

УДК 002.6

НАЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС УПРАВЛЕНИЯ И СВЯЗИ СВЕРХМАЛОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

А.А. Спиридонов, В.А. Саечников, И.А. Шалатонин

Рассматриваются примеры построения университетских комплексов управления космическими аппаратами. Описывается архитектура учебного комплекса управления и связи для отработки нано- и пикоспутников.

Ключевые слова: наземный комплекс управления и связи, сверхмалый космический аппарат, телеметрия, научная информация

ВВЕДЕНИЕ

Одной из отличительных особенностей сверхмалых космических аппаратов, к которым относятся нано и пикоспутники (с массой меньше 10 кг), являются – использование простейших станций приёма и обработки информации, а также наземного комплекса управления полётом на базе персональных компьютеров; Так для управления, приема и обработки данных сверхмалых космических аппаратов создаются собственные малогабаритные комплексы управления, которые осуществляют оперативно-техническое руководство циклом работ по приему и обработке телеметрической и научной информации, управлению полетами.

В Центре аэрокосмического образования БГУ разрабатывается учебный комплекс управления и связи нано и пикоспутниками, который наряду с управлением, приемом и обработкой данных, решает задачи отработки надёжности, работоспособности и живучести нового оборудования, подготовки и переподготовки специалистов аэрокосмической отрасли.

УНИВЕРСИТЕТСКИЕ КОМПЛЕКСЫ УПРАВЛЕНИЯ КОСМИЧЕСКИМИ АППАРАТАМИ

Все российские университетские комплексы управления малыми и сверхмалыми космическими аппаратами созданы на базе наземного комплекса дистанционного обслуживания космических аппаратов ДОКА-Н, разработанного Научно-исследовательской лабораторией аэрокосмической техники НИЛАКТ РОСТО. Комплекс ДОКА-Н обеспечивает планирование и проведение сеансов связи с КА, при этом осуществляется управление полетом КА, включая приём и обработку информации с КА, подготовку и передачу на борт КА программ команд управления, формирование точного времени и синхронизацию бортового и наземного времени. При этом предусмотрены режимы ручного оперативного управления КА и автоматизированного управления.

Основные элементы ДОКА-Н: антенная система; устройство поворотное G-5500; трансивер IC-910H; осциллограф ОСУ-10А; контроллер ориентации антенн; модемно-согласующее устройство; стабилизированный источник постоянного тока (SEC 1223); компьютер управления (P4E, 3,2 ГГц); комплект кабелей; программное обеспечение.

Еще одним примером построения комплекса управления полетами сверхмалых космических аппаратов является комплекс от английской фирмы Clyde Space Inc. первая версия которой была разработана в 2009 г. Он работает с трансивером ICOM 910H, что позволяет проводить связь на следующих радиоловительских диапазонах: 2 м, 70 см и 23 см, а также на частоте 2,4 ГГц с дополнительным конвертором. Трансивер работает совместно с двумя контроллерами пакетной связи для осуществления связи по протоколу AX.25 и ПК для других специализированных видов связи. ПК также может осуществлять управление трансивером. Используются антенные системы фирмы M2 Antenna Systems - антенны волновой канал с круговой поляризацией, имеющие независимое управление по азимуту и углу места с помощью контроллеров RCP2800PX, что позволяет проводить точное слежение за КА. В 2011 г. НКУ была доработана на прием сигналов частоты 2,4 ГГц дополнительным конвертором и приемной антенной S диапазона. Для уменьшения шумов и увеличения чувствительности в системе имеются предусилители и широкополосные фильтры.

Другим примером может служить комплекс управления полетами сверхмалых космических аппаратов УКВ-диапазона (430-440 МГц) Kyung Hee Университета (Ю. Корея), построенный на коммер-

ческих комплектующих и разработанный для миссии наноспутника CINEMA. Управление КА, передача и прием данных осуществляется с помощью двух компьютеров. Первый ПК выполняет моделирование бортовой системы ориентации и стабилизации КА, осуществляет слежение за КА, выполняет программу управления антенными поворотными устройствами, так что антенны могут автоматически сопровождать КА в моменты пролета. Пространственно-временное положение КА отображается на мониторе ПК.

Второй ПК анализирует данные принимаемые с КА через ПО системы планирования миссии (СПМ) выполняет. На основе анализа данных СПМ генерирует пакеты команд, которые передаются с помощью оборудования комплекса управления на КА. Многофункциональный пакетный контроллер Kantronics и трансивер KENWOOD TS-2000 соединены последовательно посредством интерфейса RS232 с ПК. Пакетный контроллер конвертирует цифровые сигналы в аналоговые и передает их трансиверу при передаче и принимает от трансивера аналоговые сигналы и конвертирует в цифровые при приеме. Используется GMSK модуляция, скорость передачи 9,6 кБ/с. Окончательно команды передаются через спиральную антенну с усилением 9,8 дБ.

АРХИТЕКТУРА УЧЕБНОГО КОМПЛЕКСА УПРАВЛЕНИЯ И СВЯЗИ ДЛЯ ОТРАБОТКИ НАНО- И ПИКОСПУТНИКОВ

Учебный комплекс управления и связи, разрабатываемый в Центре аэрокосмического образования БГУ, наряду с имитатором космического аппарата и программным обеспечением будет входить в состав программно-информационного комплекса отработки бортовых систем и научной аппаратуры. Он будет решать задачу оперативно-технического руководства работами по приему и обработке телеметрической и научной информации, управления имитатором, проведения обучения специалистов в режиме имитации в различных временных масштабах, отработке и испытаний аппаратных и программных средств управления полетами и бортовой аппаратуры и научных приборов.

Комплекс управления и связи нано и пикоспутниками предназначен для работы в качестве радиоприемного и радиопередающего пункта с функциями формирования передаваемой и регистрации принимаемой информации командного, телеметрического и информационного обслуживания. Он будет решать следующие задачи: обработку и анализ телеметрической информации о состоянии космического аппарата или имитатора в процессе отработки нового оборудования и при переподготовки специалистов; формирование командно-программной информации, обеспечивающей управление космическим аппаратом или имитатором; обработку навигационных параметров, расчет начальных условий и прогнозирование параметров движения КА; отображение информации, поступающей от средств приема и передачи информации; формирование программ работы бортовой аппаратуры космического аппарата или отрабатываемого оборудования на имитаторе; моделирование проведения сеансов управления; проведение экспериментов по отработке оборудования наземного комплекса, бортового оборудования имитатора и отрабатываемой техники на космическом аппарате.

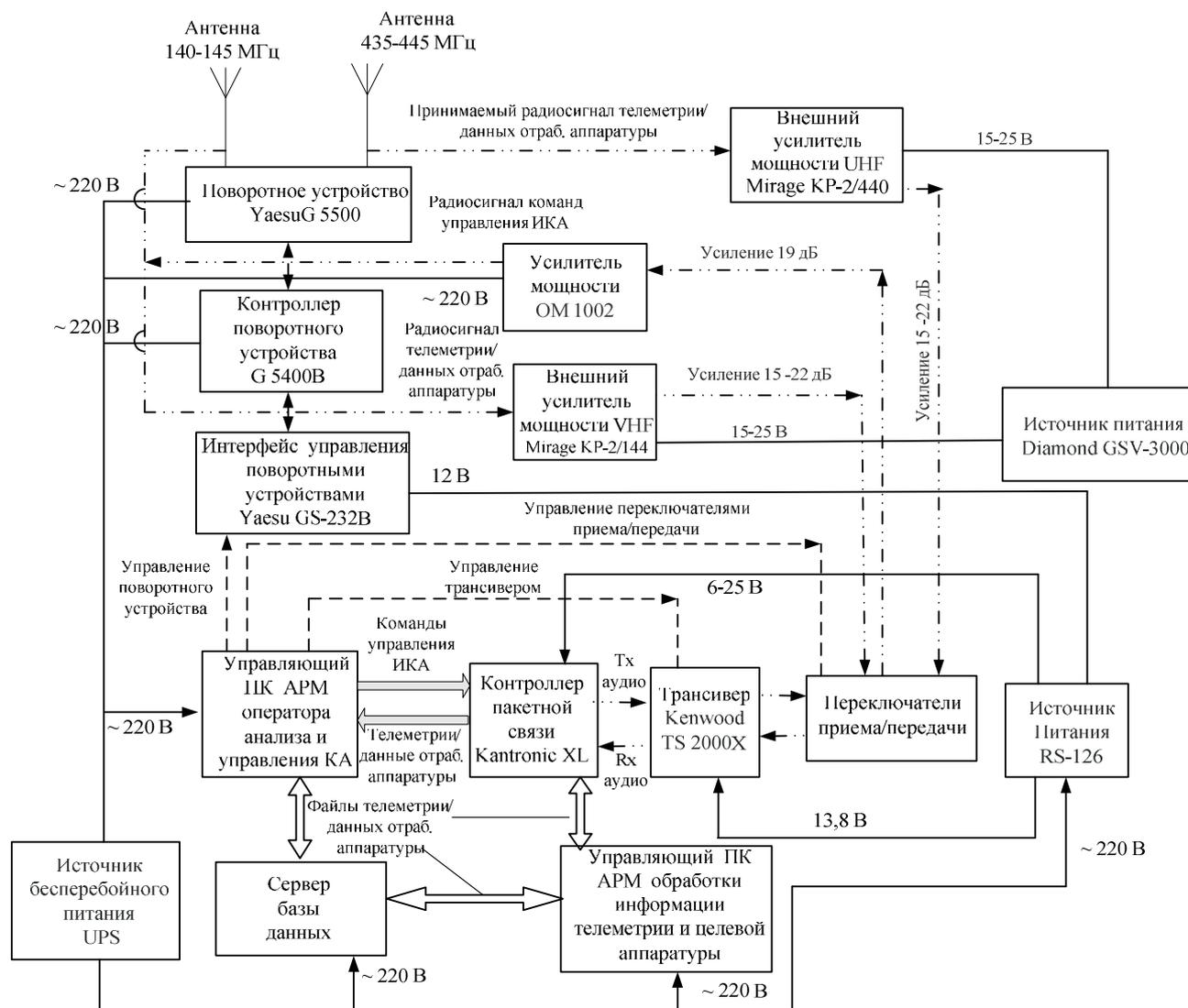
Комплекс управления и связи будет построен на основе: имеющихся и разрабатываемых антенных систем диапазона 140/435 МГц и 1,7/2,4 ГГц; работающих в Центре аэрокосмического образования приемо-передающих радиостанций Kenwood TM-D710A и ICOMID-1, любительской радиостанции БГУ; наземных станций приема и обработки данных КА ДЗЗ и образовательных спутников.

При выборе трансивера предпочтение отдавалось по следующим критериям: возможность работы через радилюбительские спутники для отработки разрабатываемого оборудования наземного комплекса; наличие выходной мощности в диапазонах 2 метра и 70 см не менее 50 Ватт; наличие функция полного дуплекса; присутствие системы автоматического VFO-слежения частот; наличие встроенного TNC, поддерживающего протокол AX-25; возможность работы в диапазоне 1,2 ГГц; наличие высококачественного DSP на промежуточной частоте в основном диапазоне.

Наиболее популярной моделью, используемой практически во всех проектах комплекса управления полетами сверхмалых космических аппаратов, удовлетворяющим этим требованиям была IC-910H. Но в настоящее время он снят с производства. Поэтому из анализа рынка коммерческих трансиверов КВ/УКВ диапазона был сделан вывод, что в настоящее время предъявленным требованиям удовлетворяют два трансивера – это трансивер Kenwood TS-2000 X (Япония) и IC-9100 (Япония).

Была выбрана более дешевая и отработанная модель Kenwood TS-2000 X. Основные элементы комплекса управления сверхмалыми космическими аппаратами на основе трансивера Kenwood TS-2000 X показаны на рис.: система питания (источник бесперебойного питания UPS; источник питания RS-126; кабеля питания); система управления и обработки данных (управляющий ПК АРМ операто-

ра анализа и управления КА; управляющий ПК АРМ обработки информации телеметрии и целевой аппаратуры; сервер базы данных; контроллер пакетной связи Kantronic XL; программное обеспечение); радиочастотный приемо-передающего тракт (антенна диапазона 140-145 МГц; антенна 435-445 МГц; переключатели приема/передачи; трансивер Kenwood TS 2000X; внешний усилитель мощности VHF Mirage KP-2/144; внешний усилитель мощности UHF Mirage KP-2/440; усилитель мощности OM 1002; комплект кабелей; программное обеспечение); система слежения на основе поворотного устройства (интерфейс управления поворотными устройствами Yaesu GS-232B; контроллер поворотного устройства G 5400B; поворотное устройство YaesuG 5500; программное обеспечение).



Учебный комплекс управления и связи нано и пикоспутниками

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разрабатываемый комплекс управления и связи нано и пикоспутниками позволит управлять сверхмалыми космическим аппаратом, принимать и обрабатывать телеметрическую и научную информацию, решать задачи отработки надёжности, работоспособности и живучести нового оборудования и проводить эффективную подготовку и переподготовку специалистов в интересах аэрокосмической отрасли Беларуси. Создание в структуре университета комплекса управления и связи будет стимулировать внедрение новых перспективных форм космического образования, служит основой для разработки и реализации перспективных университетских инновационных проектов с использованием космических технологий.

GROUND STATION FOR SMALL SATILLITE CONTROL AND COMMUNICATION

A.A. Spiridonov, V. A. Sayechnikov, I.A. Shalatonin

University satellite ground station examples are considered. Education ground station architecture for nanosatellite and picosatellite testing are described.

Keywords: ground control complex and communications, ultra-small a space vehicle ,telemetry, scientific information