

УДК 629.783

Методика определения радиогоризонта для связи с малым космическим аппаратом

Егорочкин Кирилл Александрович

egorochkin@bmstu.ru

Звягинцев Леонид Игоревич^(*)

zvyagintsev@bmstu.ru

Зырянов Александр Сергеевич

ziryanovas@bmstu.ru

Рачкин Дмитрий Анатольевич

rachkin@bmstu.ru

Тененбаум Степан Михайлович

tenenbaum@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Представлен метод построения прогноза качества связи с малыми космическими аппаратами (МКА), основанный на сборе статистических данных с наземных антенных постов. Метод предполагает накопление информации о количестве и полноте принятых данных с привязкой к пространственной ориентации антенны. В результате формируются наборы данных, позволяющие построить аппроксимирующие зависимости качества связи от азимута и угла места. На основе зависимостей определяется эффективный радиогоризонт для каждого антенного поста, что позволяет оптимизировать планирование сеансов связи и минимизировать потерю ценности данных от полезной нагрузки МКА.

Ключевые слова: наноспутник, малый космический аппарат, наземный комплекс управления, визуализация данных, зона радиовидимости

Введение. На сегодняшний день на орбите находится множество космических аппаратов (КА), выполняющих различные научные задачи, например занимающиеся мониторингом космической погоды. К ним относятся МКА изготовленные в МГТУ им. Н.Э. Баумана «Хорс» № 1 и «Хорс» № 2, которые находятся на орбите с 27 июня 2023 года. На их борту установлены детекторы галактических космических лучей (разработка ФГБУ «ИПГ» им. Е.К. Федорова) и приемники сигналов автоматизированной идентификационной системы (АИС) (разработка МГТУ им. Н.Э. Баумана) [1, 2]. Наличие такой полезной нагрузки на МКА требует регулярной передачи собранных ей данных на наземные антенные посты, т.к. ценность этих данных возрастает с уменьшением времени их доставки, измеряемого с момента генерации данных до момента передачи их потребителю. Для сохранения ценности информации необходимо грамотно планировать сеансы связи с МКА, добываясь при этом минимальной потери данных при приеме. В связи с этим для облегчения планирования предлагается строить прогноз на основе статистических данных, собранных на предыдущих сеансах связи.

Методы и материалы; результаты. В ходе работы в наземный комплекс управления малыми космическими аппаратами на имеющихся антенных постах был встроен модуль сбора информации, характеризующей количество и полноту принятых от МКА данных. При сопоставлении с помощью вре-

менных меток полученной информации с данными об ориентации антенны (в рассмотрение принимаются данные при которых расхождение реального направления антенны с теоретическим («на малый космический аппарат») не превышает допустимого значения), был получен массив данных, с выстроенным соответствием между качеством связи и положением антенны.

При помощи разработанного программного обеспечения были построены аппроксимирующие зависимости, характеризующие зависимость качества связи от азимута и элевации антенны. В качестве удобного графического отображения полученных данных был построен ряд тепловых карт в полярных координатах для запущенных в работу антенных постов.

Заключение. На данный момент по полученным аппроксимирующим зависимостям рассчитан радиогоризонт и проведена оценка качества радиообмена с МКА в зависимости от дальности до него и угла возвышения для каждого запущенного в работу антенного поста. Это при непосредственном участии операторов связи позволило оптимизировать время, затрачиваемое на получение данных от полезной нагрузки, установленной на МКА. В дальнейшем, представляется возможным встроить разработанное программное обеспечение в систему взаимодействия элементов комплекса управления при проведении сеансов связи с МКА, что позволит расширить возможности и повысить эффективность данной системы при расширении орбитальной группировки МКА и введении в работу новых антенных постов.

Список источников

- [1] Рачкин Д.А., Тененбаум С.М., Мельникова В.Г. и др. Опыт мониторинга космической погоды и использования аппаратуры АИС на борту космического аппарата типа CubeSat. *К.Э. Циолковский: ключевые идеи и современные достижения космонавтики. 59-е Науч. чтения, посв. разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского: сб. матер.* Калуга, Эйдос, 2024, т. 1, с. 28–32.
- [2] Рачкин Д.А., Тененбаум С.М., Мельникова В.Г., Майорова В.И. Разработка МКА типоразмера CubeSat — опыт МГТУ им. Н.Э. Баумана. *К.Э. Циолковский и прогресс науки и техники в XXI веке. 56-е Науч. чтения, посв. разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского: сб. матер.* Калуга, Эйдос, 2021, с. 24–27.