

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ КОСМИЧЕСКОЙ МЕТЕОРОЛОГИИ

УДК 551.5

КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ «ИНТЕРКОСМОС – БОЛГАРИЯ-1300» С БОЛГАРСКОЙ НАУЧНОЙ АППАРАТУРОЙ

Л.А. Макриденко, С.Н. Волков, А.В. Горбунов, Р.С. Салихов, В.П. Ходненко

Рассмотрена история появления совместной программы космических исследований Народной Республики Болгарии (НРБ) и СССР, посвящённой празднованию 1300-летия образования Болгарии.

В качестве базового космического аппарата (КА) был выбран КА «Метеор-2» разработки ВНИИЭМ как аппарат, наиболее подходящий для этих целей. В 1981 г. были созданы два спутника: КА «Интеркосмос – Болгария-1300», предназначенный для комплексного изучения ионосферы и магнитосферы, и КА «Метеор-Природа» с комплексом научной экспериментальной аппаратуры по программе «Болгария-1300». Главная задача КА «Интеркосмос – Болгария-1300» состояла в раскрытии механизма переноса энергии Солнца к Земле во времени и пространстве. Приводится состав комплекса научной аппаратуры. Конструкция и служебная аппаратура КА, позволяющая выполнить высокие требования по поддержанию температурного режима, точности ориентации, а также тонкие физические измерения в космосе. Управление научно-космического аппарата осуществлялось через блок автоматики, который был связан со служебными системами КА.

Ключевые слова: ионосфера, магнитосфера, космический аппарат, солнечно-земные связи, ионосферная плазма, научная аппаратура, телеметрическая система, антенно-фидерные устройства, оптический электрофотометр, ультрафиолетовый фотометр, магнитные поля, электростатические поля.

История возникновения совместной программы космических исследований НРБ и СССР имела следующий характер.

В преддверии празднования 1300-летия образования Болгарии отечественные учёные К. Серафимов, И. Кутиев, Д. Гогошев в 1976 г. предложили запустить спутник с болгарскими приборами.

Генеральные секретари компартий НРБ и СССР Т. Живков и Л.И. Брежнев рассмотрели и согласовали между собой болгарское предложение, и в 1978 г. в Болгарии и СССР началась подготовка к созданию спутника в честь празднования юбилея.

В качестве базового космического аппарата (КА) был выбран спутник «Метеор-2» разработки ВНИИЭМ. С болгарской стороны большой вклад внёс руководитель болгарской космической программы профессор Кирилл Серафимов. Техническими руководителями проекта «Болгария-1300» были назначены А.Г. Иосифьян и В.И. Адасько. Директор института «Космических исследований» академик Р.З. Сагдеев назначил научным руководителем проекта зам. директора В.М. Балабанова, а его заместителем И.М. Подгорного, в то время заведующего плазменным отделом.

В результате напряжённой работы ВНИИЭМ и НИИЭМ (в то время филиал ВНИИЭМ), совместно с учёными НРБ, в 1981 г. было создано два спутника. Один из спутников, который посвящался 1300-летию государственности Болгарии, был назван «Интеркосмос – Болгария-1300» и предназначался для комплексного изучения ионосферы и магнитосферы с целью уверенного прогнозирования мас-

штабов воздействия космических явлений на различные стороны земной жизни.

Задачей космического проекта «Интеркосмос-Болгария-1300» (названного в прессе как советско-болгарский проект «Болгария-1300-II»), было исследование природных ресурсов Земли из космоса.

Увязать обе задачи в одном КА было практически невозможно. Для изучения природных ресурсов необходима солнечно-синхронная орбита (ССО), чтобы наблюдать одни и те же районы при одинаковых условиях освещённости, а для геофизических исследований требуется полярная орбита, охватывающая самые геоактивные районы.

В связи с этим болгарская научная аппаратура была размещена на двух КА – интернациональном «Интеркосмос – Болгария-1300» (о чем речь пойдет в данной статье) и советском – «Метеор-Природа» № 2-4 [1].

В течение трёх летних месяцев 1981 г. оба КА испытывались и готовились к запуску специалистами космодрома Плесецк. После завершения наземных испытаний и подготовки к запуску КА «Метеор-Природа» № 2-4 был отправлен на космодром Байконур, а КА «Интеркосмос – Болгария-1300» 7 августа 1981 г. был выведен на орбиту искусственного спутника Земли со стартового комплекса 2ИУ РН «Союз».

Спутник был выведен на орбиту с параметрами:
– максимальное расстояние от поверхности Земли (в апогее) – 960 км;
– минимальное расстояние от поверхности Земли (в перигее) – 825 км;

- наклонение орбиты – 81,2 град;
- начальный период обращения – 101,9 мин.

Научная аппаратура, установленная на спутнике, была разработана и изготовлена учёными и специалистами Народной Республики Болгария при содействии советских учёных, и предназначена для изучения:

- ионосферной плазмы и высокоэнергетичных потоков заряженных частиц;
- постоянных и переменных электрических и магнитных полей;
- свечения верхних слоёв атмосферы в ультрафиолетовой и видимой области спектра.

Необходимо отметить, что главная задача КА «Интеркосмос – Болгария-1300» состояла в раскрытии механизма переноса энергии Солнца к Земле во времени и пространстве. При этом задача усложнялась необходимостью комплексного подхода к изучению явлений, происходящих в ионосфере и магнитосфере. По существу в этом заключался проект, предложенный болгарскими учёными.

Масштабы солнечно-земных связей, лежащих в основе проекта, открылись по-настоящему с космических высот.

Оказалось, что они завязываются ещё в околоземном пространстве – на границе магнитосферы и ионосферы. Уже первые полёты КА принесли информацию об удивительном поведении лавин ионов и электронов, магнитных возмущениях, столкновениях частиц разных энергий.

Взгляд с околоземной орбиты за пределами атмосферы позволял лучше понять их природу.

Назначением КА «Интеркосмос – Болгария-1300» объясняется и выбор его орбиты. Она проходила над полярными областями Земли на высоте около 900 км.

Болгарским учёным принадлежала инициатива не только в разработке программы исследований, но и в создании методик и самих научных приборов.

В качестве базового космического аппарата для размещения научной аппаратуры был выбран КА «Метеор-2» (рис. 1).

Конструкция корпуса спутника позволяла разместить в нём научную аппаратуру и служебные системы, обеспечить необходимые углы обзора соответствующим научным и служебным приборам, установить антенно-фидерные (АФУ) и штанговые устройства, гарантировать требуемую точность и стабильность установки осей приборов.

Были обеспечены герметичность корпуса и возможность сохранения тепловых режимов. При ор-

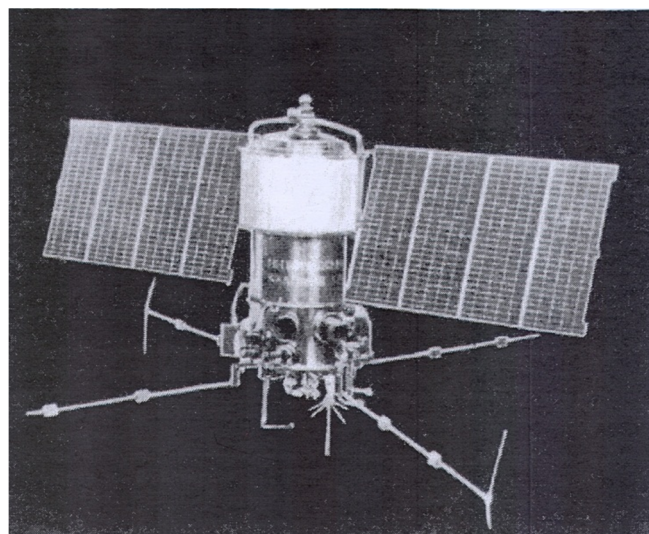


Рис. 1. КА «Интеркосмос – Болгария-1300»

битальном полёте спутника и включённой системе ориентации и стабилизации, продольная ось КА была направлена по радиус-вектору Земли. На днище и боковой поверхности приборного отсека размещались датчики и штанги (длиной 1, 3, 4 и 4,5 м) научной аппаратуры, АФУ и датчики служебных систем (рис. 2).

Необходимо отметить одно существенное обстоятельство – с точки зрения чистоты проводимых экспериментов вся поверхность КА должна быть электропроводящей, и нигде не должно возникать разности потенциалов, которая могла бы повлиять на показания очень чувствительных приборов. Указанное условие было обеспечено за счёт нанесения на поверхность КА специальных покрытий, выравнивающих потенциал.

Электромеханическая система ориентации обеспечивала ориентацию корпуса спутника относительно орбитальной системы координат с точностью 10°. На спутнике дополнительно был установлен датчик положения Солнца по высоте, позволяющий на освещённой стороне орбиты осуществлять контроль системы ориентации по тангажу и крену с точностью не хуже 0,3°.

Управление спутником в полёте осуществлялось по командной радиолинии (КРЛ) с Земли и с помощью бортовой системы программного управления (БСПУ) в автоматическом режиме. БСПУ представляла собой цифровую систему с заранее заложенными программами включения научной и служебной аппаратуры спутника с обеспечением режима съёма информации в необходимом месте по трассе и на необходимое время, а также сброса информации над определёнными пунктами приёма. Выбор программы управления и её корректировка,

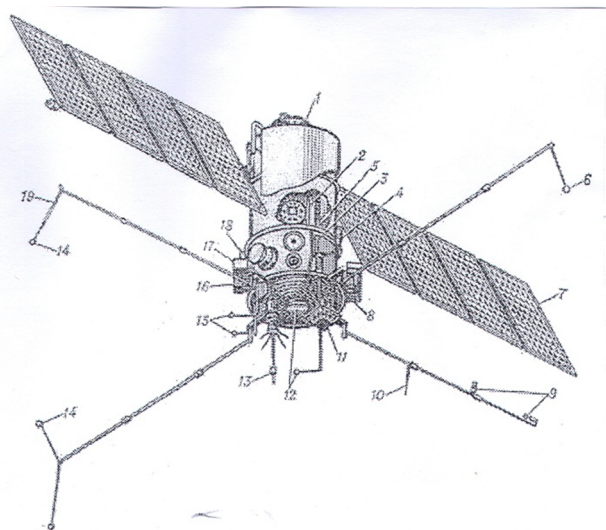


Рис. 2. КА «Интеркосмос – Болгария-1300» с научной аппаратурой: 1 – привод солнечных батарей; 2 – приборная рама; 3 – ультрафиолетовый фотометр; 4 – измеритель протонов; 5 – регистратор космических лучей; 6 – измеритель электростатических полей; 7 – солнечная батарея; 8 – оптический электрофотометр; 9 – измеритель переменных магнитных полей; 10 – измеритель ионосферной плазмы; 11 – лазерный отражатель; 12 – измеритель концентрации ионов; 13 – измеритель магнитных полей; 14 – измеритель электростатических полей; 15 – измеритель электронной температуры; 16 – измеритель дрейфа; 17 – анализатор ионов; 18 – анализатор ионов и электронов; 19 – штанговое устройство

в зависимости от режима работы и прецессии орбиты, осуществлялась по командам с Земли один раз в 5 – 7 суток. Аппаратура КРЛ обеспечивала быстрое вхождение в связь с наземными передающими станциями, приём радиоконанд, расшифровку и передачу их на исполнительные устройства.

Бортовой коммутационный аппарат (БКА) спутника распределял электроэнергию, получаемую от системы энергопитания, между потребителями, осуществлял защиту системы электропитания от возможных коротких замыканий в цепях энергопитания системы, управлял работой систем в соответствии с поступающими командами, осуществлял размножение и адресацию команд, выдавал информацию о состоянии системы.

На борту КА были установлены две радиотелеметрические системы:

- телеметрическая система для сбора, запоминания и передачи информации о функционировании служебной аппаратуры;

- многорежимная цифровая телеметрическая система для сбора, обработки, запоминания и передачи информации от научной аппаратуры.

При нормальном функционировании КА на орбите служебная ТМ-система осуществляла передачу информации один раз в сутки и реже. ТМ-система передачи научных данных работала в следующих режимах:

- непосредственной передачи информации;
- запоминания информации с повышенной или средней частотой опроса;
- воспроизведения информации.

Система терморегулирования КА осуществляла отвод и сброс тепла в окружающее пространство, компенсируя тепловые потери подводом тепла от специального нагревателя, перераспределяла тепловые потоки, выравнивая температуру элементов или уменьшая перепад температуры между ними. В системе применялось как активное, так и пассивное регулирование процессов теплообмена.

Тепловой режим аппаратуры, установленной вне гермоотсека, обеспечивался применением пассивных средств терморегулирования:

- с помощью теплового контакта прибора с корпусом КА, который имел температуру, обеспечиваемую внутренней системой терморегулирования;
- применением экранно-вакуумной теплоизоляции;
- нанесением на корпусе приборов терморегулирующих покрытий с заданными оптическими коэффициентами.

Особое внимание уделялось термическим деформациям штанг в связи с необходимостью поддержания точности установки датчиков. Температурный режим штанговых устройств обеспечивался пассивными средствами терморегулирования.

Для обеспечения радиосвязи с наземным командно-измерительным комплексом и передачи научной информации на КА были установлены АФУ командной радиолинии, системы измерения орбитальных параметров, служебной ТМ-системы и ТМ-антенны передачи научной информации.

В комплекс научной аппаратуры КА «Интеркосмос – Болгария-1300» входили следующие приборы болгарского производства:

- многоканальный оптический электрофотометр (измерение временных и пространственных вариаций интенсивности эмиссий, возбуждаемых в ночном секторе верхней атмосферы Земли);
- анализатор низкоэнергетичных ионов и электронов (исследование дифференциального спектра

и интенсивности потоков протонов и электронов в диапазоне 0,2 – 15 кэВ);

– измеритель дрейфа ионов (измерение скорости дрейфа ионов, а также ионного состава, концентрации и температуры ионов);

– ультрафиолетовый фотометр (исследование временных и пространственных вариаций свечения земной атмосферы в области 1200 – 2500 ангстрем);

– прибор для измерения температуры и концентрации электронов;

– прибор для измерения плотности ионов и ионного состава ионосферной плазмы методом зонда Ленгмюра;

– измеритель параметров ионной компоненты плазмы (измерение температуры и концентрации преобладающих ионных компонент ионосферной плазмы и неоднородностей плазмы);

– счётчик протонов (измерение плотности потоков протонов с энергией от 50 кэВ до 1 МэВ);

– измеритель температуры электронов (измерение температуры электронов ионосферы методом двух зондов Ленгмюра);

– анализатор масс и энергии ионов (исследование ионного состава и энергетического распреде-

ления ионов в области масс 1 – 64 а. е. м. и диапазонах энергий: (1 – 28) эВ и 0,25 – 8 кэВ);

– измеритель электростатических полей (изменение постоянных и квазипостоянных электростатических полей в диапазоне частот (0 – 1) Гц по трём взаимно перпендикулярным направлениям);

– измеритель магнитных полей;

– лазерный уголкового отражатель.

Управление научной аппаратурой осуществлялось через блок автоматики, который был связан со служебными системами КА.

Необходимо отметить, что при проведении баллистических расчётов появилась идея совместить полёт ракеты «Вертикаль 110» с полётом спутника «Интеркосмос – Болгария-1300». Расчёты показали возможность обеспечения взаимного расположения ракеты и спутника на расстоянии 50 км друг от друга на высоте ~ 900 км, что позволило дополнительно получить ценную научную информацию.

Литература

1. Макриденко Л. А., Волков С. Н., Горбунов А. В., Ходненко В. П. Космический аппарат «Метеор-Природа» с комплексом научной экспериментальной аппаратуры. Программа «Болгария-1300» // Вопросы электромеханики. Труды ВНИИЭМ. – 2016. – Т. 145. – № 2. – С. 57 – 66.

Поступила в редакцию 01. 12. 2015

Леонид Алексеевич Макриденко, д-р техн. наук, генеральный директор, т. (495) 365-56-10.

Сергей Николаевич Волков, д-р техн. наук, 1-й зам. генерального директора, т. (495) 366-42-56.

Александр Викторович Горбунов, канд. техн. наук, зам. генерального директора, т. (495) 623-41-81.

Владимир Павлович Ходненко, д-р техн. наук, главный научн. сотрудник, т. (495) 624-94-98.

E-mail: vniiem@orc.ru.

(АО «Корпорация «ВНИИЭМ»).

Рашид Салихович Салихов, канд. техн. наук, зам. генерального директора.

E-mail: vniiem@orc.ru. АО «Корпорация «НИИЭМ».

SPACECRAFT INTERCOSMOS BULGARIA 1300 EQUIPPED with BULGARIAN RESEARCH HARDWARE

L.A. Makridenko, S.N. Volkov, A.V. Gorbunov, R.S. Salikhov, V.P. Khodnenko

History of space research co-operative Mission of People's Republic Bulgaria (PRB) and USSR, dedicated to the 1300 anniversary of Bulgaria foundation, is reviewed in the article.

As a basis for implementation of this Mission, Meteor 2 designed by JC 'VNIEM Corporation', was chosen as the most relevant Spacecraft (SC) platform. Two Satellites – SC Intercosmos Bulgaria 1300 designed for integrated exploration of ionosphere and magnetosphere and SC Meteor-Priroda equipped with Bulgaria 1300 Mission research and experimental hardware – were built in 1981. Main task of SC Intercosmos Bulgaria 1300 was to understand how Sun energy is transferred to the Earth in time and through space. Research hardware complex components are listed in the article. SC design and service hardware enable compliance with specified requirements for temperature mode, pointing accuracy, as well as make possible to perform fine physical measurements in space. The scientific Spacecraft is controlled by automatic control unit connected with SC service systems.

Key words: *ionosphere, magnetosphere, Spacecraft, Sun-Earth intercommunications, ionospheric plasma, research hardware, telemetry system, antenna-feeder devices, optical electro-photometer, ultra-violet photometer, magnetic fields, electrostatic fields.*

List of References

1. Makridenko L. A., Volkov S. N., Gorbunov A. V., Khodnenko V. P. Spacecraft Meteor-Priroda Equipped with Research and Experimental Hardware Complex. Mission Bulgaria 1300 // Matters of Electromechanics. VNIEM Works. – 2016. – Vol. 145. – No. 2. – Pp. 57 – 66.

Leonid Alexeyevich Makridenko,
D. Sc. in Engineering, Director General.
Tel.: (495) 365-56-10.

Sergey Nikolayevich Volkov,
D. Sc. in Engineering, First Deputy Director General.
Tel.: (495) 366-42-56.

Alexandr Victorovich Gorbunov,
Ph. D. in Engineering Science, Deputy Director General.
Tel.: (495) 623-41-81.

Vladimir Pavlovich Khodnenko,
D. Sc. in Engineering, Chief Research Scientist.
Tel.: (495) 624-94-98.
E-mail: vniem@orc.ru.
(JC 'VNIEM Corporation').

Rashit Salikhovich Salikhov,
Ph. D. in Engineering Science, Deputy Director General,
E-mail: vniem@orc.ru. (JC 'NIEM Corporation').