**Моделирование бортовой деятельности группировки спутников дистанционного зондирования Земли**

**Яганов Р.Т1а., Сазонова С.В.1б**

*1астудент 6-го курса, 1бкандидат ф-м.н.*

*1Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*факультет космических исследований, Москва, Россия*

*E-mail: rusyaganoff@ya.ru*

В последние годы наблюдается рост числа космических миссий, охватывающих широкий спектр целей — от научных исследований космических явлений до амбициозных проектов колонизации других планет и создания межпланетных сетей. Ключевым фактором успеха таких миссий является обеспечение надежной связи. Для передачи данных космическим аппаратам, спутникам и другим объектам в космосе требуются мощные передатчики [1]. Связь в космическом пространстве непостоянна и прерывиста, поскольку космические аппараты находятся вне зоны прямой видимости друг друга и стационарных приемников и в течение длительных периодов времени.

Для эффективной связи в космосе требуются специальные протоколы и технологии, отличные от TCP/IP, используемых на Земле. Примерами являются Delay Tolerant Network (DTN) [2] и Contact Graph Routing (CGR) [3, 4].  
 В данном исследовании фокус направлен на анализ коммуникации между спутниковой группировкой, предназначенной для дистанционного зондирования Земли, и наземными станциями. Перед нами стоит задача маршрутизации в разреженном графе. Кроме того, мы проводим сравнение эффективности различных алгоритмов маршрутизации.

Для успешного решения этих задач требуется разработка эффективного инструмента, обладающего достаточной гибкостью. Этот инструмент должен позволять проводить эксперименты с различными конфигурациями спутниковых группировок и структурами данных, чтобы обеспечить максимальную адаптацию к различным сценариям моделирования.

Результатом работы стала библиотека, которая представляет собой инструмент для моделирования взаимодействия между сетью спутников ДЗЗ и наземными станциями. Эта библиотека обеспечивает возможность тестирования различных алгоритмов маршрутизации данных на спутниках и имитации передачи информации. Пользователи могут настраивать структуру обрабатываемых пакетов данных под требования выбранного сценария моделирования, а также задавать функцию расчета ценности пакета при принятии решений о маршрутизации данных. Одной из ключевых особенностей библиотеки является возможность создания многопоточных программ, где каждый агент функционирует независимо. После проведения сеанса моделирования библиотека предоставляет инструменты для оценки эффективности связи и сравнения различных методов маршрутизации данных.

Список литературы

1. A. Abedi, J. M. Alcaraz-Calero, S. C. Mukhopadhyay, P. D. Mitchell, H. F. Rashvand. (2014). Wireless sensor systems for space and extreme environments: a review. IEEE Sensors Journal, vol. 14, no. 11, pp. 3955–3970.
2. S. Burleigh, A. Hooke, L. Torgerson et al., «Delay-tolerant networking: an approach to interplanetary internet.» IEEE Communications Magazine, vol. 41, no. 6, pp. 128–136, 2003.
3. S. Burleigh, E. Jennings, J. Segui., «Enhancing contact graph routing for delay tolerant space networking.» in Proceedings of the IEEE Global Telecommunications Conference, GLOBECOM, pp. 1–6, IEEE, Kathmandu, Nepal, December 2011.
4. E. Birrane, S. Burleigh, & N. Kasch, «Analysis of the contact graph routing algorithm: bounding interplanetary paths.» Acta Astronautica, vol. 75, pp. 108–119, 2012.