

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОСМИЧЕСКОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

А.В. Агарков, Е.В. Бутенко, С.А. Матвиенко

Государственное конструкторское бюро «Южное»,
49008 Днепрпетровск, Криворожская 3
E-mail: info@yuzhnoye.com

В работе рассматриваются предложения по использованию навигационных систем для одновременного мониторинга навигационного и гравитационного полей Земли и проведения геофизических исследований. Описан радиофизический метод измерения гравитационного поля. Приводятся направления практического использования результатов геофизических исследований.

ГКБ «Южное», как головная украинская организация по созданию космических систем, может обеспечить:

- создание восточной ветви европейской навигационной системы EGNOS в виде системы космического навигационно-временного обеспечения Украины (СКНОУ) [1];
- расширение функций космических навигационных систем за счёт обеспечения глобального мониторинга гравитационного поля Земли.
- В процессе создания СКНОУ должны быть созданы:
 - центр контроля навигационного поля (ЦКНП);
 - сеть из 10 – 12 региональных пунктов контроля навигационного поля;
 - комплекс средств передачи данных.
- В настоящее время Украина готова:
 - организовать ЦКНП на базе Операторского центра ГКБ «Южное»;
 - обеспечить приём и передачу навигационной информации через ретранслятор ОЦ ГКБ «Южное»;
 - развернуть три контрольно-корректирующие станции отечественной разработки (АО НИИРИ, г. Харьков).

Для проведения измерений гравитационного поля Земли предлагается радиофизический метод, основанный на эффекте изменения частоты электромагнитного излучения при изменении гравитационного поля [2].

Используя высокостабильное электромагнитное излучение навигационных космических аппаратов, по измерению разности частот сигналов, излучаемого космическим аппаратом и принятого на поверхности Земли, можно вычислить значение гравитационного потенциала на поверхности Земли.

Оценку точности измерения силы тяжести радиофизическим методом произведем согласно принципу эквивалентности общей теории относительности:

$$\hbar f = \hbar f_0 - \frac{\hbar g l f_0}{c^2} = \hbar f_0 \left(1 - \frac{g l}{c^2} \right),$$

где \hbar – постоянная Планка;
 l – высота расположения излучателя относительно приёмника;
 g – ускорение силы тяжести;
 f_0 – частота источника излучения;
 f – принимаемая частота;
 c – скорость света.

$$f = f_0 \left(1 - \frac{g l}{c^2} \right), \quad g = \frac{c^2}{l} \times \frac{\Delta f}{f_0}.$$

При круговой орбите космического аппарата

$$k = \frac{c^2}{l} = \text{const.}$$

Следовательно, значение ускорения силы тяжести прямо пропорционально зависит от относительного изменения частоты

$$g = k \frac{\Delta f}{f_0}.$$

Погрешность измерения Δg на стационарной орбите ($l=20\,000$ км) на частоте излучения КА порядка 10 ГГц (использование водородного стандарта частоты обеспечивает стабильность излучения не хуже 10^{-13}) может составить

$$\Delta g = \frac{c^2}{l} \times \frac{\Delta f}{f_0} = \frac{9 \cdot 10^{16}}{2 \cdot 10^7} \cdot 10^{-13} = 4,5 \cdot 10^{-4} \text{ [м/с}^2\text{]}.$$

ГКБ «Южное» с кооперацией может решить следующие задачи:

- поставить бортовой водородный стандарт частоты;
- разработать и изготовить наземные приёмные устройства для измерения гравитационного поля Земли;
- обеспечить в Операторском центре контроль параметров гравитационного поля;
- провести эксперимент по мониторингу гравитационного поля.
- Глобальный мониторинг навигационного и гравитационного полей Земли позволит создать карты гравитационных полей, что в свою очередь даст возможность обнаружить аномалии и по ним решать задачи:
- поиска месторождений полезных ископаемых;
- прогнозирования сейсмоактивности и других опасных геофизических явлений;
- исследования воздействия аномалий гравитационного поля на психофизическое состояние человека;
- научных исследований в области теории относительности;
- научных исследований по связи между эффектами Хаббла и Паунда-Рибки.

Таким образом, реализация радиотехнического метода гравиметрических измерений с использованием навигационных космических аппаратов позволит глобализировать исследования гравитационного поля и за счёт этого значительно расширить функции навигационных космических систем.

Литература

1. *Верещак А.П., Кот П.А., Козлов В.А. и др.* Система космического навигационно-временного обеспечения Украины: состояние и перспективы. // Космическая наука и технология, 2001. Т. 7. № 4. С. 12-16.
2. *Савельев И.В.* Курс общей физики, т. 3 // М.: Наука, 1989. 302 с.