

УГЛОВОЕ И ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ В РАЗНЕСЕННОЙ АЭРОЭЛЕКТРОРАЗВЕДОЧНОЙ СИСТЕМЕ

*Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, г. Москва,
avolkovitsky@yandex.ru*

В основе функционирования аэроэлектроразведочных систем, основным назначением которых является определение перспектив поиска месторождений полезных ископаемых, лежит принцип регистрации переменного магнитного поля, являющегося результатом возбуждения в толще земных недр вихревых токов, как отклик на воздействие поля локального дипольного низкочастотного излучателя. В структуре аэроэлектроразведочной зондирующей системы и источник поля, и чувствительный приемник-измеритель устанавливаются на борту летательного аппарата или буксируются за ним с использованием троса-кабеля.

Следует заметить, что приемник-измеритель так или иначе регистрирует не только поле отклика от электропроводящих толщ земных недр, но и непосредственное поле источника, значительно превосходящее поле отклика по амплитуде. Для работы зондирующей системы важно отделить поле отклика от первичного, по структуре от него практически не отличимого. Более того, вследствие неизбежного несовершенства устройства зондирующей аппаратуры на аппаратном уровне изменение под воздействием теплового дрейфа и других факторов параметров измерительных преобразований вызывает появление существенных искажений на выходе приемной системы.

Особые сложности связаны с организацией работы т. н. разнесенной аэроэлектроразведочной системы, в которой источник поля и чувствительный приемник связаны не единой жесткой конструкцией, а лишь тросом-кабелем. И источник, и приемник при движении летательного аппарата перемещаются друг относительно друга, совершая независимые угловые эволюции. Без достаточно точного контроля геометрических параметров в такой аэроэлектроразведочной системе невозможно обеспечить необходимое качество геофизической интерпретации получаемой при зондировании информации.

Для решения задачи позиционирования в разнесенных аэроэлектроразведочных системах использовались различные методы, как основанные на использовании в качестве позиционной информации данных спутниковой навигации в дифференциальном режиме, а в качестве ориентационной – гироскопических датчиков [1], так и на использовании собственно измеряемых данных, однако лишь в рамках упрощающих предположений о параметрах движения компонент системы [2]. И тот и другой подходы в целом не обеспечивают необходимой точности контроля геометрических параметров.

Параллельно и независимо от этих направлений трудами Рааба [3] и других, а также М.В. Желамского [4], развивались методы позиционирования объектов в низкочастотном магнитном поле, основанные на свойстве поля дипольного излучателя зависеть как от расстояния до точки измерения, так и от направления его вектора дипольного момента в системе координат измерителя. Долгое время считалось, что решение задачи позиционирования в поле низкочастотного магнитного маяка возможно только с использованием громоздких в вычислительном отношении корреляционно-экстремальных [5] алгоритмов.

В данном докладе предложен простой в вычислительном отношении алгоритм, позволяющий определить как положение точки измерения поля в системе координат излучателя, так и взаимную угловую ориентацию излучателя и приемника [6]. В основе метода – единство формы оператора, связывающего параметры вектора дипольного момента источника и напряженность поля, измеряемого приемником. Преобразование линейно по параметру вектора момента и однозначно (хотя и нелинейно) по параметру радиус-вектора точки измерения. Соответственно для позиционирования необходимо разместить в одной точке пространства три разнонаправленных диполя-излучателя, поле которых должно измеряться по отдельности. Одним из таких диполей является непосредственно зондирующий, два других устанавливаются дополнительно.

В докладе приведены физические основы, вычислительная схема алгоритма, показаны принципы и режимы калибровки системы позиционирования, условия, особенности и ограничения предложенного метода и алгоритма.

1. **Mule, Shane** Evolution of TEMPEST: Bird positioning / Shane Mule, R. Lockwood, //Papers of the 13th SAGA Biennial and 6th International AEM Conference (Mpumalanga, South Africa, 2013). Mpumalanga, South Africa: AEM, 2013. – P. 165–166.
2. **Smith, R.S.** Tracking the Transmitting-Receiving Offset in Fixed-Wing Transient EM Systems: Methodology and Application / R.S. Smith // Exploration Geophysics. – 2001. – No. 32. – P.014–019.
3. **Patient 405488** USA. Remote Object Position Locater / Raab F.H., Raab F.H. G01S 3/02, The Austin Company, 1977.
4. **Желамский, М.В.** Полное позиционирование подвижных объектов при помощи одной измерительной системы / М.В. Желамский // Авиакосмическое приборостроение. – 2006. – № 8. – С. 9–17.
5. **Белоглазов, И.Н.** Основы навигации по физическим полям / И.Н. Белоглазов, Г.И. Джанджгава, И.П. Чигин. – Москва: Наука, 1985. – 328 с.
6. **Волковицкий, А.К.** Позиционирование подвижных объектов в поле низкочастотного магнитного маяка / А.К. Волковицкий // Управление движением морскими судами и специальными аппаратами: труды XXXVIII Всероссийской конференции (пос. Новомихайловский, Краснодарский край, 2012). – Москва: ИПУ РАН, 2012. – С. 47–53.