

УДК 629.783+520.6

А. С. Глянєнко¹, И. В. Чулков², В. Н. Юров¹, Ю. И. Аликин³

¹Інститут астрофізики Московського інженерно-фізичного інституту, Москва, Росія

²Інститут космічних досліджень Російської академії наук, Москва

³Науково-дослідний інститут електромеханіки, м. Істра, Московська обл., Росія

Бортовая система сбора, предварительной обработки и регистрации научной информации проекта КОРОНАС-ФОТОН

Розглядається будова бортової системи збору, попередньої обробки та реєстрації наукової інформації проекту КОРОНАС-ФОТОН. Особливості космічного апарата дозволяють використовувати у процесі експерименту як засоби комплексу наукової апаратури, так і ресурси службової апаратури космічного апарата — бортові системи комплексу керування і телеметрії, котрі об'єднуються із системою наукової телеметрії по каналу МКО. Це дозволяє організувати гнучкі схеми керування науковою апаратурою, включити в єдиний інформаційний потік не лише інформацію з наукової апаратури, але й із службових систем апарата, зменшити кількість сеансів передачі інформації на Землю.

Одним из важнейших вопросов при подготовке любого космического проекта является сбор, предварительная обработка и передача собранных научных данных на Землю. В проектах КОРОНАС для обеспечения потребностей научной аппаратуры в сборе и передачи на Землю научной информации традиционно использовались ресурсы двух телеметрических систем, штатной спутниковой системы и специализированной системы сбора научной информации (ССРНИ) [1]. При этом сброс на Землю данных осуществлялся через две независимые радиолинии на различные пункты приема информации. Для информационного обеспечения проекта в составе комплекса научной аппаратуры (КНА) ФОТОН также предусмотрено использование специализированной системы сбора и регистрации научной информации (ССРНИ). Дальнейшим развитием этой тенденции является бортовая система сбора, предварительной обработки и регистрации научной информации для проекта КОРОНАС-ФОТОН.

Вся научная информация КНА представляется в виде нескольких типов данных:

— цифровых массивов данных, передаваемых с приборов в систему ССРНИ.

© А. С. ГЛЯНЕНКО, И. В. ЧУЛКОВ, В. Н. ЮРОВ,
Ю. И. АЛИКИН, 2003

— цифровых параметров, контактных датчиков, резистивных датчиков, аналоговых сигналов, передаваемых с приборов в бортовую аппаратуру телекоммуникации (БАТС).

— последовательности импульсных сигналов, скорости счета которых должны быть включены в суммарный информационный поток КНА.

В КА КОРОНАС-ФОТОН используется более современная, по сравнению с космическими аппаратами (КА) КОРОНАС-И и КОРОНАС-Ф, аппаратура бортового комплекса управления (БКУ), что предоставляет дополнительные возможности по организации сбора, предварительной обработки и регистрации информации, а также по управлению КНА при проведении эксперимента. Структура представляемой системы сбора, предварительной обработки и регистрации научной информации приведена на рис. 1. Наряду с традиционными средствами таких систем (ССРНИ и бортовая служебная телеметрическая система КА — БАТС) в работе этой системы активно используются средства БКУ. Таким образом, эта система фактически является распределенной системой сбора, предварительной обработки и регистрации научной аппаратурой с дополнительными средствами управления с

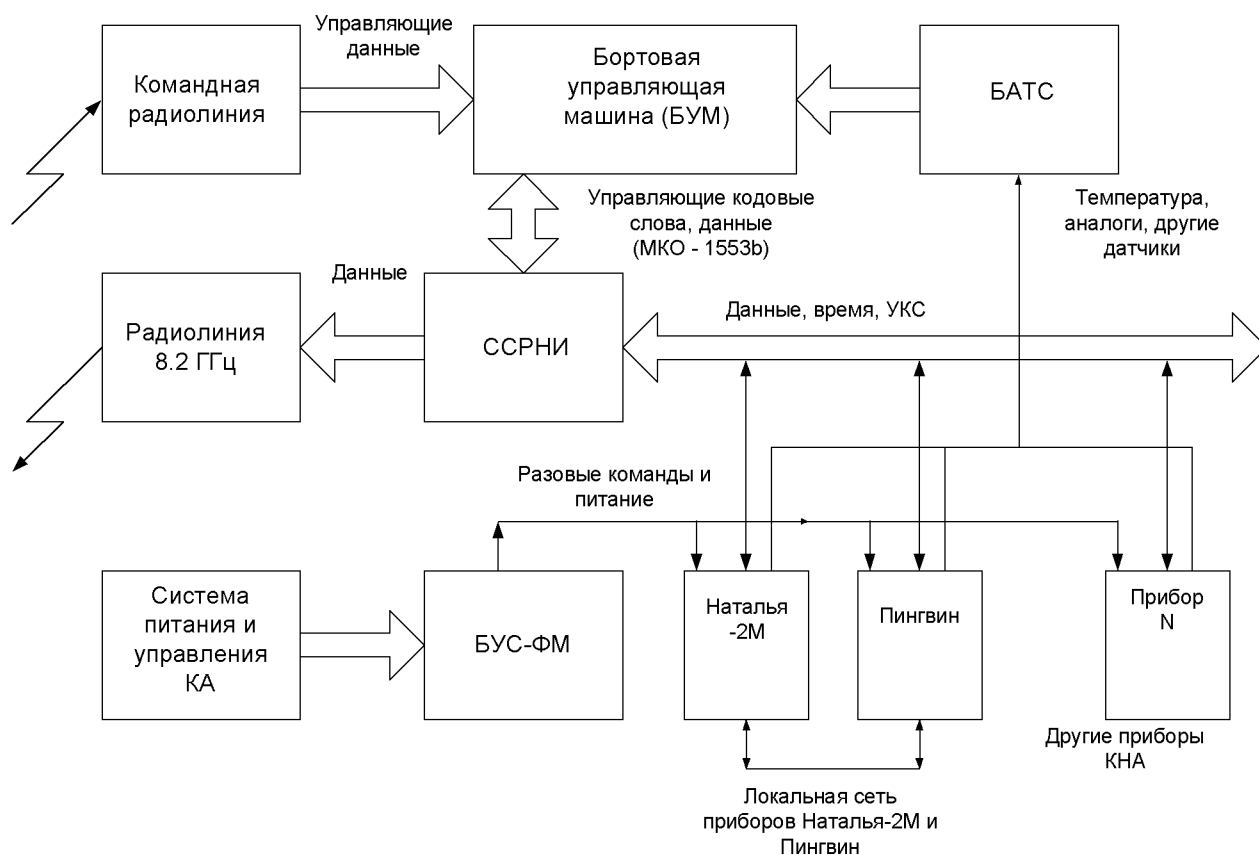


Рис. 1. Функциональная схема системы сбора, предварительной обработки и регистрации научной информации проекта КОРОНАС-ФОТОН

участием КНА и штатных систем КА. В состав этой системы вошли ССРНИ КНА, БАТС КА, мультиплексный канал обмена КА (МКО) ГОСТ 26765.52-87, бортовая управляющая машина КА (БУМ) с соответствующим математическим обеспечением, распределенная сетевая информационная система на основе микропроцессорных контроллеров, входящих в состав приборов «Наталья-2М», ПИНГВИН-М. На представленном ниже рисунке не показана обязательная связь между БУМ и системой питания и управления КА, используемой для управления комплексом научной аппаратуры при помощи дискретных команд управления.

Основной поток научной информации передается в виде цифровых массивов с научных приборов на систему ССРНИ. Эта специализированная система позволяет осуществлять прием данных от 20 (24) научных приборов (источников цифровых массивов — далее ИЦМ). Ввод массивов данных осуществляется по запросу на обслуживание со стороны ИЦМ. Суммарный объем запоминающего устройства (ЗУ)

системы ССРНИ составляет 0.5 Гбайт. Каждому из ИЦМ на сеанс наблюдения выделяется гарантированный фиксированный на данный сеанс объем ЗУ — квота. В процессе проведения исследований распределение квот между приборами может быть изменено по команде с Земли. Если ИЦМ в сеансе наблюдения передает объем информации, превышающий квоту, то считывание данных с этого ИЦМ прекращается и ввод новых данных становится возможен только после передачи данных из ЗУ ССРНИ на Землю, т. е. методом квотирования устанавливается предельный объем данных для каждого прибора на сеанс наблюдений. Передача научной информации от ИЦМ в систему ССРНИ осуществляется массивами по 960 бит в последовательном коде. Скорость передачи одного массива информации от ИЦМ — 62.5 или 125 кбит/с. Временные диаграммы обмена приведены на рис. 1. Для повышения надежности работы комплекса научной аппаратуры система ССРНИ построена по схеме с двумя полуккомплектами, один из которых

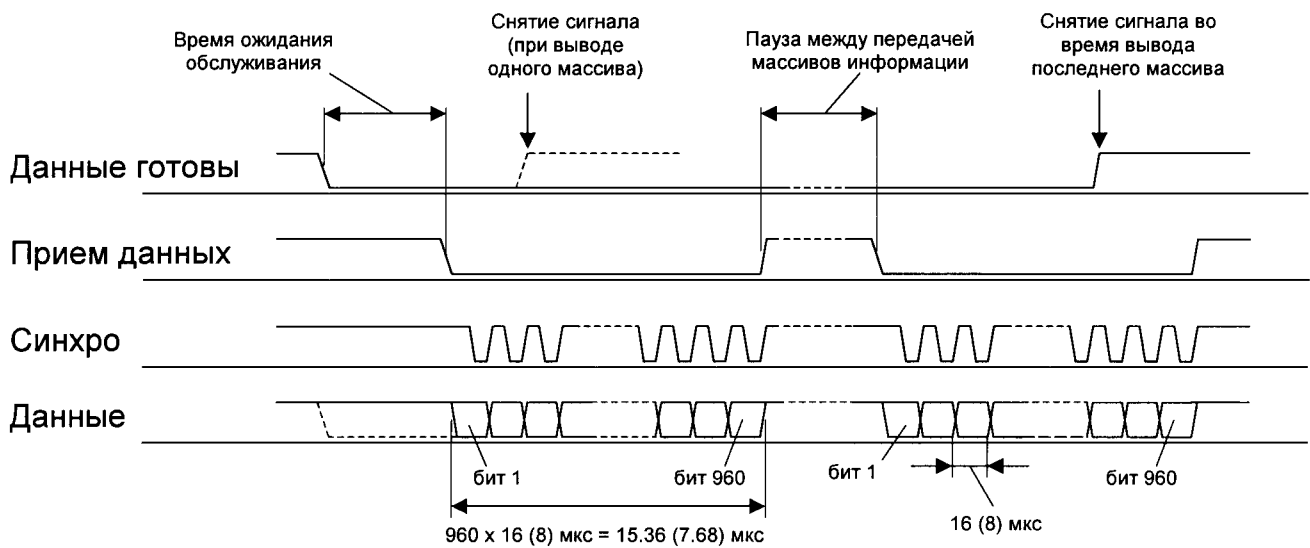


Рис. 2. Временная диаграмма взаимодействия ИЦМ-ССРНИ по каналу приема данных

является рабочим, а второй находится в «холодном» резерве. Все сигналы интерфейса обмена данными ИЦМ-ССРНИ задублированы, причем на каждую из дублированных линий работает самостоятельный передатчик, а прием информации осуществляется самостоятельным приемником. В этом интерфейсе используются высоконадежные элементы серий 1526 (приемники) и 1554 (передатчики).

Для использования в целях точной временной привязки научных данных ССРНИ формирует из сигналов бортовой шкалы времени, поступающих от систем космического аппарата (БШВ), 32-разрядный последовательный код бортового времени (КБВ), который передается по специальному интерфейсу, вместе с управляющей информацией каждому ИЦМ. Кроме того, бортовой комплекс управления (БКУ) космического аппарата позволяет принимать с Земли в сеансах связи до 48 Кбит управляющей информации, которая может быть использована в интересах КНА. Поэтому для ввода управляющей информации в ССРНИ из БКУ был использован, имеющейся в составе КА мультиплексный канал обмена (МКО) ГОСТ 26765.52-87, по которому предполагается ввод в ССРНИ из БКУ поступающей с Земли в сеансах связи управляющей информации для комплекса научной аппаратуры. Для передачи на ИЦМ был разработан специализированный интерфейс передачи КБВ и управляющих кодовых слов (УКС) с ССРНИ на ИЦМ. Его временные диаграммы приведены на рис. 2 и 3. КБВ передается 1 раз в 1 мс, в темпе поступления обновляемых данных от систем КА, формирующих

БШВ. Точность привязки данных БШВ к единому времени составляет 1 мс. Ввод данных БШВ в ССРНИ сопровождается сигналом-меткой 1 мс. Для упрощения интерфейса ССРНИ-ИЦМ было принято решение об объединении линий данных КБВ и УКС и использовании единой синхронизации частотой 62.5 КГц. Для идентификации типа передаваемых данных по мультиплексированной линии связи используются два сигнала-признака Сопр КБВ и Сопр УКС, позволяющие ИЦМ определять тип передаваемой информации, причем передача УКС на ИЦМ производится всегда в паузе в передаче КБВ, когда ССРНИ производит прием данных по линиям БШВ. Это позволяет избежать возможного джиттера положения КБВ при передаче УКС на ИЦМ.

Для этого канала ССРНИ-ИЦМ также применены схемные решения с резервированием системы ССРНИ. Все сигналы интерфейса передачи КБВ/УКС ИЦМ-ССРНИ задублированы, причем на каждую из дублированных линий работает самостоятельный передатчик, а прием информации осуществляется самостоятельным приемником. В этом интерфейсе используются высоконадежные элементы серий 1526 (приемники) и 1554 (передатчики).

Введение дополнительной возможности — передачи УКС позволяет организовывать адаптивные цифровые системы управления характеристиками приборов, существенно улучшив возможности «тонкой» подстройки аппаратуры по сравнению, например, с управлением характеристиками приборов при помощи дискретных команд управления.

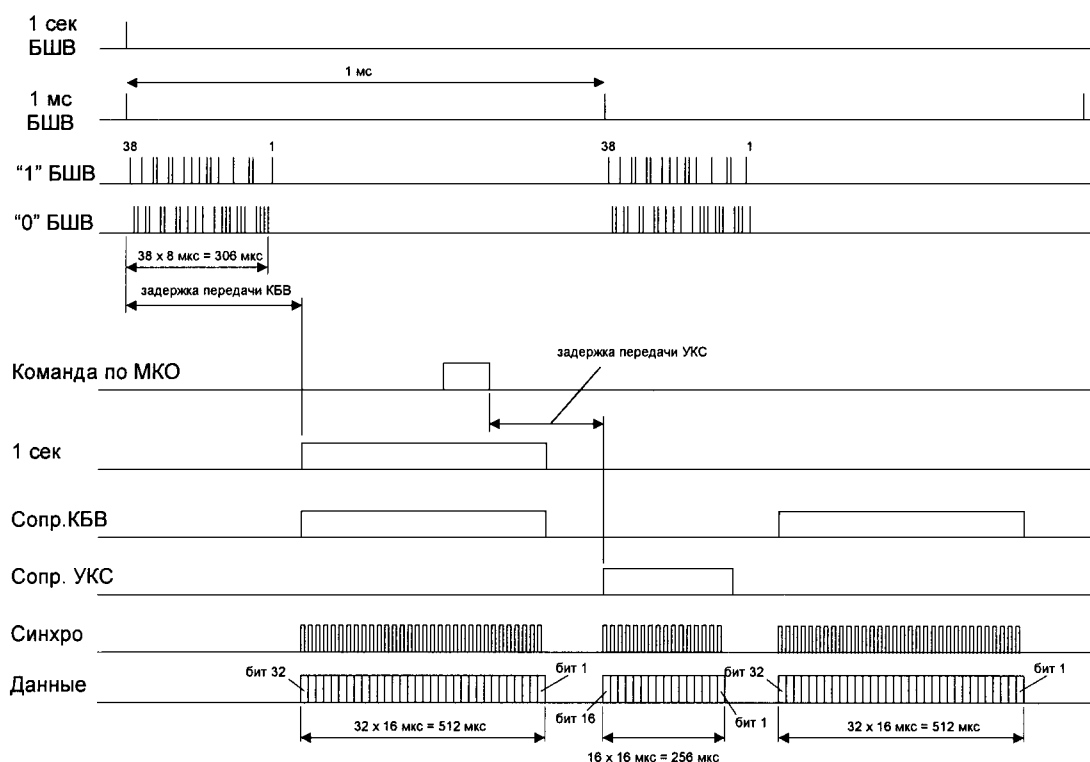


Рис. 3. Временная диаграмма передачи данных ССРНИ-ИЦМ (канал управления и передачи КБВ)

Определенная часть физических параметров, а также подавляющая часть контрольно-служебных параметров приборов КНА представлена в виде цифровых параметров, контактных датчиков, резистивных датчиков, аналоговых сигналов, которые для обработки и передачи на Землю традиционно подключаются к служебной телеметрической системе КА — БАТС. Подобное разделение информационных потоков с КНА имеет свои недостатки, главный из которых необходимость постоянного использования двух различных радиолиний для передачи информации на Землю и, следовательно, постоянного использования двух различных наземных приемных пунктов (НИП). Это приводит, помимо увеличения трудоемкости работы по получению информации на Земле, их взаимной привязке по времени и т. д., еще и к значительному увеличению эксплуатационных расходов.

Все эти причины привели к тому, что в проекте КОРОНАС-ФОТОН для информационного обеспечения КНА была разработана распределенная система с участием КНА и штатных систем КА. В состав этой системы вошли ССРНИ КНА, БАТС КА, мультиплексный канал обмена КА (МКО), бортовая управляющая машина КА (БУМ) с соот-

ветствующим математическим обеспечением, распределенная сетевая информационная система на основе микропроцессорных контроллеров, входящих в состав приборов «Наталья-2М», ПИНГВИН-М.

В штатном режиме работы аппаратура БАТС осуществляет преобразование цифровых параметров, контактных датчиков, резистивных датчиков, аналоговых сигналов КНА в цифровой код, БУМ осуществляет необходимую выборку параметров и пересылку их по каналу МКО в ССРНИ. Интервал оцифровки и передачи в ССРНИ информации от БАТС составляет 4 секунды. Дополнительно по этому каналу в ССРНИ передается ряд параметров КА и управляющая информация от БУМ для использования в приборах КНА.

Для реализации подобной структуры работы с параметрами КНА и КА, поступающими по каналу МКО, в ССРНИ предусмотрено выделение ресурсов ЗУ для этих двух потоков: каждый из потоков получит индивидуальный номер ИЦМ и предусмотрено выделение соответствующей квоты ЗУ, т. е. каждый из потоков приравнен к информации, поступающей от научного прибора. Все эти данные будут передаваться на Землю в едином информационном потоке ССРНИ и, наряду с данными от

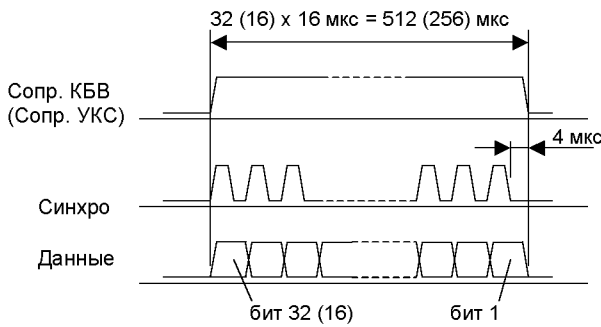


Рис. 4. Фрагмент временной диаграммы передачи данных ССРНИ-ИЦМ

приборов КНА, будут разделяться на этапе предварительной обработки данных на Земле.

Дополнительно, при организации такой структуры в функции БУМ введены дополнительные возможности, которые являются чрезвычайно важными для проведения наблюдений Солнца, особенно при регистрации потоков рентгеновского и гамма-излучения. Это расчет и выдача данных о нахождении КА на освещенной или теневой частях орбиты, выдача данных о входе в географические зоны с неблагоприятными фоновыми условиями наблюдений — в зоны сильного влияния радиационных поясов и в зону Южно-Атлантической магнитной аномалии. Использование в режиме реального времени такой информации позволит качественно улучшить получаемые научные данные.

Для обработки информации с приборов КНА, поступающих в виде потока импульсных сигналов, ряд микропроцессорных контроллеров научной аппаратуры проекта КОРОНАС-ФОТОН были модернизированы, в них были введены дополнительные аппаратные возможности по измерению скоростей счета импульсов, а сами данные включаются в суммарный информационный поток КНА совместно с данными, поступающими от конкретного ИЦМ.

Кроме того, для оперативного обмена информацией между отдельными приборами КНА КОРОНАС-ФОТОН была разработана локальная бортовая вычислительная сеть на основе протокола

RS-485. В состав этой сети вошли шесть микропроцессорных контроллеров прибора «Наталья-2М» и микропроцессорный контроллер прибора ПИНГВИН-М. По этой сети предполагается осуществлять обмен информацией о различных физических параметрах потоков излучений между приборами, о выделении Солнечных вспышек и т. д.

Приведенная выше структура распределенной системы сбора, предварительной обработки и регистрации научной информации для проекта КОРОНАС-ФОТОН позволяет удовлетворить все требования, предъявляемые со стороны КНА для этого космического проекта. Использование распределенной системы с участием КНА и штатных систем КА обеспечивает возможности для гибкого и оперативного изменения параметров различных приборов, сбора и передачи на Землю полных потоков информации о всех типах датчиков и данные о состоянии и работоспособности систем КА. Уменьшение числа сеансов связи по каналам штатной системы (для сброса данных БАТС) за счет использования только одной линии связи ССРНИ позволит существенно сократить эксплуатационные расходы, связанные с арендой и использованием НИП для приема данных по служебной радиолинии.

1. Stepanov A. I., Klepikov V. Yu., Oraevsky V. N., et al. // CORONAS information.—1994.—N 10.—(Astrophysical Institute, Potsdam, Germany).

THE ONBOARD SYSTEM FOR DATA ACQUISITION, PRELIMINARY PROCESSING AND REGISTRATION OF SCIENTIFIC INFORMATION IN THE CORONAS-PHOTON PROJECT

A. S. Glianenko, I. V. Chulkov, V. N. Yurov, Yu. I. Alikin

We discuss the structure of the onboard system for data acquisition, preliminary processing and registration of scientific information in the CORONAS-PHOTON project. Structure features of a satellite allows one to use, during realization of experiment, both means of scientific equipment complex and resources of the service equipment of the satellite, namely, onboard systems of control and telemetry which operate in common complex with scientific telemetry system by the 1553b channel. It allows one to organize flexible circuits of control of the scientific equipment, to include in a common and uniform information stream not only the information from the scientific equipment, but also from service systems of the satellite, to reduce the number of information data links to the Earth.