

УДК 629.76

Применение низкоорбитальных космических аппаратов для создания первичного навигационного поля

Стрельников Сергей Васильевич^(*)

svsdt@mail.ru

Малышкин Игорь Анатольевич

malish_ig@mail.ru

АО «Научно-исследовательский институт точных приборов», Москва, Россия

Аннотация. Проведена оценка возможности применения низкоорбитальных навигационных космических аппаратов (НКА) для создания первичного навигационного поля, предназначенного для одномоментных навигационных определений. Предложен способ создания первичного навигационного поля, предусматривающий выполнение следующих основных технологических операций: выведение на орбиту нескольких специализированных космических аппаратов (СКА) в качестве эталонных навигационных ориентиров; определение параметров орбиты СКА по сигналам наземных радиомаяков; излучение навигационных сообщений СКА для определения орбит и эфемерид НКА.

Ключевые слова: низкоорбитальная навигационная группировка, навигационное сообщение, наземные радиомаяки

Введение. В отечественных и зарубежных публикациях рассматривают возможность построения спутниковых систем навигации на основе низкоорбитальных навигационных группировок (ННГ). Достоинства ННГ: снижение уязвимости такой системы спутниковой навигации; высокие угловые скорости относительного движения наземного наблюдателя и низкоорбитальных КА; относительно большое значение доплеровского смещения частоты навигационного сигнала в единицу времени; относительно высокое отношение сигнал/шум навигационного сигнала. Целесообразность преимущественности апробированных методик навигационных определений, аппаратных средств и функциональных дополнений, созданных для среднеорбитальных навигационных систем, ведут к необходимости применения дальномерного метода навигации при построении ННГ. Реализация такого метода предусматривает нахождение на орбите не менее 250 НКА в составе ННГ. Для расчета эфемерид такого количества КА предложен способ, заключающийся в выполнении следующей совокупности последовательности действий [1].

1. Развертывание сети наземных радиомаяков, имеющих стабильность опорной частоты излучаемого радиосигнала не ниже 10^{-12} .

2. Выведение на орбиту в одну орбитальную плоскость не менее четырех СКА.

3. Определение орбиты СКА по сигналам радиомаяков. Синхронизация бортовой шкалы времени СКА с системной шкалой времени навигационной системы.

4. Излучение СКА навигационного сообщения, содержащего параметры орбиты СКА и единицы бортовой шкалы времени.

5. Прием НКА навигационного сообщения СКА, определение орбиты НКА в соответствии со способом патенту [2]. Синхронизация бортовой шкалы времени НКА со шкалой времени СКА.

6. Расчет эфемерид НКА, формирование и излучение навигационного сообщения наземным потребителям.

Достоинствами способа:

1. Обеспечение эфемеридно-временной информацией любого количества НКА.

2. Возможность создания первичного навигационного поля, параметры которого не зависят от существующих среднеорбитальных навигационных спутниковых систем.

3. Возможность постоянного поддержания высокой точности эфемерид и шкалы времени каждого НКА ННГ за счет частого уточнения и обновления эфемеридно-временной информации на борту.

4. Снижение требований к стабильности стандартов частоты аппаратуры НКА (по сравнению с ГЛОНАСС) в связи с возможностью частого проведения операций по синхронизации шкал времени НКА с системной шкалой времени.

Заключение. Реализация предложенного способа позволит: создать с помощью ННГ первичное навигационное поле; обеспечить высокоточной эфемеридной информацией любое количество КА ННГ, не приводя к необходимости существенного увеличения нагрузки наземных измерительных средств; обеспечить возможность функционирования системы эфемеридно-временного обеспечения ННГ в автоматическом режиме работы [3].

Список источников

- [1] Стрельников С.В., Бахтурин Г.И., Родионова Г.Г. Способ эфемеридного обеспечения процесса управления группировками низкоорбитальных КА. *Ракетно-космическое приборостроение и информационные технологии*, 2024, т. 11, вып. 4, с. 51–60.
- [2] Стрельников С.В., Бубнов В.И., Родионова Г.Г. *Способ определения орбиты космического аппарата*. Патент № 2520714 РФ, 2014, бюл. № 18.
- [3] Малышкин И.А., Стрельников С.В. Организация процессов управления многоспутниковыми орбитальными группировками малоразмерных космических аппаратов. *Ракетно-космическое приборостроение и информационные технологии*, 2025, т. 12, вып. 3, с. 20–30.