

УДК 51.7

ИМИТАЦИЯ ПОЛЕТА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА С КОМПЛЕКСИРОВАНИЕМ

Галиев И.Р.

студент,

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»,
Казань, Россия*

Кремлева Э. Ш.

к.т.н, доцент

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»,
Казань, Россия*

Аннотация: в данной статье рассматривается вычисление пути для беспилотного летательного аппарата (БЛА) с учетом ветра с коррекцией пути по сигналам спутникового навигационного приемника, а также анализ полученных в ходе испытаний модели данных комплексной системы.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, спутниковая навигационная система, метод комплексирования, вычисление пути.

SIMULATION OF AN INTEGRATED UNMANNED AERIAL VEHICLE FLIGHT

Galiev I.R.

student,

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kazan National
Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI»,
Kazan, Russia*

Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

Kremleva E.Sh.

Ph.D., Associate Professor,

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI»,
Kazan, Russia*

Annotation: this article discusses the calculation of the path for an unmanned aerial vehicle (UAV), taking into account the wind, with path correction based on satellite navigation receiver signals, as well as the analysis of the integrated system data model obtained during testing.

Keywords: unmanned aerial vehicle, satellite navigation system, integration method, path calculation.

В современном мире беспилотные летательные аппараты начинают все больше внедряться в жизнь людей. Благодаря тому, что летательные аппараты могут работать без участия человека, их можно использовать в ситуациях с повышенным риском для жизни людей. К примеру, в Китае разработали летательный аппарат участвующий в спасательных операциях при сложных и экстремальных условиях. Также БЛА могут использоваться для мониторинга лесных массивов и экосистем, отслеживание популяции животных, или анализ ледниковых покровов.

Целью данной работы является разработка имитационной модели курсовой системы с комплексированием и без комплексирования.

Бортовая навигационная система – это набор специализированных устройств и программных средств, с помощью которых определяется текущее положение и направление движения, а также строится маршрут к заданному пункту назначения. Навигационная информация (положение, скорость и

ориентация) беспилотного летательного аппарата необходима для управления его полетом [3].

Бортовая навигационная система работает так, чтобы информация от отдельных датчиков поступало в вычислительную систему. На выходе получаем информацию о координатах БЛА. (см. рис.1) [2].

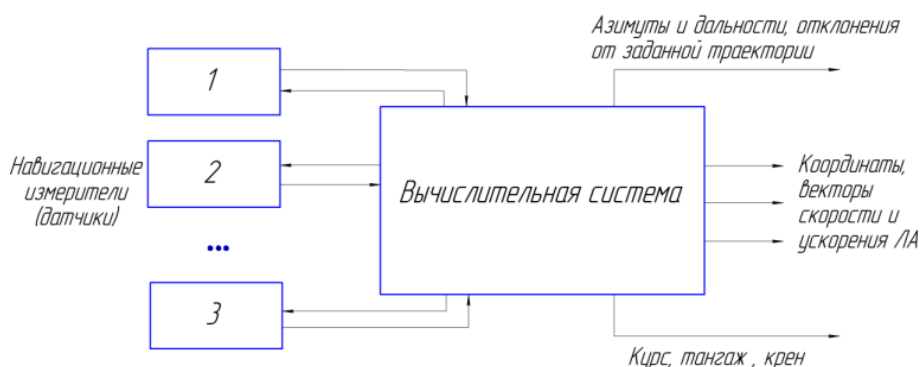


Рис.1 – Схема бортовой навигационной системы

Треугольник, образованный вектором воздушной скорости, вектором ветра и вектором путевой скорости, называется навигационным треугольником скоростей [3].

Навигационный треугольник скоростей представлен на рис. 2 [2].

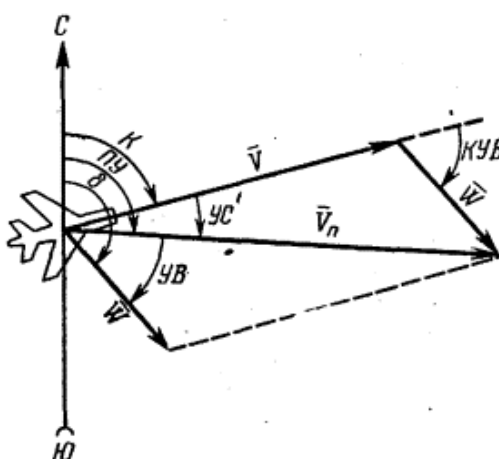


Рис.2 – Навигационный треугольник скоростей

Элементами навигационного треугольника скоростей являются:

- 1) $\vec{V}$ - воздушная скорость;

- 2) $\bar{W}$ - скорость ветра;
- 3) $\bar{V}_n$ - путевая скорость;
- 4) δ - направление ветра;
- 5) К - курс самолета;
- 6) УС - угол сноса;
- 7) ПУ - путевой угол;
- 8) УВ - угол ветра;
- 9) КУВ - курсовой угол ветра.

Для расчета навигационных данных полета используется следующая формула:

$$\bar{V}_n = \bar{V} \cos(\text{УС}) + \bar{W} \cos(\text{УВ})$$

При воздушном вычислении пути определяются широтная и долготная составляющие путевой скорости:

$$W_\varphi = \int_0^t (\bar{V} \cdot \cos(K) + \bar{W} \cdot \cos(\delta)) \cdot \cos(\text{УА}) dt;$$
$$W_\lambda = \int_0^t (\bar{V} \cdot \sin(K) + \bar{W} \cdot \sin(\delta)) \cos(\text{УА}) dt;$$

где W_φ, W_λ – широтная и долготная составляющая путевой скорости.

Однако, при вычислении координат БЛА бортовой навигационной системой могут возникать погрешности. Для того, чтобы уменьшить погрешность, воспользуемся спутниковым каналом. Системы, использующие в качестве повышения точности оценки физической величины несколько измерительных приборов, в нашем случае это спутниковый канал и бортовая система самого летательного аппарата, при вычислении координат, называют системы с комплексированием [1].

У систем комплексирования имеется 2 режима:

- 1) Основной режим – полет с использованием сигнала спутника.

2) Неосновной режим – полет с использованием воздушного вычисления пути.

Поскольку летательный аппарат может не всегда видеть сигнал спутника, то для того, чтобы решить проблему определения пути, воспользуемся методом комплексирования, заключающийся в запоминании ошибки места положения объекта в моменты видимости сигнала спутника, и в последующем корректировании сигнала воздушной системы, на величину запомненной ошибки.

Схема работы системы комплексирования показана на рис. 3 [2].

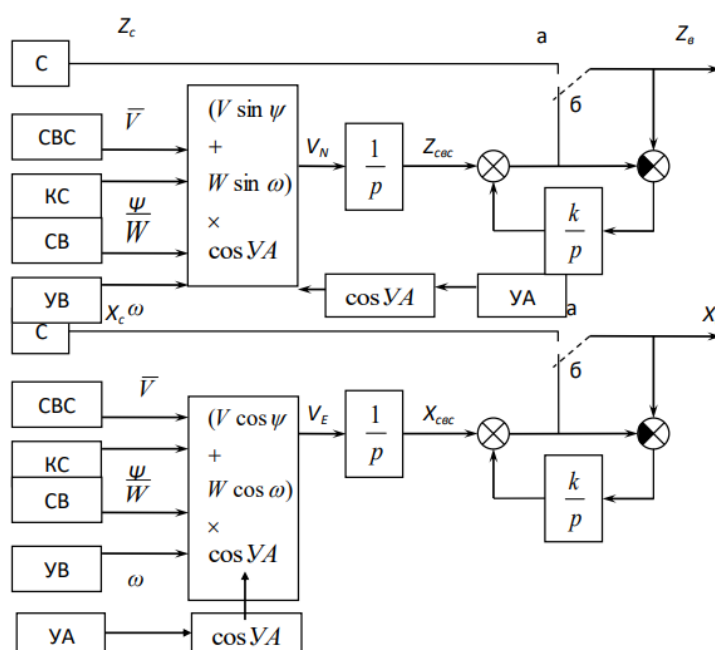


Рис.3 – Схема системы комплексирования

Данная схема комплексирования имеет ячейку памяти (Рис. 4) [2].

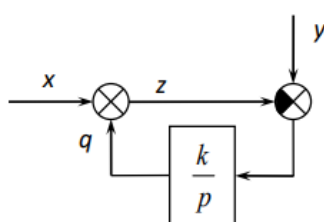


Рис.4 – Ячейка памяти

Математическое значение запомненной ошибки q получим по следующей формуле:

$$q = k \int_0^r (y - z) dt$$

Изучив основные сведения, создадим модель курсовой системы без комплексирования и модель курсовой системы с комплексированием. Проведем эксперимент с использованием построенных моделей курсовых систем и проанализируем результаты эксперимента. Выведем график полета БЛА с комплексированием и без (см. рис. 5.).

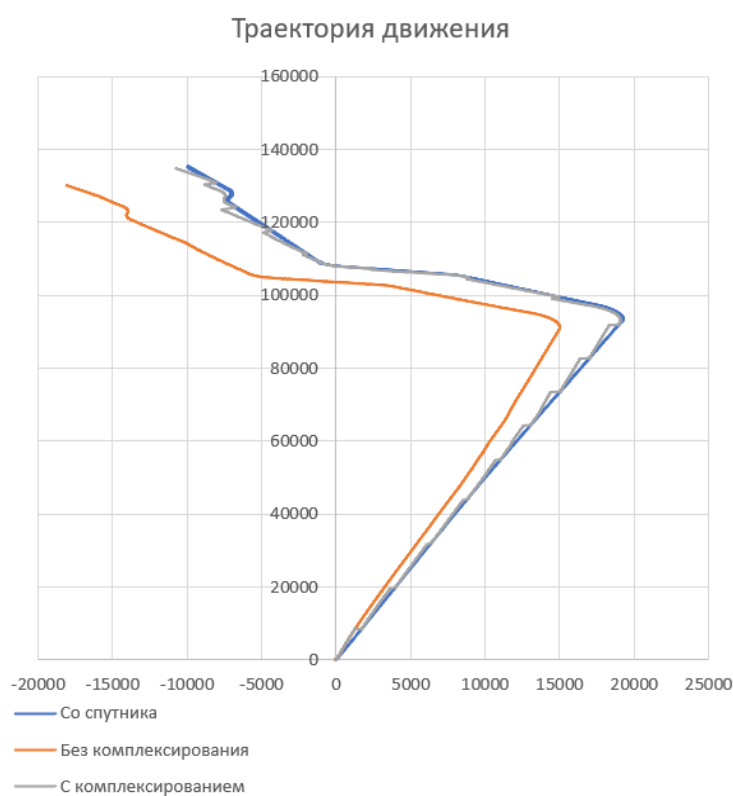


Рис. 5 – Траектория движения БЛА

По графику видно, как беспилотный летательный аппарат отклоняется от своего заранее запланированного маршрута с течением времени, а затем приравнивается с исходной траекторией. Этим занимается система комплексирования, которая автоматически корректирует траекторию и возвращает БПЛА на изначальный курс. Таким образом, система Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ Эл № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

комплексирования является эффективным способом корректировки пути летательного аппарата.

В ходе выполнения данной работы была разработана программная модель для вычисления маршрута беспилотного летательного аппарата (БЛА) с учетом воздействия ветра и коррекции траектории на основе данных, полученных от спутникового навигационного приемника. Она позволяет учесть различные факторы, включая воздушные условия, и обеспечивает оптимальное управление БЛА для выполнения задачи в заданных условиях.

Библиографический список:

- 1) Иванов, Ю. П. Комплексные информационно-измерительные устройства летательных аппаратов: учебное пособие для вузов / Ю. П. Иванов, А. Н. Синяков, И. В. Филатов; под редакцией В. А. Боднера. — Ленинград: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1984. — 207 с.: ил.
- 2) Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ. Кафедра прикладной математики и информатики им. Ю.В. Кожевникова. Нестерова, Л.Е. Непрерывные математические модели. Построение математической модели вычисления пути беспилотного летательного аппарата. Учебно-методическое пособие – Казань, 2019.
- 3) Набиев, Р. Н. О. Модели построения инерциальной навигационной системы для беспилотных летательных аппаратов / Р. Н. О. Набиев, А. З. О. Маммадов // Авиакосмическое приборостроение. – 2021. – № 1. – С. 12-22.
- 4) Самолетовождение / М. А. Черный, В. И. Кораблин ; ред. И. М. Медведев, В. А. Шулепов ; техн. ред. Т. А. Гусева ; корректоры В. Я. Кинареевская, С. Н. Пафомова. — Москва: Транспорт, 1973. — 368 с.

Оригинальность 75%