов спутниковой навигации с использованием методов оптической одометрии»

Микробеспилотные летательные аппараты типа мультикоптер широко используются в вооруженных конфликтах в качестве средства корректировки артиллерийского огня и воздушной разведки. Современные мультикоптеры достигли компактных размеров, позволяющих осуществлять их транспортировку в рюкзаке и запуск с небольших площадок.

Направления развития комплексов автономных БЛА движется в сторону повышения автономности выполнения целевых задач. В 2010 г. ВВС США опубликовали программу, требующую повышения степени автономности в современных комплексах БЛА (Рисунок 1). [1] Высокую роль в повышении автономности БЛА играет решение навигационной задачи объектов. Министерство обороны США приводит графики, в которых повышение автономности БЛА связано с развитием навигационной системы.



Рисунок 1 – Уровни автономности БЛА

Навигационные комплексы современных микроБЛА при расчете вектора состояния используют сигналы СНС, а в качестве сигналов управления – сигналы с пульта дистанционного управления. Автономные задачи, решаемые комплексами, позволяют мультикоптеру взлететь на высоту и стабилизировать собственное угловое положение, выполнить полет по маршруту и осуществить снижение до касания поверхности. При потере сигналов СНС большинство современных микроБЛА прекращает выполнять задачу и переходит в режим висения (стабилизации углового положения – крен, тангаж), таким образом выполнение задач становится невозможным совсем.

Современные системы, решающие задачу навигации, объединяются с алгоритмами обработки в интегрированный информационно-управляющий комплекс (ИИУК).

Современные ИИУК включает в себя в зависимости от конфигурации следующие системы:

- Бесплатформенные инерциальные навигационные системы (БИНС);
- Приемник спутниковой навигации GPS/ГЛОНАСС;
- Лазерный локатор (дальномер), установленный в связанной системе координат с носителем;
- Системы технического зрения (состоящие из гиросtabilизированных фото(видео)камер и вычислителей обработки).

Основными факторами, определяющими структуру навигационного комплекса, являются требуемая точность и надежность определения навигационных параметров при заданных ограничениях на массу, габариты и вычислительные ресурсы.

Комплексная система навигации

Навигационная задача современного БЛА состоит в безопасном маневрировании на конечную точку маршрута с обходом возникающих препятствий. Задача маневрирования делится на 2 уровня – высокий (анализ заданного маршрута и сопоставление с текущим местоположением) и низкий (алгоритм управления силовой установкой). Предлагаемая схема решения навигационной задачи представлена на рисунке 2. Информационно-измерительный навигационный комплекс осуществляет вычисление вектора состояния беспилотного летательного аппарата ($X_c, Y_c, Z_c, \psi, \nu, \gamma$). Основу комплексной системы навигации выполняет бесплатформенная инерциальная навигационная система (БИНС) в совокупности с 3-х осевым магнитометром, так как является единственным средством получения углового положения микроБЛА. Фильтр Махони используется для расчета углов ориентации БЛА в пространстве (углов Эйлера-Крылова) по данным гироскопов и фильтрации ускорений БЛА, поступающих с акселерометров в земной связанной системе координат (ЗССК). Фильтр снимает проблемы точности и настройки параметров наблюдения, априорной и апостериорной информации фильтра Калмана. Вычислительная сложность алгоритма оптимизирована за счет использования математических расчетов на основе кватернионов, что позволяет избегать трудностей, связанных с описанием пространственного положения при помощи углов Эйлера. [2]

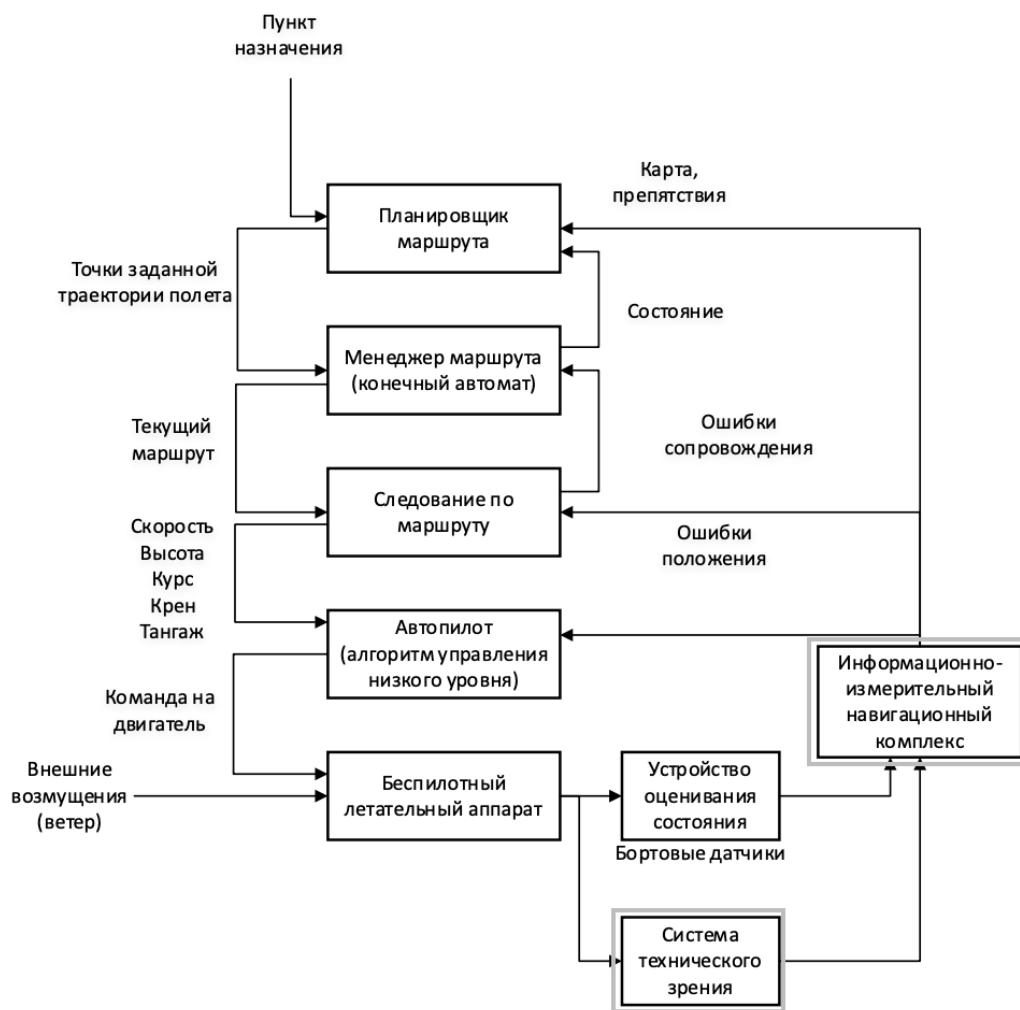


Рисунок 2 – Схема решения навигационной задачи

Использование средств технического зрения продиктовано сравнительно низким весом системы по сравнению с активными системами обладающими существенными энергозатратами и следовательно массо-габаритными параметрами. Система технического зрения предназначена для определения координат БЛА в стартовой системе координат.

Система технического зрения состоит из:

- видеокамеры, расположенной на 2-х осевом гиросtabilизаторе;
- бортового вычислителя, выполняющего определения местоположения визуального ориентира относительно микроБЛА.

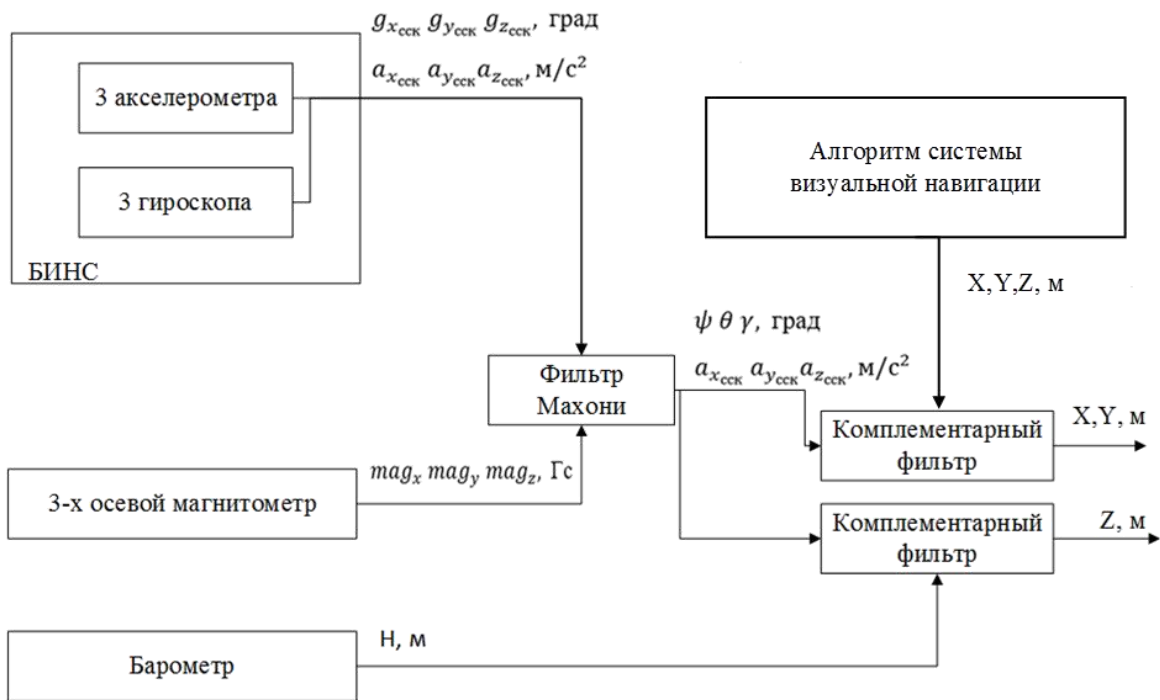


Рисунок 3 – Схема работы информационно-измерительного навигационного комплекса

Применение комплексной системы навигации позволяет выполнить задачу автономного навигационного счисления без сигналов спутниковой навигации, благодаря чему возможно использование микроБЛА в решении практических задач в автоматизированном режиме.