

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«РОССИЙСКАЯ КОРПОРАЦИЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОГО
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ»
(АО «Российские космические системы»)

РЕФЕРАТ РАБОТЫ

**Создание автоматизированной системы управления
Российским сегментом Международной космической станции,
транспортными пилотируемыми и транспортными грузовыми кораблями**

Коллектив соискателей:

1. Круглов Александр Викторович – доктор технических наук, профессор, заместитель генерального директора по науке АО «Российские космические системы» – руководитель работы;
2. Булгаков Николай Николаевич – директор проектов по созданию космических радиолиний управления – заместитель генерального директора АО «Российские космические системы»;
3. Разоренов Александр Адольфович – начальник отделения АО «Российские космические системы»;
4. Сазонов Геннадий Иванович – начальник отдела АО «Российские космические системы»;
5. Смирнов Сергей Владимирович – кандидат технических наук, заместитель начальника отделения АО «Российские космические системы»;
6. Урличич Юрий Матэвич – доктор технических наук, профессор, первый заместитель генерального директора по развитию орбитальной группировки и перспективным проектам Госкорпорации «Роскосмос»;
7. Кутоманов Алексей Юрьевич – кандидат технических наук, заместитель начальника ЦУП по научно-испытательной работе АО «ЦНИИмаш»;
8. Скоробогатов Олег Петрович – доктор военных наук, заместитель генерального директора по качеству ракетной и ракетно-космической техники и летным испытаниям пилотируемых комплексов АО «ЦНИИмаш»;
9. Романов Сергей Юрьевич – доктор технических наук, первый заместитель генерального директора – первый заместитель главного конструктора ПАО «РКК «Энергия»;
10. Самитов Рашит Махмудович – первый заместитель генерального конструктора по бортовым и наземным комплексам и системам, руководитель научно-технического центра ПАО «РКК «Энергия».

Работа по созданию автоматизированной системы управления Российским сегментом Международной космической станции (РС МКС), транспортными пилотируемыми и транспортными грузовыми кораблями (ТПК и ТГК) выполнена в рамках Федеральных космических программ в период 2003-2020 годов и имела своей целью повышение безопасности полетов космонавтов, обеспечение глобальности и оперативности управления, сокращение эксплуатационных расходов, обеспечение импортонезависимости за счет создания бортовых и наземных технических средств нового поколения на отечественной элементной базе, модернизированных аппаратно-программных комплексов (АПК) Центра управления полетами (ЦУП) РС МКС. В ходе выполнения работы созданы уникальные технические средства наземного комплекса управления (НКУ) и бортовые приборы РС МКС, ТПК «Союз МС» и ТГК «Прогресс МС», которые позволили Российской Федерации не только обеспечить выполнение международных обязательств по обеспечению функционирования МКС и запусков ТПК и ТГК, но и улучшить технические характеристики бортовых систем и наземных средств до уровня, превышающего мировые аналоги, а также обеспечили возможность независимой от американских партнеров эксплуатации МКС.

Созданная автоматизированная система управления содержит:

технические средства НКУ РС МКС, включая ЦУП РС МКС с модернизированными аппаратно-программными комплексами (АПК), наземные командно-измерительные системы (КИС) «Клен», «Клен-СП», «Клен-Р» и модернизированную систему связи и передачи данных;

бортовую командно-измерительную систему («ЕКТС-ТКА»);

каналы ретрансляционного контура контроля и управления на базе многофункциональной космической системы ретрансляции (МКСР) «Луч» и КИС «Клен-Р».

При создании автоматизированной системы управления РС МКС, ТПК и ТГК проведена замена морально и физически устаревших технических средств НКУ и бортовых приборов (в т.ч. ранее изготавливаемых на предприятиях Украины), исключены ограничения на зоны радиовидимости с МКС, приводившие к отсутствию связи с космонавтами до 8-16 часов в сутки. Это повысило безопасность полетов, надежность и эффективность управления РС МКС, ТПК и ТГК.

Основным результатом выполненной работы является создание, на основе инновационных технических и конструктивных решений, уникальной цифровой автоматизированной системы управления РС МКС, ТПК и ТГК на вновь

созданных бортовой «ЕКТС-ТКА» и технических средствах НКУ РС МКС, в том числе:

1. Впервые в отечественной пилотируемой космонавтике создана бортовая «ЕКТС-ТКА» (рис.1), функционирующая в S-диапазоне радиочастот в соответствии с Регламентом радиосвязи МСЭ и структурным сигналом в полном соответствии с рекомендациями CCSDS (Международный Консультативный Комитет по космическим системам передачи данных), позволяющая

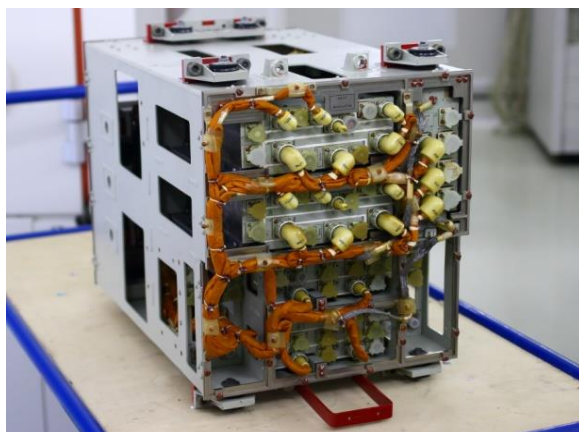


Рис. 1 Бортовая «ЕКТС-ТКА»

интегрироваться с техническими средствами иностранных партнеров. Система (в сравнении с устанавливаемой ранее аппаратурой) обладает улучшенными энергомассовыми и техническими характеристиками (энергопотребление снижено в 2,2 раза, масса уменьшена в 1,5 раза, чувствительность приемного устройства повышена на 16-25 дБВт, ресурс работы увеличен в 7 раз). Значительно расширены функциональные возможности аппаратуры, позволяющие в едином радиоканале совмещать передачу командно-программной, телеметрической, речевой информации и малокадрового телевидения.

2. Модернизированы АПК ЦУП РС МКС (рис.2), обеспечивающие глобальное оперативное и надежное управление МКС, ТПК и ТГК, оснащенными «ЕКТС-ТКА». В ЦУП реализованы, не имеющие аналогов в мире, методы и алгоритмы расчета баллистических схем выведения и стыковки, обеспечивающие сокращение времени доставки космонавтов и грузов на МКС, разработано ПМО, позволяющее совмещать передачу различных видов информации.



Рис. 2 ЦУП РС МКС

3. Создана соответствующая мировому уровню наземная цифровая КИС «Клен» нового поколения (рис.3). КИС «Клен» обладает улучшенными техническими, габаритно-массовыми и эксплуатационными характеристиками,

что позволило в 3 раза сократить численность дежурных смен и, соответственно, снизить эксплуатационные затраты.

При этом КИС «Клен» является многофункциональной системой, в которой наряду со структурами и частотами управления РС МКС заложены структуры и частоты радиолиний «Тамань-База», что позволяет осуществлять управление автоматическими КА российской орбитальной группировки в С-диапазоне.

4. Создана наземная КИС «Клен-Р» (рис.4), которая впервые в России обеспечивает ретрансляционное управление РС МКС, ТПК и ТГК в S- и Ku-диапазонах по каналам МКСР «Луч», а также имеет возможность управления через американские спутники-ретрансляторы TDRSS.

В состав КИС «Клен-Р» входят контрольные станции для тестирования каналов спутников-ретрансляторов, которые также используются для непосредственного управления РС МКС и автоматическими КА российской орбитальной группировки.

5. Создана не имеющая мировых аналогов наземная КИС «Клен-СП» (рис.5), обеспечивающая непрерывный контроль работы радиолинии управления и гарантированную выдачу команд на систему аварийного спасения космонавтов при запусках ТПК.

6. Впервые в мировой практике благодаря высоким тактико-техническим характеристикам автоматизированной системы управления время доставки космонавтов и грузов на МКС сокращено с двух суток до 3 ч. 40 мин.

В период с 2015 по 2020 годы в рамках проведения работы:



Рис. 3 Аппаратная КИС «Клен»



Рис. 4 Наземная КИС «Клен-Р»



Рис. 5 Аппаратная КИС «Клен-СП»

обеспечено 32 запуска ТГК, ТПК с БА «ЕКТС-ТКА», а также их управление, стыковка-расстыковка с РС МКС, посадка спускаемых аппаратов ТПК, сход с орбиты и затопление ТГК;

изготовлены и поставлены в ПАО «РКК «Энергия» 8 комплектов «ЕКТС-ТКА» в обеспечение пилотируемой программы до 2028 года;

изготовлены, смонтированы и введены в эксплуатацию наземные КИС «Клен» (6 комплектов), «Клен-М», «Клен-СП», «Клен-Р» (3 комплекта).

МКС является одним из наиболее затратных проектов, реализованных человечеством. С внедрением созданной автоматизированной системы управления прямой экономической эффект составил более 20 миллиардов рублей. В дальнейшем экономический эффект может быть увеличен на десятки миллиардов рублей за счет сокращения аппаратного состава бортовой аппаратуры ТПК и ТГК и снижения эксплуатационных расходов наземного комплекса управления.

Достигнутый социальный эффект заключается в повышении безопасности полетов космонавтов на РС МКС и ТПК за счет обеспечения непрерывной связи, а также гарантированной выдачи команд в систему аварийного спасания космонавтов при запусках ТПК, в снижении нагрузки на персонал дежурных смен ЦУП и технических средств НКУ, в повышении количества и интенсивности проведения научных экспериментов на РС МКС.

Созданный уникальный научно-технический задел позволяет Российской Федерации занимать лидирующие позиции в области пилотируемой космонавтики и создает дополнительные предпосылки и возможности для реализации лунной программы и перспективных работ по исследованию планет Солнечной системы в интересах науки и решения социально-экономических задач страны.