

ОБЗОР ПЕРСПЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА АВИАЦИОННО-ХИМИЧЕСКИХ РАБОТ

Целью данной работы является обзор спутниковых навигационных систем GPS и ГЛОНАСС, а также методов определения координат воздушного судна, которые можно использовать для автоматизации технологического процесса проведения авиационно-химических работ. При этом необходимо определить оптимальный метод, который будет работать с локальными системами координат, не затрагивая при этом географические координаты и штатные системы летательных аппаратов.

Одним из реальных и перспективных направлений на современном этапе развития сельскохозяйственного производства, а конкретно авиационно-химических работ (АХР), является применение новых высокоточных технологий, которые гарантируют резкое увеличение производительности и интенсификацию производственных процессов, а следовательно, снижают себестоимость и повышают конкурентоспособность сельхозпродукции [1].

В частности, областью внедрения таких технологий является навигация летательных аппаратов при проведении АХР для повышения качества внесения химикатов. Это позволит исключить устаревшую и неточную наземную сигнализацию.

Целью данного исследования является обзор перспективных методов навигации воздушного судна (ВС) для технологического процесса АХР и выбор оптимального с точки зрения простоты реализации и низкой стоимости реализации системы на основе данного метода. При этом исключается привязка к географическим координатам и использование штатного оборудования ВС.

На сегодняшний день в мире самым перспективным развитием считается использование спутниковых систем глобального позиционирования GPS и ГЛОНАСС. В ближайшем будущем к ним добавится европейский проект Galileo.

Известно, что обычный GPS-приемник обеспечивает точность определения местоположения 2–20 м. Для повышения точности до 0,5 м необходимо использовать дифференциальные поправки DGPS, предоставляемые различными путями: бесплатным Европейским дифференциальным сервисом EGNOS, платным спутниковым дифференциальным сервисом OmniSTAR компании Fugro (оба сервиса

передают дифференциальные поправки через систему геостационарных спутников), локальными базовыми станциями [5].

Глобальная система позиционирования GPS применяется в сельском хозяйстве не только в странах Европы и США, но и начинает развиваться в Российской Федерации. В нашей стране уже несколько аграрных компаний используют спутниковую навигацию, и у всех сложились только хорошие впечатления. Однако для небольших компаний, занимающихся обработкой сельхозугодий, внедрение спутниковой навигации пока недостижимо в силу высокой стоимости оборудования и сервиса. Комплект такого оборудования на единицу техники обходится порядка 15000\$, услуги дифференциального сервиса стоят 2500\$ в год, а стоимость DGPS базовой станции составляет 10000–20000\$. Сервис EGNOS охватывает только европейскую часть Российской Федерации, и в других регионах его использование может повлечь ухудшение точности определения местоположения [6].

В России существует аналогичная система ГЛОНАСС (глобальная навигационная спутниковая система). Но она не пользуется интересом у западных и отечественных компаний. Дело в том, что российские спутники уступают космическим аппаратам GPS по эксплуатационным характеристикам и по сроку службы. Орбитальная группировка ГЛОНАСС не полностью укомплектована и не запущена в промышленную эксплуатацию. Поэтому ожидать в ближайшее время того, что спутниковая навигация в России станет дешевле, не приходится.

Необходимо упомянуть, что в нашей стране использование GPS-приемников строго контролируется государством. Формально, чтобы воспользоваться таким оборудо-

ванием, нужно иметь лицензии Роскартографии и ФСБ, а также зарегистрироваться в региональном отделении Россвязьнадзора и получить разрешение на эксплуатацию.

Рассмотрим альтернативные способы навигации ВС при выполнении АХР. Как известно, координаты любого подвижного объекта могут быть определены двумя способами [2]:

а) путем прямого их вычисления при помощи геометрических соотношений, когда исходной информацией являются дальности, азимуты или курсовые углы до точек с известными координатами;

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

На первом способе основаны методы радионавигации, спутниковой навигации, радиолокации. Второй способ может быть осуществлен с помощью расчета траектории полета, проводимого на бортовой ЭВМ по показаниям, получаемым от курсовертикали и измерителей путевой скорости. Путевая скорость может измеряться инерциальными гироскопическими системами. Недостатком инерциальных навигационных систем служит эффект накопления ошибки определения траектории полета объекта со временем. Через час погрешность достигает 30-50 м. Также эти системы очень дороги и сложны в обслуживании. Поэтому исключим их из дальнейшего рассмотрения.

Обратимся к первому способу определения координат подвижного объекта. Интересным вариантом является использование сотовых систем для навигации в авиационно-химических работах.

Бурное развитие средств мобильной связи предложило новые варианты решения проблем местоопределения. Большинство таких вариантов базируется на трех конкурирующих технологиях:

– **технологии времени прибытия TOA** (Time of Arrival), основанной на измерении и сравнении интервалов времени прохождения сигнала от мобильного телефона абонента до нескольких базовых станций;

– **технологии разности времен OTD** (Observed Time Difference), основанной на из-

мерении и сравнении интервалов времени прохождения сигналов от нескольких базовых станций до мобильного телефона абонента;

– **технологии совмещения сотовых телефонов с приемниками спутниковой навигации A-GPS** (Assisted Global Position System), основанной на технологии встраивания GPS-приемников в мобильные телефоны.

Две первые из перечисленных технологий используют разностно-дальномерный принцип позиционирования и алгоритмы триангуляции и отличаются местом измерения интервалов прохождения сигнала (на базовых станциях или в самом мобильном телефоне). Их реализации показаны на рисунке 1. Погрешность таких систем составляет 50-150 м.

Среди наиболее известных зарубежных функционирующих систем местоопределения в сетях сотовой связи можно назвать:

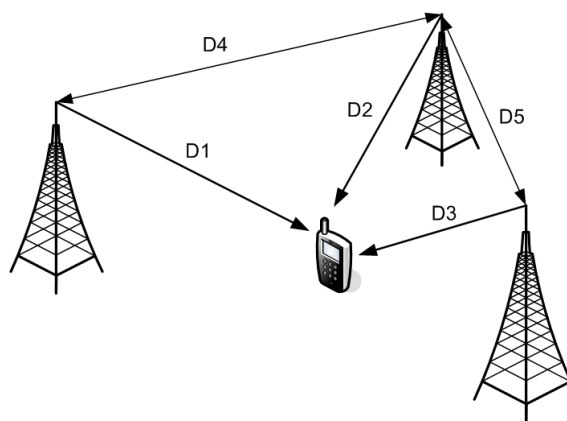


Рисунок 1. Определение местоположения мобильного телефона

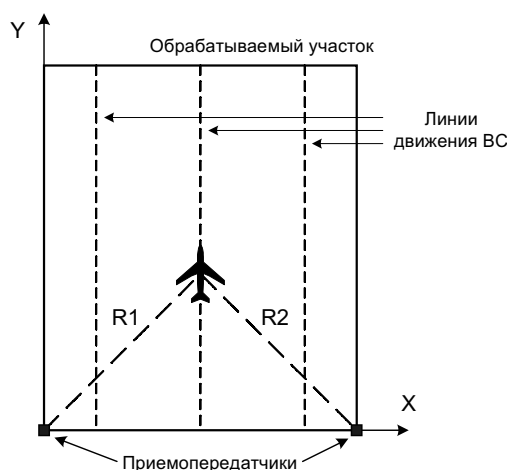


Рисунок 2. Дальномерная система определения местоположения ВС

- систему Cursor английской фирмы Cambridge Positioning Systems;
- систему Mobile Positioning System компании Ericsson;
- систему RadioCamera фирмы U.S. Wireless Corp.;
- систему персональной идентификации Personal Location System американской компании SnapTrack.

В России пока отсутствуют такие системы в опытной и промышленной эксплуатации.

Другая система на основе радионавигации строится следующим образом. На борту судна устанавливается передающая и приемная антенны и ЭВМ, а в углах поля приемопередатчики. Местоположение ВС в пространстве определяется по пересечению минимум трех линий положения [3, 4]. Основными методами определения координат объекта являются угломерный, дальномерный и разностно-дальномерный. Потенци-

альная точность методов практически одинакова и составляет порядка 0,5-1 м, отличие лишь в построении и принципе работы систем. Для реализации этого варианта необходимо знать геометрические размеры полей и их расположение относительно друг друга. На рисунке 2 показан пример дальномерной системы навигации ВС при проведении АХР.

Проанализируем рассмотренные системы. Спутниковая навигация имеет много преимуществ, но требует больших первоначальных затрат. Навигация с использованием средств мобильной связи невозможна в силу отсутствия соответствующего оборудования и большой погрешности определения местоположения аппарата. Последняя из рассмотренных систем проста в технической реализации, имеет приемлемую погрешность и на сегодняшний день может получить дальнейшее развитие для применения в сельском хозяйстве.

Список использованной литературы:

1. Абдрашитов Р.Т., Локтионов А.П., Султанов Н.З., Тараков Д.А. Рекомендации по использованию новой техники на сельскохозяйственных авиационно-химических работах. Москва, 1997. 40 с.
2. Сосулин Ю.Г. Теоретические основы радиолокации и радионавигации: Учеб. пособие для вузов. - М.: Радио и связь, 1992. – 304 с.
3. Оценка дальности и скорости в радиолокационных системах. Ч. 1. / Под ред. А.И. Канещенкова и В.И. Меркулова. – М.: «Радиотехника», 2004. – 312 с.: 102 ил., 14 табл.
4. Обработка информации в навигационных комплексах / О.А. Бабич. – М.: Машиностроение, 1991. – 512 с. – ISBN 5-217-0160-6.
5. Яценков В.С. Основы спутниковой навигации. Системы GPS NAVSTAR и ГЛОНАСС. – М.: Горячая линия-Телеком, 2005. – 272 с.: ил.
6. Спутниковый дифференциальный сервис [Электронный ресурс] / Техническая документация. – Режим доступа: <http://www.navgeocom.ru/catalog/dgps/index.htm>

Статья рекомендована к публикации 25.06.07