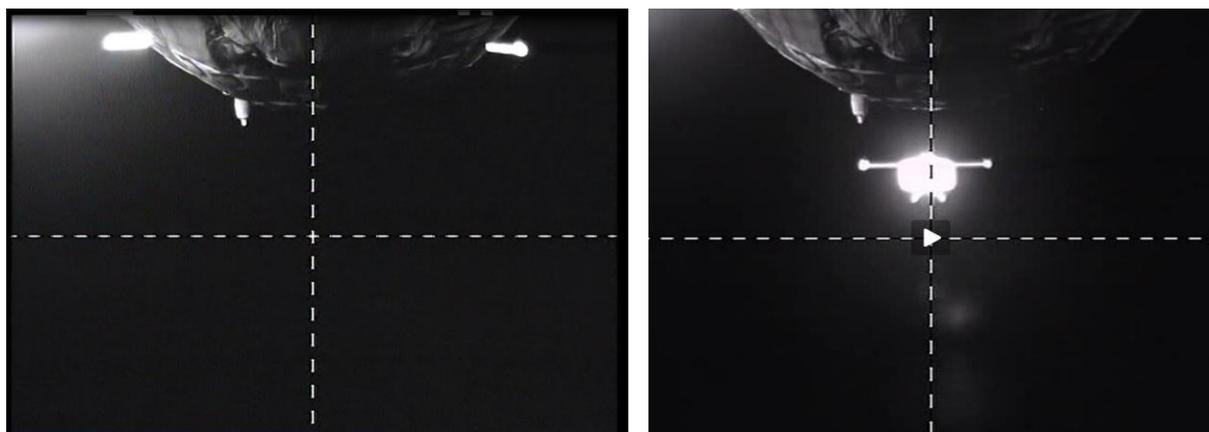


**5. Результаты исследований и наблюдений, полученные российскими учеными и специалистами в ходе реализации летных научных программ в сотрудничестве и при содействии иностранных ученых и специалистов**

**Проект «Чибис-М»**

Первые отработанным в рамках проекта, было увеличение высоты орбиты ТГК «Прогресс» после выполнения им основной задачи — доставки грузов на МКС. Расчёты и моделирование показали, что использование запасов топлива даёт возможность поднять высоту орбиты микроспутника до 500 км. Такое решение обеспечивает значительный экономический эффект и позволяет в будущем в определённых пределах варьировать высоту орбиты микроспутника, увеличивает время его жизни до входа в плотные слои атмосферы.



**Рис. 3.** Отделение «Чибис-М» от ТГК «Прогресс».

Следующей важнейшей частью решения поставленной задачи являлась разработка полнофункционального микроспутникового комплекса (рис. 4).

Такой комплекс должен обеспечивать служебнИнститутом космических исследований Российской Академии наук в сотрудничестве с:

- Российской космической корпорацией «Энергия», г. Королёв.
- Физическим институтом им. П.Н. Лебедева РАН, г. Москва.
- Научно-исследовательским институтом ядерной физики им. Д.В. Скобельцына МГУ, г. Москва.
- Львовским центром Института космических исследований Национальной академии наук Украины и Национального космического агентства Украины, г. Львов, Украина.
- Университетом Этвosa, г. Будапешт, Венгрия.
- Научно-исследовательской лабораторией аэрокосмической техники ДОСААФ, г. Калуга.
- Инженерно-технологическим центром «СКАНЭКС», г. Москва.
- НПО Машиностроения, г. Реутов,

реализован комплекс работ, обеспечивший создание экспериментальной космической платформы для вывода с использованием инфраструктуры Российского сегмента Международной космической станции (РС МКС) на орбиту микроспутников. Полезной нагрузкой микроспутника, названного «Чибис-М», являлся комплекс научных приборов для исследования новых физических механизмов в молниевых разрядах (КНА «Гроза»).

В рамках проекта «Микроспутник» (научные со-руководители академик Л.М. Зелёный и академик А.В. Гуревич), входящего в «Программу научно-прикладных исследований на Российском сегменте МКС», впервые разработано универсальное транспортно-пусковое устройство (рис. 1), куда помещается микроспутник и которое позволяет: безопасно доставлять микроспутник на МКС; проводить с ним необходимые подготовительные действия с помощью экипажа (рис. 2); обеспечить отделение микроспутника

от транспортно-грузового корабля (ТГК) «Прогресс»; вывести микроспутник на орбиту с заданной скоростью отделения (рис.3) .



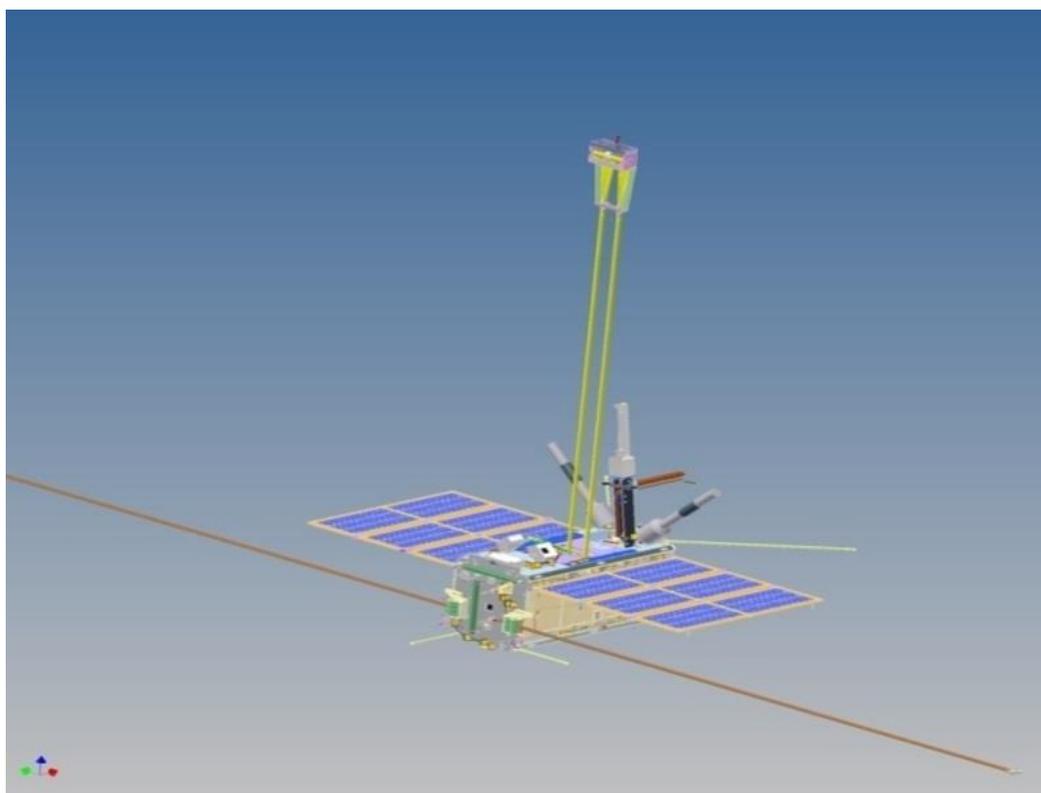
**Рис.1.** Транспортно-пусковое устройство (ТПУ)



**Рис. 2.** Работа космонавтов О.Кононенко и А. Шкаплерова с ТПУ и находящимся внутри ТПУ

«Чибис-М»

Другим инновационным решением, втые функции в интересах работы целевой, полезной нагрузки. Он включает в себя систему трёхосной ориентации, систему электропитания, средства навигации, радиотехническую систему для приёма команд и передачи служебной информации, элементы обеспечения теплового режима, управляющий компьютер. В процессе создания микроспутникового комплекса отработаны циклы испытаний и схемы управления полётом космического аппарата, которые могут быть использованы для будущих проектов.



**Рис. 4.** Общий вид «Чибис-М» с раскрытыми антеннами и солнечными батареями.

Микроспутники, созданные на этой основе, могут нести различную полезную нагрузку народно-хозяйственного или научного назначения. Реализованные решения обеспечивают возможность доставки на орбиту микроспутников экономически и технически эффективными методами.

Обязательным элементом спутникового комплекса является наземный сегмент. В данном проекте приём информации со спутника проводился не только в России, но также зарубежными партнёрами в Венгрии и Чехии. Для регистрации и обработки информации и обеспечения дальнейшего доступа к ней была создана наземная экономичная инфраструктура, использующая обычные интернет-каналы и позволяющая обслуживать в дальнейшем и другие подобные проекты.

*Основные характеристики микроспутника «Чибис-М»*

Общая масса ..... ~ 40 кг

Научная нагрузка (КНА «Гроза»).....	10,8 кг
Служебные системы.....	12,6 кг
Ориентация на Солнце и в надир с использованием маховиков, магнитометра, электромагнитов, гравитационной штанги (запасной вариант)	
Навигация и время .....	GPS – GLONASS
Электропитание.....	солнечные батареи, 50 Вт, аккумуляторы
Высота орбиты.....	~500 км
Время активного существования.....	2 г. 8 мес

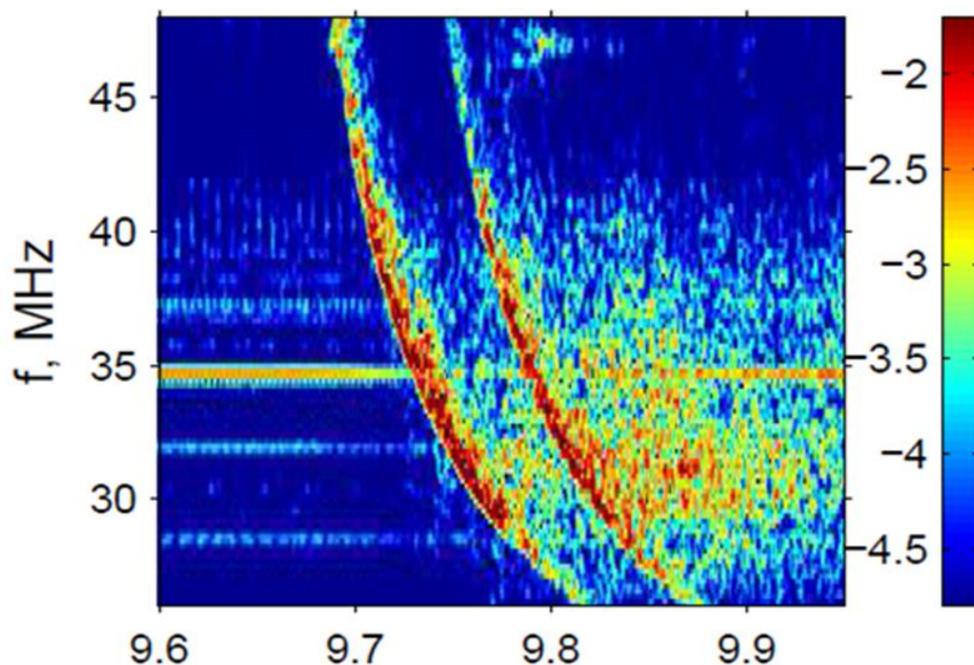
Состав КНА «Гроза»: рентген-гамма детектор, ультрафиолетовый-инфракрасный детектор, радиочастотный анализатор, оптическая камера, магнитно-волновой комплекс, блок накопления научных данных, передатчик быстрого канала.

Научная аппаратура «Чибис-М» в ходе проведения измерений на орбите решала следующие научные задачи:

- а) поиск мощных вспышек гамма-излучения и их связь со ступенчатым лидером высотных молний;
- б) определение высотного распределения разрядов облако-поверхность Земли и облако-облако;
- в) исследование узких биполярных радиоимпульсов (NBP);
- г) регистрация фона радиоизлучений в диапазоне 20...50 МГц;
- д) регистрация всплесков УФ-излучения;
- е) оценка электромагнитных параметров космической погоды в диапазоне частот  $1 \cdot 10^{-2} \dots 2 \cdot 10^4$  Гц.

«Чибис-М» успешно проработал весь срок баллистического существования и дал ценную информацию о тонкой структуре молниевых разрядов (рис. 5), о перколяционных процессах, происходящих при

подготовке и во время самого разряда, позволил оценить высоту возникновения разрядов и рассмотреть дискретные механизмы, происходящие в грозном облаке.

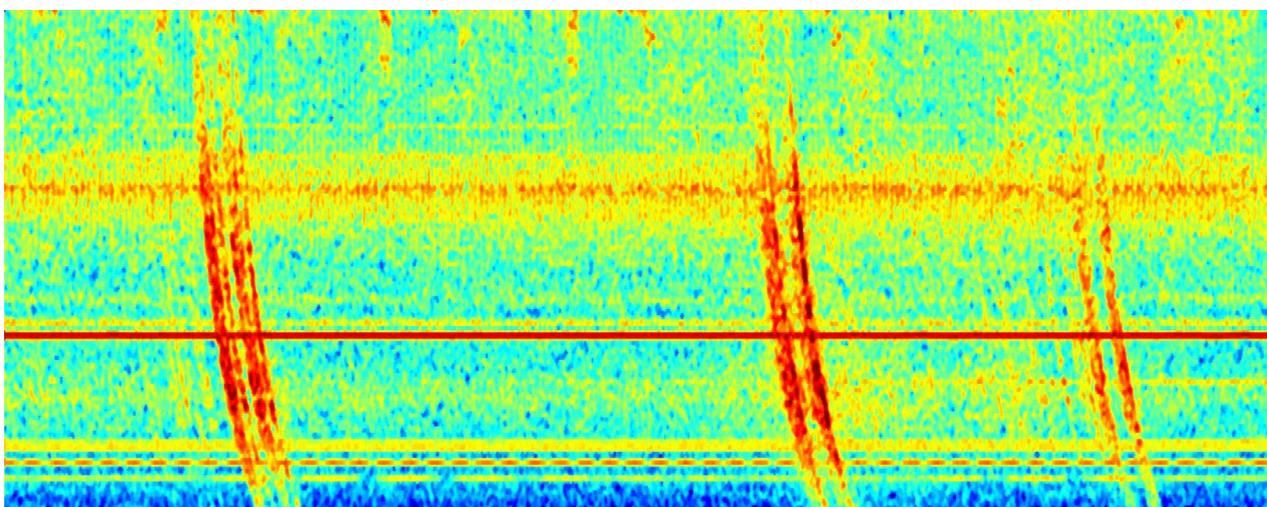


**Рис. 5.** Пример короткого молниевое межоблачного разряда — результат пробоя на убегаящих электронах и его отражение от поверхности Земли, позволяющее определить высоту происхождения разряда.

Два типа УКВ-моделей, связанных с транс-ионосферными двойными импульсами (ТИПП) и полученными на микроспутнике “Чибиc-M” были проанализированы на основе теории “отражения от земли”, объясняющей происхождение второго импульса в паре в результате отражения от земли.

Первые группы ТИПП, представленные на рис. 6, которые мы называем “нормальными”, были хорошо известны из предыдущих измерений в космосе. Как было установлено, прежде типичные временные характеристики импульсов составляет несколько микросекунд для каждого импульса и несколько десятков микросекунд за время задержки в паре. ТИПП на рис. 6 полностью подтверждают измерения приёмников ALEXIS и FORTE.

Длина кольцевой памяти на борту “Чибис-М” достаточна для записи до 50 мс (25 мс до/после триггера времени) УКВ обстановку событий триггера, таким образом, это позволяет нам следить за развитием во времени (и как следствие) и в пространстве (вдоль вертикальной оси) источника ТИПП. Развитие источника ТИПП во времени (по убыванию в нашем случае) может помочь в определении физического происхождения ТИПП. Излучению УКВ представленному на рис. 6 скорее всего соответствует нисходящий ступенчатый лидер.

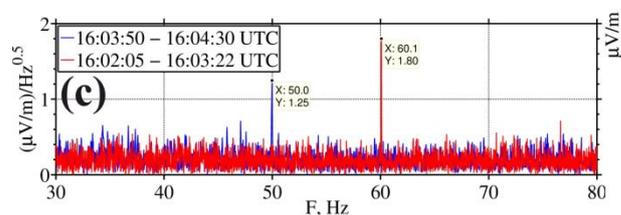
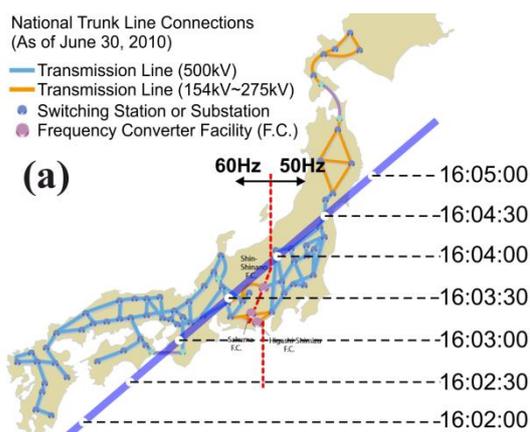


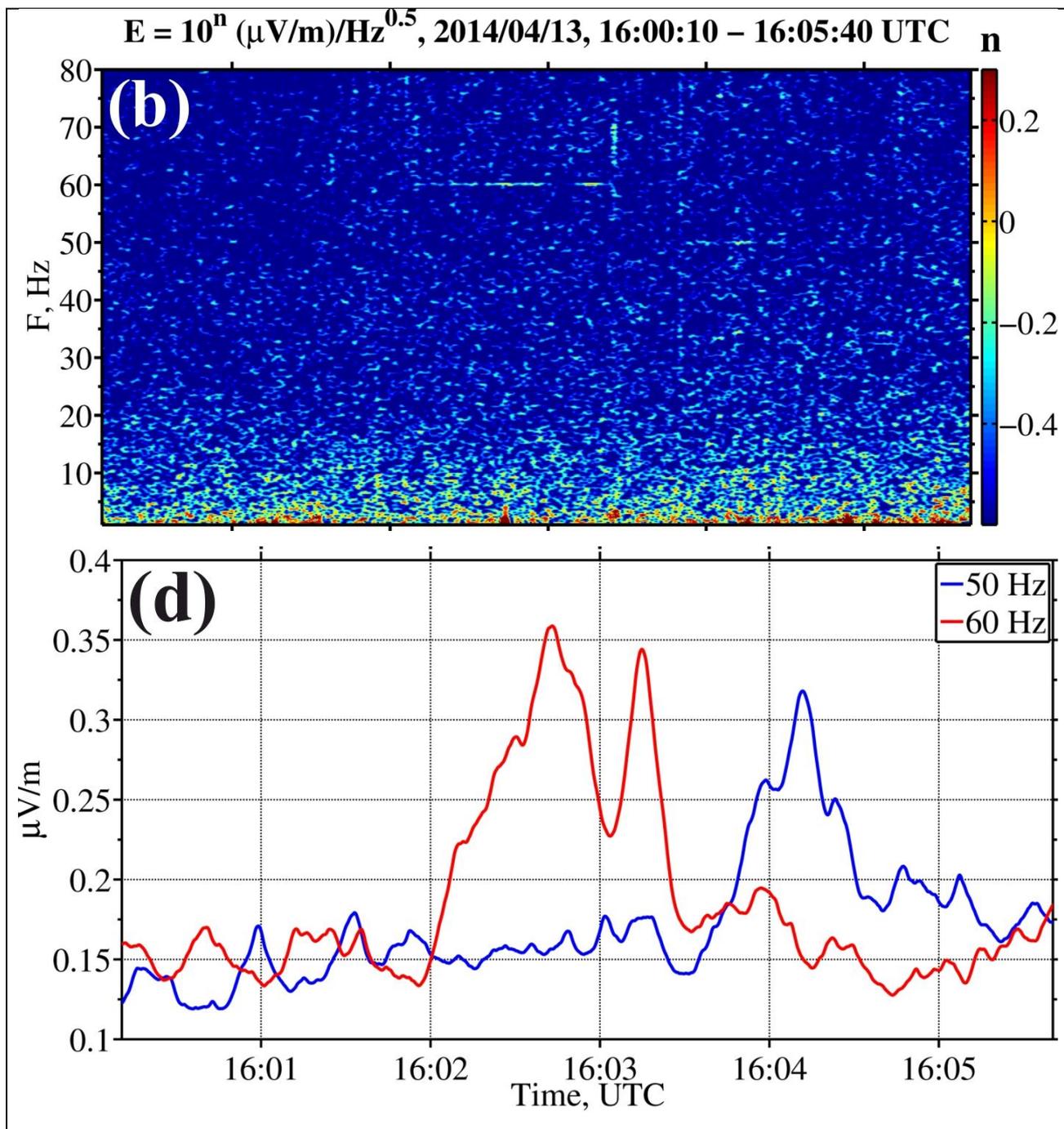
**Рис. 6.** Типичный “Чибис-М” периодограммы ТИПП произошел 7 июня, 2013 в 11:53:14.848 UT над Африкой.

“Одиночные” УКВ структуры, представляют обильный класс событий. Частота встречаемости “одиночных” радиовсплесков порядка 1%. Их отличительной особенностью является то, что радиовсплески не сопровождаются выраженными “визави” в 150 мкс (эквивалентно высоте источника разряда менее 22 км), но вместо этого происходит почти незаметного расщепления (6 мкс) между импульсами. На основе теории “отражения от земли” источник “одиночных” ТИПП находится на высоте 2.6 км.

Преимущество теории “отражения от земли” заключается в предоставлении дополнительных условий для огромного набора экспериментальных данных, а также из тех предположений и объяснений заключающихся в большом числе возможных гипотез, которые могут быть проверены для того, чтобы обеспечить поддержку, или вызов, теории. Как уже упоминалось большинство гипотез, вытекающих из теории земных отражений (например, соотношение между энергией импульса УКВ в отдельных ТИПП) уже прошли испытания, кроме одного. С момента открытия ТИПП одиночной формы остались вне доказательной базы.

Анализ данных «Чибис-М» (рис. 7) и численное моделирование впервые доказали наличие в верхней ионосфере в ночные часы низкочастотных (до 100 Гц) электромагнитных излучений с полосовой спектральной структурой, возбуждаемые атмосферной грозовой активностью и линиями электропередач (ИЛЭП). До сих пор возможность их просачивания в верхнюю ионосферу оставалась гипотетичной. Механизмами проникновения, в частности являются ионосферный альвеновский резонатор (ИАР) и шумановский резонанс (ШР).





**Рис. 7.** Излучения линий электропередач 50/60 Гц (ИЛЭП), наблюдаемые над Японией. Детали приведены в тексте.

Типичный случай наблюдения гармоник ИЛЭП показан на рис. 7 (орбита 12406, 2014/04/13, 16:00:10-16:05:40 UT, локальная ночь, высота около 413 км). Теневые участки орбиты МС отмечены голубым. «Чибис-М» был над Японией, где пересекал, сначала 60 Гц, а затем 50 Гц линии сети, см. рис. 7а (карта энергосети взята из [http://www.fepc.or.jp/english/library/electricity\\_eview\\_japan/](http://www.fepc.or.jp/english/library/electricity_eview_japan/)). 1-й максимум

сигнала 60 Гц при среднем значении амплитуды 0.36 мкВ/м зарегистрирован около разветвления линии электропередачи в Сикоку, в западной части острова Хонсю (см. динамический Фурье-спектр на рис. 7b и усредненное абсолютное значения сигналов 50/60 Гц на рис. 7d, процедура цифрового усреднения сигнала ИЛЭП осуществлялась с использованием полосового фильтра первого порядка

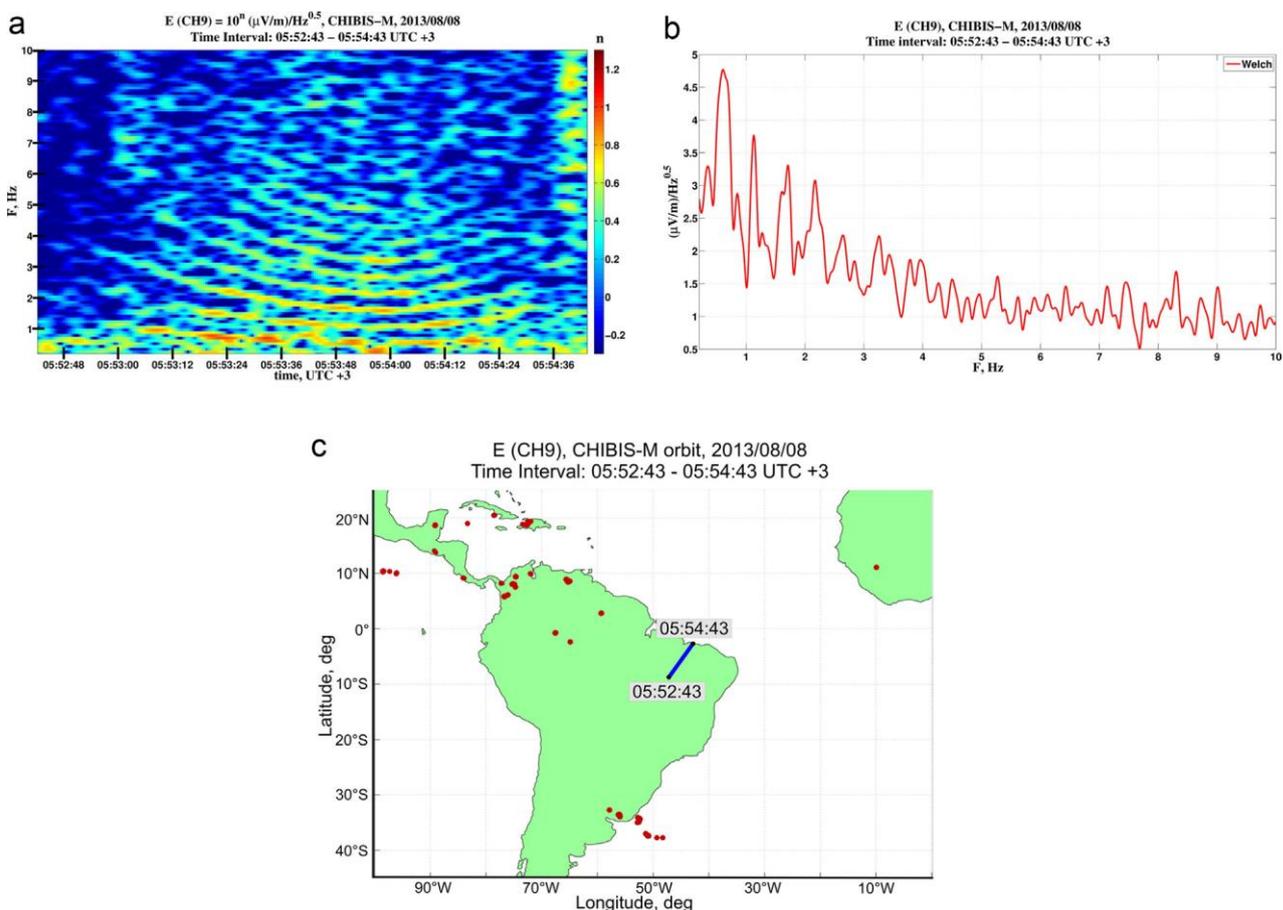
Баттерворта с полосой пропускания 1 Гц и резонансной частоты 50/60 Гц, затем данные абсолютного значения сигнала обрабатывались фильтром низких частот первого порядка и частотой среза 0,03 Гц). 2-й максимум сигнала 60 Гц появлялся после пересечения линии энергетического кластера недалеко от Нагоя. 50 Гц сигнал максимумом 0.32 мкВ/м был обнаружен после прохождения «Чибис-М» границы электрических сетей между 60 и 50 Гц. Это соответствует плотной 50 Гц Мощность линий сетки помещается около 100 км в северном направлении от Токио. БПФ спектры сигнала для отдельных интервалов времени, которым соответствуют интервалы времени обнаружения гармоник 50 и 60 Гц, показаны на рис. 7с.

Регистрация в ионосфере излучений с частотами 50/60 Гц (рис. 7b) от наземных линий электропередач (рис. 7с) даёт ответ на вопрос о том, насколько велико воздействие атмосферных процессов и промышленной деятельности на околоземное пространство.

На «Чибис-М» 2013/08/08 (05:52:43-05:54:43 МСК) обнаружены многополосные излучения “отпечатки пальцев” с частотами от 0,5 Гц до 6 Гц (Рис. 8a). Есть 9 наблюдаемых полос, с промежутками частоты  $\Delta f$  0,5 Гц (Рис. 8b). Частота этого многодиапазонного выброса постепенно снижается до 05:54 МСК, а затем начинает расти. Спектральные амплитуды собственных частот  $E_f$  4.8 (мкВ/м)/Гц<sup>1/2</sup> при  $f$  0,5 Гц.

При этом случае орбита Чибис-М была на ночной стороне над Бразилией, приближаясь к геомагнитному экватору (фиг. 8с). Мы полагаем,

что эта спектральная структура может быть вызвано возникновением ИАР. Немонотонный характер изменения частот ИАР может быть вызвано комбинированным действием нагружения силовой линии поля массой ионосферных тяжелых ионов и общей вариацией магнитного поля в районе Южно-Атлантической аномалии.



**Рис. 8.** (а) Динамический спектр выбросов электрической компонентой типа «отпечатки пальцев», обнаруженные 2013/08/08 начиная с 05:52:43MST. (б) Спектр УНЧ вариаций электрического поля 2013/08/08 (показано(а)). (с) Проекция орбиты Чибис-М на поверхность Земли при наблюдении УНЧ излучения, совмещенных с грозовой активностью, определенной по WWLLNarray.

Наблюдениями электрического поля на «Чибис-М» подтверждена возможность наблюдения ШР в верхней ионосфере, ранее обнаруженное на C/NOFS. Наблюдения «Чибис-М» также показали наличие спектральных гармоник в полосе частот ИАР. В то же время эти наблюдения не выявили каких-либо долгосрочных ИАР признаков, похожих при наземных

наблюдениях. В отличие от доминирующего взгляда, ИАР был найден как эффективно существующий на дневной стороне тоже.

Отсутствие возможности ИАР на дневной стороне на земле, вероятно, вызвано повышенным поглощением УНЧ волн в нижней ионосфере в дневное время. Сравнение теоретических оценок с амплитудами выбросов УНЧ обнаруженные на «Чибис – М» указывают на то, что структуры ИАР в верхней ионосфере вероятно возбуждаются сравнительно редко, но более насыщенные, чем позитивные атмосферные разряды.

Полученные на «Чибис-М» данные доступны на сервере ИКИ РАН <http://chibis.cosmos.ru/index.php?id=1674> всем российским и зарубежным исследователям, участвовавшим в проекте. Основные результаты опубликованы.

1. Зелёный, Л.М., А.В.Гуревич, С.И.Климов, В.Н.Ангаров, О.В. Батанов, А.В.Богомоллов, В.В.Богомоллов, [Л.Боднар], Д.И.Вавилов, Г.А.Владимирова, Г.К.Гарипов, В.М.Готлиб, [М.Б.Добриян], М.С.Долгоносов, Н.А.Ивлев, А.В.Калюжный, В.Н.Каредин, С.О.Карпенко, В.М.Козлов, И.В.Козлов, В.Е.Корепанов, А.А.Ледков, А.А.Лизунов, В.Н.Назаров, М.И.Панасюк, А.П.Папков, В.Г.Родин, П.Сегеди, С.И.Свертилов, А.А.Суханов, Ч.Ференц, Н.А.Эйсмонт, И.В. Яшин. Академический микроспутник “Чибис-М”, Ротапринт ИКИ РАН Пр-2174, Представлено к печати членом-корреспондентом РАН А.А. Петруковичем, Москва 2014.

2. [Международная научно-техническая конференция «Академический микроспутник „Чибис-М“». Результаты, уроки, перспективы: Программа. Тезисы.](http://www.cosmos.ru/books/2014chibis.pdf) Москва, ИКИ РАН, 03–07 февраля 2014. М.: ИКИ РАН, 2014, <http://www.cosmos.ru/books/2014chibis.pdf> :

Климов, С. И. Методические аспекты измерений электрической компоненты КНЧ -ОНЧ -излучений на микроспутнике «Чибис-М», с. 30-33.

Klimov, S.I. Methodological aspects of measuring electrical components ELF-VLF emissions on microsatellite Chibis-M. p. 33-35.

Климов, С.И., И.В. Козлов, А.Д. Рябова, В.Е. Корепанов, Чаба Ференц. Программа наземных экспериментов, скоординированных с МС «Чибис-М», с. 36-37.

Klimov, S., I. Kozlov, A. Ryabova, V. Korepanov, Csaba Ferencz. Ground support experiments, coordinated with MS Chibis-M. p. 36-41.

Назаров, В.Н., Р.Р. Назиров, Л.М. Зеленый, В.Н. Ангаров, О.В. Батанов, Л.Боднар, Н.А. Эйсмонт, В.М. Готлиб, В.Н. Каредин, С.И. Климов, Ф.В. Коротков, И.В. Козлов, А.А. Ледков, А.П. Мельник, А.П. Папков, В.Г. Родин, А.Д. Рябова, Я. Шмелауэр, А.А. Суханов, А.Е. Третьяков. Наземный сегмент проекта «Чибис-М»: полученные уроки после двух лет полёта, с. 41-42.

Nazarov, V., R. Nazirov, L. Zelenyi, V. Angarov, O. Batanov, I. Bodnar, N. Eismont, V. Gotlib, V. Kareidin, S. Klimov, F. Korotkov, I. Kozlov, A. Ledkov, A. Melnik, A. Papkov, V. Rodin, A. Ryabova, Ya. Shmelauer, A. Sukhanov, A. Tretiakov. Ground segment for microsatellite Chibis-M: learned lessons after two years of operations. p. 42-43.

Пилипенко, В., Д. Дудкин, В. Корепанов, С. Климов. УНЧ -излучения в верхней ионосфере по данным электрического датчика микроспутника «Чибис-М», с. 46.

Pilipenko, V., D. Dudkin, V. Korepanov, S. Klimov. ULF emissions in the upper ionosphere detected by the electric sensor of Chibis microsatellite. p. 46.

3. Климов, С.И., Г.К. Гарипов, В.М. Готлиб, А.В. Гуревич, М.С. Долгоносков, Д.Ф. Дудкин, Л.М. Зелёный, В.Н. Каредин, В.Е. Корепанов, С.И. Свертилов, Ч. Ференц. Ионосферные исследования электромагнитных откликов атмосферных грозных разрядов. Девятая ежегодная конференция

«Физика плазмы в солнечной системе», 10-14 февраля 2014г., ИКИ РАН.  
Сборник тезисов, с. 156.

[http://plasma2014.cosmos.ru/sites/plasma2014.cosmos.ru/files/Abstract\\_Book\\_I\\_KI\\_Plasma-2014.pdf](http://plasma2014.cosmos.ru/sites/plasma2014.cosmos.ru/files/Abstract_Book_I_KI_Plasma-2014.pdf)

4. Зелёный Л.М., А.В. Гуревич, С.И. Климов, В.Н. Ангаров, О.В. Батанов, А.В. Богомоллов, В.В. Богомоллов, Д.И. Вавилов, Г.А. Владимирова, Г.К. Гарипов, В.М. Готлиб, М.Б. Добриян, М.С. Долгоносов, Н.А. Ивлев, А.В. Калюжный, В.Н. Каредин, С.О. Карпенко, В.М. Козлов, И.В. Козлов, В.Е. Корепанов, А.А. Лизунов, А.А. Ледков, В.Н. Назаров, М.И. Панасюк, А.П. Папков, В.Г. Родин, П. Сегеди, С.И. Свертилов, А.А. Суханов, Ч. Ференц, Н.А. Эйсмонт, И.В. Яшин. Академический микроспутник ЧибисМ. Космические исследования, 2014, том 52, № 2, с. 93–105.

5. Zelenyi, L.M., A.V. Gurevich, S.I. Klimov, V.N. Angarov, O.V. Batanov, A.V. Bogomolov, V.V. Bogomolov, L. Bodnar, D.I. Vavilov, G.A. Vladimirova, G.K. Garipov, V.M. Gotlib, M.B. Dobriyan, M.S. Dolgonosov, N.A. Ivlev, A.V. Kalyuzhnyi, V.N. Kareidin, S.O. Karpenko, V.M. Kozlov, I.V. Kozlov, V.E. Korepanov, A.A. Lizunov, A.A. Ledkov, V.N. Nazarov, M.I. Panasyuk, A.P. Papkov, V.G. Rodin, P. Segedi, S.I. Svertilov, A.A. Sukhanov, Ch. Ferencz, N.A. Eysmont, I.V. Yashin, Cosmic Research, 2014, Vol. 52, No. 2, pp. 87–98

**DOI:** 10.13140/RG.2.1.3811.1760

6. Зелёный Л.М., С.И. Климов, В.Г. Родин, Г.Ф. Реш, В.Н.Ангаров, А.А. Лизунов, В.Н. Назаров, А.П. Папков. Академический микроспутник “Чибис-М”. **Аэрокосмические технологии:** Научные материалы Третьей международной научно-технической конференции, посвящённой 100-летию со дня рождения академика В.Н. Челомея (Российская Федерация, Реутов – Москва, 20 – 21 мая 2014) / Под ред. Симоньянца Р.П. – М.: изд-во МГТУ имю Н.Э. Баумана, 2014. – 257 с.: ил., с. 27-28.

7. Климов, С.И., В.Н. Ангаров, О.В. Батанов, В.М. Готлиб, В.Н. Каредин, В.Н. Назаров, В.Г. Родин. Информационные характеристики микроспутника «Чибис-М». **Аэрокосмические технологии:** Научные материалы Третьей международной научно-технической конференции, посвящённой 100-летию со дня рождения академика В.Н. Челомея (Российская Федерация, Реутов – Москва, 20 – 21 мая 2014) / Под ред. Симоньянца Р.П. – М.: изд-во МГТУ имю Н.Э. Баумана, 2014. – 257 с.: ил., с. 109-110.

8. Dudkin D., V. Pilipenko, V. Korepanov, S. Klimov, R. Holzworth. Electric field signatures of the IAR and Schumann resonance in the upper ionosphere detected by Chibis-M microsatellite. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics* 117 (2014) 81–87.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364682614001254>

9. Dolgonosov Maxim, Lev Zelenyi, Vladimir Gotlib, Dmitry Vavilov, Klimov Stanislav, VHF emission from lightning discharges recorded by “Chibis-M” microsatellite. 40th COSPAR Scientific Assembly 2014. *Space Studies of the Upper Atmospheres of the Earth and Planets including Reference Atmospheres (C). Advances in Remote Sensing of the Middle and Upper Atmospheres and Ionosphere from the Ground and from Space, including Sounding Rockets and Multi-instrument Studies (C0.2-0027-14)*

10. Panasyuk, M.I., S.I. Svertilov, V.V. Bogomolov, V.I. Galkin, G.K. Garipov, B.A. Hrenov, V.V. Kalegaev, .L. Lazutin, O.V. Morozov, N.N. Veden’kin, I.V. Yashin L.M. Zeleny, S.I. Klimov, T.V. Grechko, V.A. Grushin V.E. Korepanov, S.V. Belyaev, A.N. Demidov, C. Ferenz, L. Bodnar, P. Segedi, H. Rothkaehl, M. Moravski, I.H. Park, J. Lee, J. Kim, J. Jeon, S. Jeong, A.H. Park, A.P. Papkov, S.V. Krasnopejev, V.V. Hartov, V.A. Kudrjashov. **RELEC Mission:** Relativistic Electron Precipitation and TLE study on-board small spacecraft. Team: **RELEC**. 40th COSPAR Scientific Assembly 2014. PRBEM.1-0010-14, p. 418.

11. Климов, С., В.Корепанов, В.Пилипенко, Д.Дудкин. Электромагнитные исследования на спутнике Чибис – М результаты и перспективы продолжения. 14-я УКРАИНСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО КОСМИЧЕСКИМ ИССЛЕДОВАНИЯМ, 8 - 12 сентября 2014 г., г. Ужгород, Украина Proceedings.pdf, с. 4.

<https://drive.google.com/folderview?id=0By9DNQFxiMaYjhlSzk3Y1V2UW8&usp=sharing>

12. Stanislav Klimov, Csaba Ferencz, Laszlo Bodnar, Perter Szegedi, Perter Steinbach, Vladimir Gotlib, Denis Novikov, Serhiy Belyayev, Andrey Marusenkov, Orsolya Ferencz, Valery Korepanov, Jarnos Lichtenberger, Darniel Hamar. First results of MWC SAS3 electromagnetic wave experiment on board of the Chibis-M satellite. *Advances in Space Research* 54 (2014) 1717–1731.

13. Дудкін Д. Ф., В. О. Проненко, В. Є. Корепанов, С. І. Клімов. Випромінювання ліній електропередач у навколосемному просторі. *Космічна наука і технологія*. 2014. Т. 20. № 5. С. 27–34.

14. Десятая ежегодная конференция "Физика плазмы в солнечной системе" 16 - 20 февраля 2015 г., ИКИ РАН. Сборник тезисов <http://plasma2015.cosmos.ru/news/a-book>

Климов С.И., Н.А. Айдакина, Д.И. Вавилов, Т.В. Гречко, В.А. Грушин, Д.Ф. Дудкин, И.В. Козлов, В.Е. Корепанов, А.В. Костров, А.А. Ледков, Д.И. Новиков, П. Сегеди, Ч. Ференц. Отработка на микроспутнике «ЧИБИС-М» методики исследования воздействия на ионосферу нагревного стенда СУРА. с. 78.

Зеленый Л.М., В.М. Готлиб, С.И. Климов, В.Н. Каредин, Д.И. Вавилов, М.С. Долгоносков. Одиночные и двойные УКВ радиоимпульсы из атмосферы Земли по данным микроспутника "Чибис-М", с. 163.

Климов С.И., Д.И. Вавилов, Т.В. Гречко, Д.Ф. Дудкин, В.Е. Корепанов, Д.И. Новиков, П. Сегеди, Ч. Ференц Ч. Специфика методики измерений КНЧ-ОНЧ электрических полей магнитно-волновым комплексом микроспутника «Чибис-М», с. 164.

15. Зелёный, Л.М., С.И. Климов, В.Н. Ангаров, В.Г. Родин, В.Н. Назаров, Д.И. Вавилов, В.М. Готлиб, М.С. Долгоносов, А.В. Калюжный, В.Н. Каредин, В.М. Козлов, И.В. Козлов, А.А. Ледков, Д.И. Новиков, Н.А. Эйсмонт, А.П. Папков, В.Е. Корепанов, П. Сегеди, Ч. Ференц. Результаты и перспективы фундаментальных космических исследований на микроспутниках, реализуемых в инфраструктуре МКС. The 2<sup>nd</sup> International Conference "International Space Station. Research, Investigations and Experiments", 09-11.04.2015, SRI RAS, Moscow, [http://knts.tsniimash.ru/ru/src/iss\\_2015.pdf](http://knts.tsniimash.ru/ru/src/iss_2015.pdf) с. 200.

15' Zelenyi, L.M., S.I. Klimov, V.N. Angarov, V.G. Rodin, V.N. Nazarov, D.I. Vavilov, V.M. Gotlib, M.S. Dolgonosov, A.V. Kalyuzhny, V.N. Karedin, V.M. Kozlov, I.V. Kozlov, A.A. Ledkov, D.I. Novikov, N.A. Eismont, A.P. Papkov, V.E. Korepanov, P. Szegedi, Cs. Ferenz. Results and prospects of fundamental space research on microsatellite realizable in the ISS infrastructure. The 2<sup>nd</sup> International Conference "International Space Station. Research, Investigations and Experiments", 09-11.04.2015, SRI RAS, Moscow, [http://knts.tsniimash.ru/ru/src/iss\\_2015.pdf](http://knts.tsniimash.ru/ru/src/iss_2015.pdf) p. 201.

16. Dudkin Denys, Vyacheslav Pilipenko, Fedir Dudkin, Vira Pronenko, and Stanislav Klimov. Power line emission 50/60 Hz and Schumann resonances observed by microsatellite Chibis-M in the Earth's ionosphere. EGU General Assembly 2015. Geophysical Research Abstracts Vol. 17, EGU2015-521, 2015.

17. Klimov S.I., Zelenyi L.M., Angarov V.N., Nazarov V.N., Gotlib V.M., Eismont N.A., Dolgonosov M.S., Karedin V.N., Novikov D.I., Vavilov D. I., Panasyuk M.I., Korepanov V.E., Dudkin D.F., Ferencz Cs., Szegedi P. Microsatellite "Chibis-M" (25.01.2012 – 15.10.2014). Results, lessons and prospects. Small Satellites for Earth Observation. 10<sup>th</sup> International Symposium of the International Academy of Astronautics (IAA), Berlin, April 20-24, 2015. Editors: Rainer Sandau, Hans-Peter Roeser, Arnoldo Valenzuela. Wissenschaft und Technik Verlag, Berlin, p. 181-184.

18. Dolgonosov M.S., Gotlib V.M., Vavilov D. I., Zelenyi L.M., Klimov S.I. "Solitary" Trans-Ionospheric Pulse Pairs onboard of the microsatellite "Chibis-M". Adv. Sp. Res. 2015. v. 56. № 6. p. 1177–1184.

19. Зелёный Л.М., С.И. Климов, В.Н. Ангаров, В.Н. Назаров, В.Г. Родин, А.А. Суханов, О.В. Батанов, В.М. Готлиб, А.В. Калюжный, В.Н. Каредин, В.М. Козлов, И.В. Козлов, Н.А. Эйсмонт, А.А. Ледков, Д.И. Новиков, В.Е. Корепанов, Л. Боднар, П. Сегеди, Ч. Ференц, А.П. Папков, А.А. Лизунов. Проект МИКРОСПУТНИК «ЧИБИС-М». Опыт создания и реализации. Ротапринт ИКИ РАН. Исследование солнечно-земных связей на микро-, нано- и пикоспутниках. Материалы научной сессии Секции солнечно-земных связей Совета по космосу Российской академии наук. Под ред. Члена-корреспондента РАН А.А. Петруковича. Серия «Механика, управление и информатика» Москва, ИКИ РАН, 2015, с. 91-118.  
<http://www.cosmos.ru/books/2015petrukovich.pdf>

20. [Fedir Dudkin, Valery Korepanov, Denis Dudkin, V. Pilipenko, Vira Pronenko, S.I. Klimov.](#) Electric field of the power terrestrial sources observed by microsatellite Chibis-M in the Earth's ionosphere in frequency range 1–60 Hz. Geophysical Research Letters 42, 7/2015. DOI:10.1002/2015GL064595.

21. [Климов С.И. Микроспутники.](#) Препринт Пр-2177, М. ИКИ РАН, 2015. 72 с. <http://www.cosmos.ru/books/2015klimov.pdf>

22. Климов Станислав. «Охотимся за молниями». Газета ЗАВТРА, 20 августа 2015, стр. 5. <http://zavtra.ru/content/view/chibis/>

23. Климов, С.И., Л.М. Зелёный, Д.И. Новиков, В.Е. Корепанов, О.К. Черемных. Реализация программы научно-прикладных исследований на микроспутниках, интегрированных в инфраструктуру Российского сегмента МКС. Ukrainian Conference on Space Research (ISSN 2309-21-30), Abstracts 2015, Odesa, Ukraine, August, 24-28, 2015, Kyiv, с. 83.

24. Родин, В.Г., С.И. Климов, Л.М. Зелёный, Д.И. Новиков, В.Е. Корепанов. Микроспутники интегрированные в инфраструктуру Российского сегмента МКС. Ukrainian Conference on Space Research (ISSN 2309-21-30), Abstracts 2015, Odesa, Ukraine, August, 24-28, 2015, Kyiv, с. 120.

25. Klimov, S.I., L.M. Zelenyi, V.N. Angarov, V.G. Rodin, V.N. Nazarov, D.I. Novikov, N.A. Eismont, A.P. Papkov, V.E. Korepanov, P. Szegedi and Cs. Ferencz. Results and prospects of fundamental space research on microsatellite realizable in the ISS infrastructure. J Aeronaut Aerospace Eng 2015, Volume 3 Issue 3, p. 110 (International Conference and Exhibition on Satellite August 17-19, 2015 Houston, USA; ISSN: 2168-9792, JAAE an open access journal) <http://dx.doi.org/10.4172/2168-9792.S1.008>

26. Зелёный Л.М., Климов С.И., Ангаров В.Н., Родин В.Г., Назаров В.Н., Суханов А.А., Батанов О.В., Готлиб В.М., Калюжный А.В., Каредин В.Н., Козлов В.М., Козлов И.В., Эйсмонт Н.А., Ледков А.А., Новиков Д.И., Корепанов В.Е., Боднар Л., Сегеди П., Ференц Ч., Папков А.П., Лизунов А.А. Космический эксперимент «Микроспутник» на Российском сегменте международной космической станции. Космическая техника и технологии № 3(10)/2015, с. 26-37.

Климов Станислав Иванович, ИКИ РАН, tel. +7 495 333 1100, fax +7 495 333 1248, e-mail: sklimov@iki.rssi.ru

Новиков Денис Игоревич ИКИ РАН tel. +7 495 333 1100, fax +7 495 333 1248, e-mail: dnovikov@iki.rssi.ru