СОГЛАСОВАНО

Руководитель офиса управления проектами

_____ Д.М. Сурин

«___»_____ 2014 г.

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный конструктор
ОАО «РКК «Энергия» им. С.П. Королёва»,
академик РАН

_____ В.П. Легостаев

«___»_____ 2014 г.

Заключение № 782-5/675 от 26.08.14

о возможности технической реализации космического эксперимента

«Определение детальных профилей температуры и влажности атмосферы при исследовании генезиса атмосферных катастроф»

шифр – «Конвергенция»

1. Введение

1.1 Целями космического эксперимента являются исследование основ зарождения и эволюции крупномасштабных кризисных атмосферных процессов типа тайфунов и тропических циклонов, как одних из основных элементов в формировании глобального массо и влагообмена в системе океан-атмосфера, измерение абсолютных радиояркостных температур системы атмосфера–океан тропиков в диапазоне 6 – 220 ГГц, определение детальных профилей температуры и влажности атмосферы, проведение натурного эксперимента по круглосуточному обнаружению вспышек молний, определение энергетических, пространственных и временных характеристик вспышек молний, определение зон грозовой деятельности.

1.2 Задачи КЭ:

В ходе эксперимента ожидается решить следующие основные задачи:

- Измерить абсолютные радиояркостные температур в диапазоне 6…220 ГГц с точностью не хуже 1 К.
- Измерить интегральное содержание атмосферного водяного пара т 0 до

80 кг/м² с относительной погрешностью не более 10 %.

- Восстановить профили влажности и температуры тропосферы на 8–10 уровнях на высотах от 0 до 10 км с относительной погрешностью не более 20 %.
- Измерить интегральное содержание капельной влаги атмосферы в диапазоне 0…2 кг/м² с относительной погрешностью не более 10 %.
- Измерить интенсивности осадков в пределах 0…20 мм/ч с относительной погрешностью не более 10 %.
- Измерить температуру поверхности океана с погрешностью не более 1 K и относительной погрешностью не более 0,1 K.
- Измерить скорости ветра над морской поверхностью с точностью 1…2 м/с по величине и 10…20° по направлению.
- Определить статистические характеристики вспышек молний.
- Составить карту грозовой активности.

1.3 Постановщик КЭ – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН)

1.4 Участники КЭ: филиал ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» НПП «ОПТЭКС», ОАО «РКК «Энергия» им. С.П. Королёва», ФГБУ ЦПК им. Ю.А.Гагарина, ЦУП-М ЦНИИмаш.

2. Выполнение эксперимента

Эксперимент планируется проводить в один этап.

Для проведения эксперимента планируется выполнить монтаж на наружной поверхности РС МКС микроволнового радиометра-спектрометра (МИРС) и оптико-электронного блока детектора молний (ОЭБ-ДМ), а также установить блок запоминающего устройства детектора молний (БЗУ-ДМ) внутри гермоотсека. МИРС и ОЭБ-ДМ независимы друг от друга и могут устанавливаться в разных местах. БЗУ-ДМ связан с ОЭБ-ДМ высокочастотным (ВЧ) трактом.

Ориентировочное время на работы экипажа во время:

- ВнуКД – 4 часа;
- ВнеКД – 4 часа.

Количество сеансов МИРС не менее 1 сеанса в сутки длительностью 150 минут, ДМ 1-5 сеансов в месяц длительностью 12-24 часа.

Все сеансы эксперимента проводятся в автоматическом режиме (возможно управление ДМ оператором в сеансе, занятость 15 минут). Периодичность и другия условия планирования сеансов эксперимента определяются программой проведения эксперимента.

Объем информации, получаемый в сеансе работы МИРС составляет 900 Мб/сут, в сеансе работы ДМ 15.7 Мбайт/с.

Информация МИРС хранится в модуле накопления данных МИРС, передается по локальной сети РС МКС на БЗУ-ДМ, а затем передается в цифровом виде в ИУС модуля МКС для последующей передачи на Землю по бортовой радиолинии. Информация ОЭБ-ДМ хранится в БЗУ-ДМ, передается по локальной сети РС МКС на БЗУ-ДМ, а затем передается в цифровом виде в ИУС модуля МКС для последующей передачи на Землю по бортовой радиолинии. Требуется замена ЗУ в БЗУ-ДМ 4 раза в год (занятость экипажа 5 минут).

При невозможности передачи на Землю информации от НА по бортовой радиолинии, резервным каналом является запись информации на сменные носители информации и спуск их на Землю в спускаемом аппарате ТПК «Союз».

Для интеграции МИРС и БЗУ-ДМ в бортовую информационную сеть ИУС СУБК(Ethernet), их программное и аппаратное обеспечение должно штатно поддерживать набор протоколов стека TCP/IP на разных уровнях модели сетевых протоколов OSI (ГОСТ Р ИСО/МЭК 7498-1-99).

Длительность проведения эксперимента – 5 лет.

3. Состав аппаратуры, разрабатываемой для обеспечения КЭ

3.1 Наименование и назначение научной аппаратуры (НА), устанавливаемой на РС МКС в рамках эксперимента «Конвергенция»:

1. МИРС устанавливается на внешней поверхности РС МКС;

2. ОЭБ-ДМ устанавливается на внешней поверхности РС МКС;

3. БЗУ-ДМ устанавливается внутри гермоотсека.

Панорамный обзор поверхности Земли производится аппаратурой МИРС при полёте МКС за счёт вращения антенного блока МИРС вокруг оси, ориентированной в надир; при этом диаграмма направленности антенной системы движется по конусу с углом в 45±0,1° относительно оси вращения (угол визирования). Зоны обзора поверхности организуются при вращении антенного блока в пределах углов обзора ±60° относительно направления вектора скорости полёта космического аппарата (передний обзор) или в пределах угла обзора от +120 до +240° (задний обзор). При размещении МИРС на МКС должна быть обеспечена реализация не менее одной из зон обзора (лучше обеих зон), т.е. в поле зрения аппаратуры не должно быть элементов конструкции МКС или приборов, на ней установленных.

В антенном блоке МИРС размещён зеркальный отражатель, так что антенная система принимает излучение звёздного неба с температурой 2,7 K, являющееся калибровочным для радиометрических каналов. Для бортовой калибровки МИРС по космосу должно быть предусмотрено не затенение области наблюдения космоса со стороны калибровочного зеркала МИРС не менее 30° в зоне углов от +60 до +120° (или от –60 до –120°) относительно вектора скорости полёта КА и от 0 до 30° в сторону Земли относительно плоскости, касательной траектории КА.

ОЭБ-ДМ устанавливается таким образом, чтобы в её поле зрения (75×62°) не попадали элементы конструкции МКС и других приборов.

3.2 Технические характеристики НА

Таблица 1. Основные параметры радиометра МИРС

Частота, ГГц	6,8	10,6	18,7	22,0	36,0	85,0	118,75	150,0	183,3
Кол-во каналов	2	4	4	1	4	2	5*	2	7**
Поляризация	Г, В	Г, В, ±45°	Г, В, ±45°	Г	Г, В, ±45°	Г, В	Г	Г, В	Г
Динамический диапазон, К	2,7…350								
Чувствительность, К	0,35	0,8	0,76	0,25	0,56	0,4	0,9	0,55	0,62
Элемент разрешения, км	75×115	48×74	27×42	23×35	14×22	6×9	6×9	6×9	6×9
Угол визирования, град	45±0,1								
Поле зрения, град	Луч в сечении не более 5 град. вращающийся по конусу с углом 45 град. относительно надира из него: Передний обзор: сектор ±60 по вектору скорости, в плоскости перпендикулярно плоскости орбиты; Задний обзор: сектор от 120 град. до 240 град. по вектору скорости, в плоскости перпендикулярно плоскости орбиты								
Полоса обзора, км	810								
Период сканирования, с	1,29								
Информационный поток, кБ/с	100								
Масса, кг	50								
Потребляемая мощность, Вт	60 –МИРС, 20 – АСОТР МИРС								
Габариты	500 мм × **5**00 мм × 750 мм (в транспортном положении), 500 мм × 500 мм × 1300 мм (в рабочем положении)								

Характеристики в таблице приведены для высоты орбиты 450 км, апертура антенны 700 мм.

* На частоте 118,75 ГГц супергетеродинный двухполосный приёмник с пятью спектральными каналами, ширина полос УПЧ 150 МГц.

** На частоте 183,3 ГГц супергетеродинный двухполосный приёмник с семью спектральными каналами, ширина полос УПЧ 500 МГц.

Таблица 2. Параметры ОЭБ-ДМ

Характеристики	**Режим работы**	
	Основной	Координатной привязки
Разрешающая способность в надир, км	4,32	0,54
Рабочая длина волны, мкм	0,7774	
Размер кадра, км	680×550	
Формат кадра, пикселы	160×128	1280×1024
Размер пиксела, мкм	96×96 (объединение 8×8 пикселов)	12×12
Разрядность АЦП, бит	10-12	
Количество кадров в секунду	500	0,02 (одиночные кадры)
Отношение сигнал/шум для модельной вспышки молнии	7	Не определяется
Вероятность регистрации модельной вспышки молнии	98%	Не определяется
Количество ложных срабатываний за 1 с	Не более 1	Не определяется
	Режим работы	
	Круглосуточный	Только над поверхностью, освещённой Солнцем
Информационный поток, Мбайт/с	15,7	2 Мбайт/кадр
Масса, кг	4,5	
Габаритные размеры, мм	∅150×250	
Энергопотребление, Вт	10 – ОЭБ ДМ, 5 – АСОТР ДМ	

Таблица 3. Параметры БЗУ-ДМ

Характеристики	**Значения**
Ёмкость ЗУ детектора молний, ТБ	10 (соответствует 7-14 сеансам)
Масса, кг	7
Масса сменного ЗУ, кг	0,3
Габаритные размеры, мм	250×200×200
Энергопотребление, Вт	45

4 Анализ технической реализуемости КЭ

4.1 Местами проведения КЭ «Конвергенция» являются МЛМ и/или НЭМ

4.2 Для подключения МИРС, ОЭБ-ДМ и БЗУ-ДМ к служебным системам используется кабельная сеть МКС

Для сопряжения блока ОЭБ с БЗУ-ДМ необходим ВЧ-тракт (коаксиальный кабель 50 Ом с электросоединителями типа ОССР-50).

4.3. При проведении КЭ со стороны РС МКС задействуются следующие системы:

а) СУБК в части:

– получения электропитания (5 фидеров питания с суммарной мощностью не более 140 Вт);

– получения дискретных команд управления;

б) СУБК (ИУС) в части:

– получения бортового времени с точностью 10 мс и баллистической информации для географической привязки измерений раз в секунду на протяжении всего сеанса;

– промежуточного хранения цифровой научной информации;

– сброса служебных данных на Землю;

– сброса научной информации на Землю;

– получения цифровых команд управления.

в) СБИ в части:

– оперативного сброса информации с ТМ-датчиков на Землю.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Космический эксперимент «Конвергенция» может быть реализован на РС МКС с использованием имеющихся интерфейсов и может быть включен в Долгосрочную программу научно-прикладных исследований и экспериментов, реализуемых на РС МКС.

Руководитель НТЦ

_____ А.В. Марков
«____»_____ 2014 г.

Заместитель руководителя НТЦ

_____ М.Ю. Беляев
«____»_____ 2014 г.

и.о.
Руководитель НТЦ

_____ И.И. Хамиц
«14»_____08_____ 2014 г.

Начальник отделения

_____ А.Г. Бидеев
«14»_____08_____ 2014 г.

Начальник отдела

_____ А.Ю. Семин
«13»_____08_____ 2014 г.

Начальник отдела

_____ В.А. Масленников
«13»_____08_____ 2014 г.

Начальник отдела

_____ Е.А. Демина
«13»_____августа_____ 2014 г.

Начальник отдела

_____ С.И. Гусев
«____»_____ 2014 г.

Заместитель начальника отдела

_____ О.Н. Волков
«13»_____августа_____ 2014 г.

Начальник отдела

_____ Д.Б. Путан

«___»_____ 2014 г.

Лист согласования

Организация, Подразделение	Фамилия И.О.	Подпись	Дата