

УДК 303.732.4

Модель функционирования низкоорбитальной системы связи

Пичугин Сергей Борисович^(*)

sergey.pichugin@rsce.ru

ПАО «РКК «Энергия», Королев, Московская обл., Россия

Аннотация. Рассматривается низкоорбитальная система связи с упорядоченной по гексагональной схеме баллистической структурой. Предложена математическая модель функционирования данной системы. Оцениваются характеристики абонентского радиотракта и межспутникового оптического тракта. Изучаются изменения характеристик системы с учетом динамики движения спутников системы в процессе их полета от орбитального полюса к экватору и обратно. В основу производимых оценок положены характеристики перспективных компонентов, прошедших летные испытания.

Ключевые слова: орбитальная группировка, спутник ретранслятор, межспутниковый тракт, абонентский тракт, характеристики тракта, математическая модель

Введение. Для связи космической станции (КС) и космических кораблей (КК) с наземными средствами управления (НСУ) через орбитальные средства используется российская система ретрансляции [1], включающая три спутника ретранслятора (СР) на геостационарной орбите (ГСО) с точками стояния 16° з.д., 95° в.д. и 167° в.д. и обеспечивает в пределах радиовидимости космической станции и корабля в течение 83 процентов времени суточного витка [2]. При этом американская ГСО система TDRSS, с СР в позициях 89° в.д., 12° з.д., 171° з.д., 174° з.д., 41° з.д. и 49° з.д., способна обеспечить видимость НСУ в течение от 85 % до 100 % времени суточного витка КС и КК [3]. Предлагается альтернатива в виде низкоорбитальной системы (НОСС) с оптическими межспутниковыми трактами [4]. Для оценки характеристик НОСС разработана математическая модель ее функционирования.

Материалы и методы; результаты. При построении модели приняты следующие ограничения:

- зона обслуживания СР — окружность с центром в подспутниковой точке и радиусом R ;
- трафик от зоны L распределен равномерно;
- расстояния между СР на экваторе равно R , в орбитальной плоскости $2R$;
- частота абонентского радиотракта 2 ГГц;
- частота оптического межспутникового тракта 300 ГГц;
- частота оптического сканера 30 кГц.

На рисунке представлен результат моделирования времени поиска соседнего СРФМ на заданной широте.

Из графика следует, что поиск СР соседа при движении от орбитальных полюсов к экваториальной области по времени скачкообразно изменяется, что требует подстройки системы наведения оптического луча.



Заключение. Предложена модель, позволяющая оценить ряд характеристик НОСС. Даны рекомендации по построению и режимам работы бортовых систем спутника связи.

Список источников

- [1] Поляков Ю.С. Передача голосовой информации по наземному комплексу управления международной космической станцией. *Вопросы электромеханики. Труды ВНИИЭМ*, 2023, т. 193, № 2, с. 39–43.
- [2] Zak A. *The EKTS communications system for the Soyuz MS spacecraft*. URL: <https://www.russianspaceweb.com/soyuz-ms-ekts.html> (дата обращения 17.11.2024).
- [3] Doll C.E. et al. *Tracking and Data Relay Satellite System Configuration and Tradeoff Study TDRS System Summary*. Part I Final Report. Hughes Aircraft Company. El Segundo, California, 1972, vol. 1, 57 p. URL: <https://ntrs.nasa.gov/citations/19740002692> (дата обращения 17.11.2024).
- [4] Пичугин С.Б. *Спутниковый ретранслятор*. Патент № 2793898 РФ. Королёв, ПАО «РКК «Энергия», 2023, бюл. № 12, 17 с.