

УДК 629.78

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ВСПЫШЕК И КОРОНАЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ МАССЫ ПРИ ПОМОЩИ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

© Юронин М.В., Щербаков М.С.

*Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация*

e-mail: myuronin@yandex.ru

Актуальность предлагаемого исследования обусловлена необходимостью дальнейшего изучения активности Солнца, в частности последствий вспышек и корональных выбросов массы. Эта научная проблема может быть решена путем создания группировки наноспутников (далее НС). Такие исследования важны, так как солнечная активность напрямую влияет на нашу планету и возможность организации межпланетных перелётов, поэтому важно именно в нашей стране создавать данные аппараты, которые будут заниматься систематическим исследованием Солнца, чтобы обеспечить технологическое лидерство в этом направлении.

Предлагается организовать миссию с применением технологии группового полета НС для получения новых данных о свойствах солнечной короны. Несмотря на их малые габариты (до 10 кг), из них можно создать единую группировку, в которой каждый космический аппарат будет нести на борту один-два научных прибора, что позволит одновременно проводить разнотипные измерения, что на данный момент является перспективной идеей.

Предложенная Концепция организации группового полета НС в изучении солнечной активности представляет собой подход, который позволяет улучшать качество и точность получаемых данных, а также повышать эффективность их использования.

Одним из ключевых преимуществ группового полета НС является значительное увеличение эффективности использования орбит. Групповой полет НС позволяет создавать сети наблюдательных систем, способных собирать данные с разных углов зрения и в разное время. Когда НС летят в формации, каждый спутник может выполнять определенную роль в рамках миссии. Один спутник может собирать данные в определенной области солнечной короны, в то время как другой будет наблюдать за солнечным ветром или солнечными вспышками. Таким образом, благодаря групповому полету НС можно существенно повысить точность данных и рассчитывать на возможность получать данные со спутников в режиме реального времени. Также, например, когда группа НС летит в формации, каждый спутник может выполнять определенную роль в рамках миссии, например собирать данные с разных углов или обеспечивать лучшую точность навигации. Таким образом, благодаря групповому полету НС можно существенно увеличить точность данных, а также рассчитывать на возможность получать данные со спутников в режиме реального времени.

Однако групповой полет НС также связан с рядом технических и управленческих вызовов.

Например, НС должны быть способны взаимодействовать друг с другом при подготовке к полету и в ходе миссии, что требует разработки соответствующей программной и аппаратной инфраструктуры [2]. Кроме того, группа НС требует сложной системы контроля и управления полетом, чтобы обеспечить безопасность всех спутников в группе [3]. Другой важный аспект использования группового полета НС для изучения Солнца и солнечной активности – это возможность работать без остановки в условиях космического пространства [1]. Так, при групповом полете НС можно выполнять миссии с низкой орбиты, когда Солнце всегда находится на горизонте. Это дает возможность

регистрировать изменения солнечной активности в режиме реального времени, выходя за пределы традиционного окончания наблюдения в пределах дневного света.

Главным преимуществом группового полета НС для изучения солнечной активности является возможность работать без остановки и следить за солнечной активностью круглосуточно. Кроме того, групповой полет НС позволяет увеличить количество данных, которые можно получить в режиме реального времени [4].

Для подробного изучения активности Солнца целесообразно отправить одновременно группу из не менее 6 НС, которые будут взаимно дополнять друг друга: первый НС имеет на своем борту спектрограф, второй НС – на своем борту спектрометр и рентгеновский телескоп, третий НС является управляющим, четвертый, пятый и шестой – ионозондами.

Обоснуем начальные условия движения НС для реализации группового полета. Данные НС должны находиться на полярной солнечно-синхронной орбите с типом движения строй. Первое звено состоит из ионозонда, второе состоит из управляющего НС, одного ионозонда и НС содержащих на своем борту солнечную аппаратуру, третье звено состоит из ионозонда. Данная конфигурация может оптимально заниматься исследованием солнечной активностью и ионосферой Земли. Относительное расстояние между звеньями НС целесообразно определить в 20 км. Такое расстояние будет являться оптимальным для получения данных об ионосфере Земли.

Также концепция организации космической миссии подразумевает понимание частоты измерения данных о солнечной активности и ионосфере Земли. Предполагается, что НС, имеющие на своем борту солнечную аппаратуру, должны заниматься своей полно измерительными процессами в моменты происхождения различных солнечных явлениях и активностях, по типу солнечной вспышки, взрыва эруптивных протуберанцев и т. п., которые оперативно могут сообщить различные другие солнечные станции (например, по данным станции SDO). НС, которые являются ионозондами, должны работать в то время, пока нет работы двигателей НС по стабилизации КА.

Понимая все эти вопросы и проблемы в работе научного оборудования, можно сделать вывод, что частота измерения научных данных достаточно высока, а именно: до 5 измерений в 10 секунд, поэтому, чтобы решить вопрос с передачей данных в режиме онлайн, надо задействовать различные системы коммуникационных спутников связи для передачи данных в ЦУП.

Вывод. Использование группы НС для изучения солнечной активности обладает большими преимуществами в сравнении с использованием отдельных НС или крупных спутников.

Возможность работать без остановки, поддерживать постоянную связь и получать данные в режиме реального времени – все это делает групповой полет НС наиболее эффективным и перспективным вариантом для изучения Солнца и солнечной активности. Они способны обеспечить достоверные данные о Солнце, делая исследование более доступным и более точным.

### Библиографический список

1. Крамлих А.В. Модульное проектирование микро/наноспутников: Электронный конспект лекций. Самара, 2010. 59 с.
2. Мантуров А.И. Механика управления движением космических аппаратов: учебное пособие. Самара: Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева, 2003. С. 62.
3. Медведев С.А., Щербаков М.С. Обзор миссий маневрирующих наноспутников // XXV Всероссийский семинар по управлению движением и навигации летательных аппаратов. 2022. С. 265–268.
4. Щербаков М.С. Исследование проблемы устойчивости инспекционного движения наноспутника на высоких орбитах // Международная молодежная научная конференция «XV Королевские чтения», посвященная 100-летию со дня рождения Д.И. Козлова. 2019. Т. 1. С. 192.