

Применение спиральной антенны в качестве бортовой антенны радиолинии передачи целевой информации

А.Г. Генералов, Э.В. Гаджиев, М.Р. Салихов

АО «Научно–исследовательский институт электромеханики» (АО «НИИЭМ»), 143500, Московская область, г. Истра, ул. Панфилова 11, E-mail: otd24@niiem.ru

На космических аппаратах используются антенно-фидерные устройства, входящие в состав различных бортовых систем и комплексов. Одной из таких систем является радиолиния передачи целевой информации. В данной работе приведены частотные диапазоны, используемые при построении указанной бортовой системы. Анализ приведён на примере построения антенной системы для космического аппарата серии «Метеор» и космических аппаратов, спроектированных на базе космической платформы «Канопус-В». Представлены недостатки применяемого варианта построения антенной системы с учётом современных требований к антенно-фидерным устройствам радиолинии передачи целевой информации. Предложен вариант применения спиральной антенны в качестве бортовой антенны радиолинии передачи целевой информации космических аппаратов.

On the spacecraft used antenna-feeder devices included in the various on-board systems and complexes. One of such systems is a target-oriented data radio transmission line. In this paper frequency ranges used in the construction of this on-board system are presents. This research work presents the construction of vehicle-borne data radio transmission line antenna system of information transmission for big-size space vehicle "Meteor" series and small-size space vehicles designed on space-based platform "Canopus-B". The drawbacks of the approach being used for this the vehicle-borne radio line construction are shown. The variant of using a spiral antenna as an on-board data radio transmission line antenna for transmitting target information of spacecraft is proposed.

Введение

Обеспечение обмена информации между космическим аппаратом (КА) и наземными пунктами управления является одной из главных задач. От качества и непрерывности сеансов связи КА с наземными службами зависит выполнение возложенной целевой задачи на КА [1].

Как правило, на борту КА используются приёмо-передающие антенны, входящие в состав:

- телеметрической системы;
- телекомандной системы [2];
- навигационных систем (ГЛОНАСС, GPS);
- радиолинии передачи целевой информации (РЛЦИ);
- межспутниковой связи [3];
- специальных систем (например, КОСПАС-САРСАТ) [4];
- научных систем и комплексов [5] и др.

Цель работы – поиск пути построения бортовой антенной системы РЛЦИ КА с улучшенными характеристиками по сравнению с существующими аналогами.

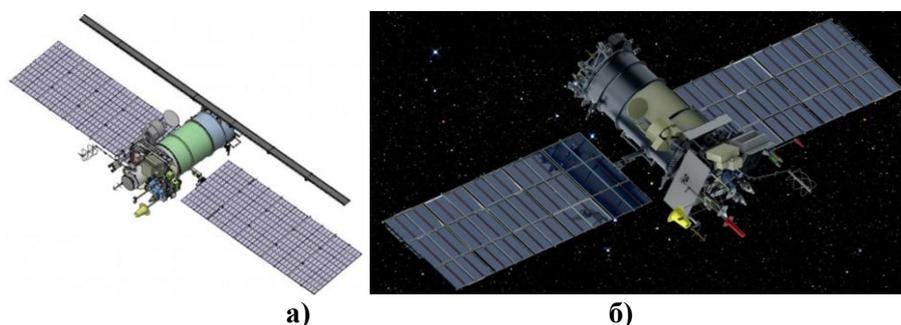
Принцип построения РЛЦИ КА

РЛЦИ КА предназначена:

- для приёма цифровой информации от целевой аппаратуры;
- для формирования цифровых потоков заданной структуры.

Бортовая аппаратура РЛЦИ применяется как в составе больших КА, так и малых КА.

Рассмотрим КА, разработанные в АО «Корпорации «ВНИИЭМ». На рис. 1. представлены КА серии «Метеор», которые образуют космический комплекс гидрометеорологического обеспечения «Метеор-3М» [6–8].



а) КА "Метеор–М" № 1; б) КА "Метеор–М" № 2–1.

Рис. 1. КА серии "Метеор":

Передача данных на Землю обеспечивается бортовой информационной системой (БИС) в следующих диапазонах:

- 137...138 МГц;
- 1670...1710 МГц;
- 8025...8400 МГц.

Помимо разработанных и успешно эксплуатируемых больших КА, разработан малый КА дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), спроектированный на базе платформы «Канопус–В». КА «Канопус–В» № 1, запуск которого состоялся 22 июля 2012 года с космодрома Байконур, представлен на рис. 4 [9–11].



Рис. 2. КА «Канопус–В» № 1.

Таблица 1. Параметры РЛЦИ КА «Канопус–В» № 1

Несущая частота канала ПРД1	8128 МГц
Несущая частота канала ПРД1	8320 МГц
Скорость передачи в канале: ПРД1 ПРД2	61,44 Мбит/с 122,88 Мбит/с
Виды модуляции: ПРД1 ПРД2	Относительная фазовая Двойная относительная фазовая
Потребляемая мощность: при работе ПРД1 и ПРД2 при работе ПРД1 или ПРД2 в дежурном режиме – готовность к сбросу (в течение 8 мин)	240 Вт 130 Вт Не более 20 Вт
Масса	33 кг

Бортовые антенны РЛЦИ

На борту КА серии "Метеор" применяются следующие бортовые антенны, представленные на рисунке 3.

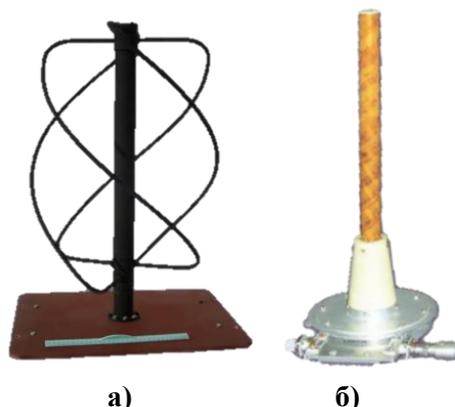


Рис. 3. Фото бортовых антенных:

а) спиральная антенна метрового диапазона; б) спиральная четырёхзаходная антенна дециметрового диапазона.

Помимо приведённых спиральных антенн (см. рис. 3) широкое применение нашли и зеркальные антенны, показанные на рисунке 4, причём как на КА серии "Метеор", так и КА «Канопус–В».

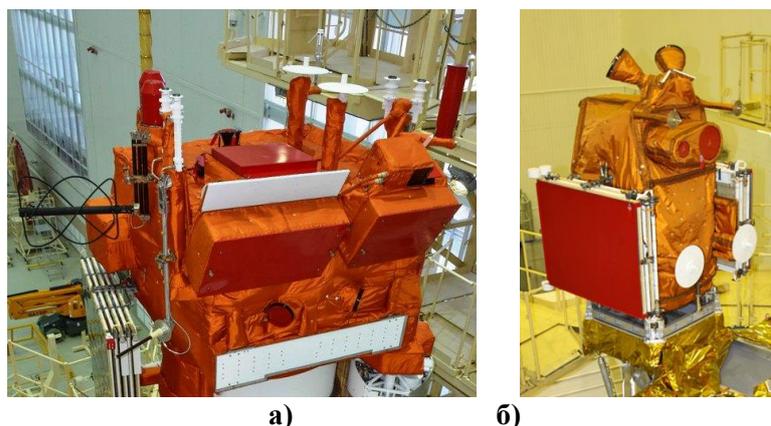


Рис. 4. Фото бортовых зеркальных антенн РЛЦИ:
а) КА "Метеор–М" № 2–1; б) КА "Канопус–В" № 1.

В ходе обзора научно–технической литературы [12–14], были рассмотрены различные возможные варианты построения бортовой антенны РЛЦИ КА. В работе представлены преимущества и недостатки рассмотренных вариантов.

В работе предложен вариант применения четырёхзаходной спиральной антенны, представленной на рис. 5, в качестве бортовой антенны РЛЦИ КА.

Предложенная антенна обладает волноводным выходом, специальной формой диаграммы направленности, а также обеспечивает коэффициент усиления 7 дБ.

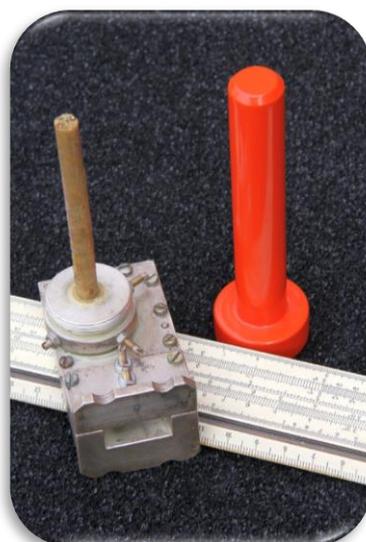


Рис. 5. Фото опытного образца антенны.

Заключение

В данной работе представлены результаты исследования состояния и перспективы развития бортовых антенн РЛЦИ как для класса больших КА, так и для малых.

Рассмотрены и представлены применяемые в настоящий момент бортовые антенны РЛЦИ КА.

Таким образом, предложен простой, надёжный вариант применения спиральной антенны в качестве бортовой антенны РЛЦИ КА.

Литература

1. Пригода Б.А., Кокуныко В.С. Антенны летательных аппаратов. М: Воениздат, 1964 г. 120 с.
2. Бочаров В.С., Генералов А.Г., Гаджиев Э.В. Результаты лётных испытаний антенно-фидерных устройств телекомандной системы КА «Канопус-В» №1 и Белорусского КА и пути усовершенствования их характеристик // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2014. № 4 (16). С. 5–12.
3. Генералов А.Г., Гаджиев Э.В. Бортовая антенна для построения систем связи и межспутниковой связи. Тезисы докладов конференции «Иосифьновские чтения–2017» – Истра: АО «НИИЭМ». 26 октября 2017. С. 262–265.
4. Бочаров В.С., Генералов А.Г., Гаджиев Э.В. Антенная система для бортовой аппаратуры КОСПАС–САРСАТ. Радиотехника. 2018. № 8. С. 204–211. (DOI 10.18127/j00338486-201808-38)
5. Бочаров В.С., Генералов А.Г., Гаджиев Э.В. Антенная система космического аппарата «Ионосфера» // Вопросы электромеханики. Труды ВНИИЭМ. М.: 2012. том 131. №6. С. 11–14.
6. Космический комплекс гидрометеорологического и океанографического обеспечения «Метеор-3М» с космическим аппаратом «Метеор-М» №1: справочные материалы. М.: ФГУП «НПП ВНИИЭМ», 2008. 144 с.
7. Космический комплекс гидрометеорологического и океанографического обеспечения «Метеор-3М» с космическим аппаратом «Метеор-М» № 1. М.: ОАО «Корпорация «ВНИИЭМ», 2014. 158 с.
8. Космический комплекс гидрометеорологического и океанографического обеспечения «Метеор-3М» с космическим аппаратом «Метеор-М» № 2–1. – М.: АО «Корпорация «ВНИИЭМ», 2017. – 156 с.

9. Владимиров А.В., Салихов Р.С., Сенник Н.А., Золотой С.А. Космическая система оперативного мониторинга техногенных и природных чрезвычайных ситуаций на базе КК «Канопус-В» и Белорусского космического аппарата. Вопросы электромеханики. Труды НПП ВНИИЭМ. 2008. Т. 105. С. 49–57.
10. Космический комплекс оперативного мониторинга техногенных и природных чрезвычайных ситуаций «Канопус-В» с космическим аппаратом «Канопус-В» № 1. – М.: ФГУП «НПП ВНИИЭМ», 2011. – 110 с.
11. Макриденко Л.А., Волков С.Н., Горбунов А.В., Салихов Р.С., Ходненко В.П. КА «Канопус-В» № 1 – первый российский малый космический аппарат высокодетального дистанционного зондирования земли нового поколения. Вопросы электромеханики. Труды ВНИИЭМ. 2017. Т. 156. С. 2–11.
12. Чебышев В.В., Ястребцова О.И. Расчёт планарной щелевой спиральной антенны в слоистой среде. В сборнике: Технологии информационного общества Материалы XII Международной отраслевой научно-технической конференции. 2018. С. 270-271.
13. Кондратьева С.Г. Многофункциональная бортовая антенная решетка интегрированного радиоэлектронного комплекса//Труды МАИ. 2012. № 52. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=29560> (дата обращения 21.01.2019 г.).
14. Овчинникова Е.В., Рыбаков А.М. Печатная антенная решетка для бортовой радиолокационной станции сантиметрового диапазона//Труды МАИ. 2012. № 52. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=29558> (дата обращения 21.01.2019 г.).