

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ КОРРЕКЦИИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ НАВИГАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЕТА МКА «АИСТ-2»

Д.А. Лопухов

ОАО «Ракетно-космический центр «Прогресс» Самара, Россия

Рассматривается возможность использования технологии дифференциальной коррекции для улучшения навигационного обеспечения полета микро/наноспутника.

Рассматриваемая проблема актуальна, так как в настоящее время в связи с появлением современной аппаратуры дистанционного зондирования Земли предъявляются всё более жесткие требования к навигационному обеспечению космических аппаратов дистанционного зондирования Земли (КА ДЗЗ). При этом доработка навигационной аппаратуры до требуемых параметров приводит к увеличению затрат и существенному увеличению массы, а также доработка навигационной аппаратуры может быть технически невозможна. Поэтому целесообразно использовать наземные средства для решения проблемы.

В работе исследованы методы дифференциальной коррекции, модели движения навигационных спутников (НС) СРНС ГЛОНАСС, модель движения низковысотного малого космического аппарата (МКА), модель радионавигационных измерений, модель решения навигационной задачи, модель ионосферной задержки сигнала.

В работе были рассмотрены две методики дифференциальной коррекции, использующая поправки к навигационному решению и поправки к псевдодальностям. В результате анализа эффективности этих двух методик, для реализации была выбрана методика дифференциальной коррекции, использующая поправки к псевдодальностям.

Разработаны методика и алгоритм совместной обработки навигационных решений на борту МКА и на корректирующей станции (КС) во время пролета над ней МКА.

Алгоритм дифференциальной коррекции:

1. Исходные данные:  
 координаты КС  $(x_{КС}, y_{КС}, z_{КС})$ , псевдодальности  $\{D_{КС(i)}^{изм}\}, \{D_{МКА(i)}^{изм}\}$   
 координаты НС  $(x_i, y_i, z_i)$ ;

2. Определение навигационного решения для КС:

$$D_{КС(i)}^* = \sqrt{(x_{КС} - x_i)^2 + (y_{КС} - y_i)^2 + (z_{КС} - z_i)^2}; \quad (1)$$

3. Определение навигационного решения для МКА:  $x_{МКА}, y_{МКА}, z_{МКА}$ ;

4. Определение коэффициента модели ионосферных ошибок для КС:

$$\begin{cases} \delta D_{ион(КС)i} = D_{КС(i)}^{изм} - D_{КС(i)}^* \\ K_i = \frac{\delta D_{ион(КС)i}}{D_{ион(КС)i}} \end{cases}; \quad (2)$$

5. Определение ионосферных ошибок для МКА:

$$\delta D_{ион(МКА)i} = K_i \cdot D_{ион(МКА)i}; \quad (3)$$

6. Формирование уточненных псевдодальностей для МКА:

$$D_{МКА(i)}^* = D_{МКА(i)}^{изм} - \delta D_{ион(МКА)i}; \quad (4)$$

7. Определение уточненного навигационного решения для МКА:

$$x_{MKA}^*, y_{MKA}^*, z_{MKA}^* ;$$

8. Оценка повышения качества навигационного обеспечения:

$$\delta r_{MKA} = \sqrt{(x_{MKA}^* - x_{MKA})^2 + (y_{MKA}^* - y_{MKA})^2 + (z_{MKA}^* - z_{MKA})^2} . \quad (5)$$

Произведено численное исследование эффективности применения дифференциальной коррекции проводилось с привлечением модели движения МКА «АИСТ» и НС ГЛОНАСС. При применении алгоритма дифференциальной коррекции были получены результаты, которые отображены на рис. 1

При применении метода дифференциальной коррекции было выявлено, что величина отклонения рассчитанных с применением дифференциальной коррекции дальностей от истинных значений дальностей «МКА – НС» не превышает 7 м, тогда как величина отклонения измеренных дальностей от истинных доходит до 40 м.

В результате получения навигационного решения по уточненным дальностям было выявлено, что уточненное навигационное решение отклоняется по радиус-вектору не более чем на 5 м от навигационного решения, полученного по истинным дальностям. Результаты сравнения величин ошибок отображены на рис. 2



Рис. 1 – Гистограмма результата сравнения отклонений псевдодальностей и уточненных дальностей от истинных

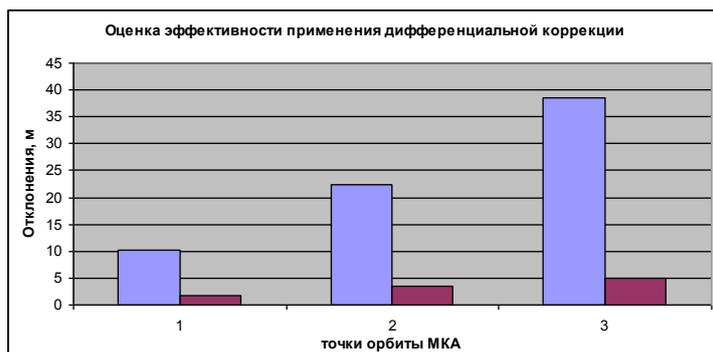


Рис. 2 – Гистограмма результата сравнения отклонений измеренного навигационного решения и уточненного навигационного решения от истинного

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ.