

ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

СООБЩЕНИЕ ПРЕСС-СЛУЖБЫ

Год «Чибиса-М» на орбите

Первые результаты космического проекта «Чибис-М» обсуждались в ИКИ РАН 13–15 февраля на международном совещании под председательством научных руководителей проекта — академика РАН Льва Зелёного и академика РАН Александра Гуревича. За год работы «Чибис-М» передал на Землю 30 Гбайт информации о том, как земные грозы выглядят из космоса. Уже сейчас обнаружены многие неожиданные явления, но для более полного понимания необходимы и дальнейшие наблюдения, и новые приборы на орбите.

Первый академический микроспутник «Чибис-М» работает на околоземной орбите уже более года: он вышел 25 января 2012 г. в автономный полёт, отделившись от транспортно-грузового корабля «Прогресс М-19М», поднявшего на высоту ~510 км. Научная задача проекта «Чибис-М» — исследование гроз из космоса в широком диапазоне электромагнитного излучения. Кроме этого, первый «Чибис» — это экспериментальный аппарат, на котором отрабатываются технологии для применения на будущих малых спутниках для самых различных задач фундаментальной космической науки.

Ещё одна особенность: «Чибис-М» — первый микроспутник, созданный по инициативе Российской академии наук (в международной кооперации и с участием российских космических организаций), на базе унифицированной микроплатформы «Чибис» (разработка Специального конструкторского бюро ИКИ РАН). Предполагается, что спутники этой серии в будущем можно использовать для самых разных научных задач, поэтому на семинаре обсуждали не только то, что уже сделал «Чибис-М», но и какие изменения можно и нужно внести в приборы для следующих проектов.

Масса «Чибиса-М» — 40 кг, около трети приходится на комплекс научной аппаратуры «Гроза». Её состав:

- детектор рентгеновского и гамма-излучения РГД;
- детектор ультрафиолетового и инфракрасного излучения ДУФ;
- радиочастотный анализатор РЧА;
- магнитно-волновой комплекс МВК;
- цифровая фотокамера оптического диапазона ЦФК;
- блок сбора научных данных БНД-Ч;
- передатчик научной информации ПРД2.2

Таким образом, «Чибис-М» способен «видеть» грозы с орбиты от низкочастотного радио - до энергичных рентгеновского и гамма-диапазонов, а также изучать отклики плазменной оболочки Земли: ионосферы — на столь мощные электромагнитные возмущения. Особенно важно, что далеко не все наблюдения можно проводить на поверхности Земли, где плотная атмосфера пропускает лишь небольшую часть электромагнитного излучения. Всестороннее же «зрение» «Чибиса-М» позволяет понять, какие именно процессы происходят во время грозового разряда.

После 3-х месяцев калибровок в начале мая приборы комплекса «Гроза» зарегистрировали первое событие — триггер (этим термином обозначают значимое повышение сигнала, которое записывается для передачи на Землю и которое с большой вероятностью совпадает именно с

ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

СООБЩЕНИЕ ПРЕСС-СЛУЖБЫ

молниевым разрядом), и с 19 мая начались комплексные измерения в рамках научной программы микроспутника.

Поскольку объём памяти на борту ограничен, в спутнике была применена специальная техника записи сигналов (прибор БНД-Ч). Информация, которую собирают приборы «Чибиса-М», вначале записывается во временную кольцевую память каждого прибора. Но когда уровень сигнала превышает определённый порог, специальная программа выделяет часть этой записи до и после триггерного события, и она сохраняется уже для передачи на Землю.

Каждый прибор комплекса способен работать самостоятельно, но, кроме этого, команду на запись данных другими приборами может выдавать каждый из приборов комплекса анализатор РЧА. Если на Земле мы видим молнию прежде всего в оптическом диапазоне — как яркий разряд, — то из космоса их надёжнее определять по генерируемому ими радиоизлучению, регистрируемому радиочастотным анализатором РЧА. Программа включений РЧА была разработана с учетом пролета «Чибиса-М» над наиболее перспективными с точки зрения грозовой активности районами, прежде всего, в приэкваториальной зоне.

Таким образом, задача исследователей состоит не только в том, чтобы зарегистрировать сигналы от гроз, но и в том, чтобы свести их воедино.

За год работы РЧА зарегистрировал более 650 событий, связанных с грозовой активностью. При этом, по словам **Владимира Готлиба** (ИКИ РАН), большая их часть сопровождалась также регистрацией событий в ультрафиолетовом и инфракрасном диапазонах, с помощью прибора ДУФ. Благодаря этой параллельной работе можно оценить высоту происходящих разрядов, так как ультрафиолетовое излучение больше поглощается атмосферой, чем инфракрасное. Характерная длительность элементарного разряда составляет 5–10 микросекунд, но возможны также мощные короткие разряды, также длящиеся больше 10 микросекунд, но состоящие из 30–50 элементарных.

Характеристики радиозлучения также дают основания для того, чтобы строить модели молниевых разрядов. Например, уже сейчас можно сказать, что процессы, происходящие непосредственно перед грозовым разрядом, напоминают начальные фазы геомагнитной суббури. Дальнейший анализ данных, возможно, ответит на эти вопросы.

Владимир Готлиб также высказал несколько предложений по усовершенствованию аппаратуры для дальнейших подобных экспериментов. В их числе — расширить полосу регистрируемых частот от 10 МГц (сейчас РЧА принимает сигналы с более высокой частотой от 26 до 48 МГц) и включить возможность регистрации сигнала с разной поляризацией.

Эксперимент ДУФ разработки НИИЯФ МГУ представляет дальнейшее развитие вариантов детекторов, работавших на университетских микроспутниках «Татьяна» (2005–2007 гг.) и «Татьяна-2» (2009–2010 гг.). Таким образом, появляется возможность сравнить результаты сразу трёх космических экспериментов.

— В ходе эксперимента были зафиксированы десятки событий в различных режимах, — рассказывает **Гари Гарипов** (НИИЯФ МГУ). — Но все зарегистрированные события располагались на ночной стороне планеты, так как на дневной много шумов. В будущих приборах мы сможем это исправить.

Также, по словам докладчиков, в ходе работы по триггеру, который «выдавал» РЧА, наблюдалось до 90% совпадений регистраций сигнала (то есть примерно в 90 случаях из 100, заданных РЧА, вместе с радиосигналом регистрировались ультрафиолетовый и инфракрасный).

ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

СООБЩЕНИЕ ПРЕСС-СЛУЖБЫ

Однако общее число ультрафиолетовых вспышек больше, и уже сейчас понятно, что они далеко не всегда совпадают с грозовой активностью и даже с границами облаков.

Эту особенность заметили ещё при работе с микроспутниками «Татьяна»: распределение УФ-вспышек не совпадает с распределением гроз. Наблюдения на «Чибис-М» также добавили подробностей: уже проведенные наблюдения показывают, что УФ-вспышки как будто «вытягиваются» вдоль меридиана за границы облаков, но в направлении параллелей обрываются на границе континентов.

Эти эффекты, возможно, связаны с разным происхождением УФ-вспышек (их источником могут быть не только грозы), а также с особенностями орбиты микроспутников, однако дать однозначного ответа на вопрос, что же происходит в этой области спектра, пока нельзя.

Также интересны данные прибора РГД (НИИЯФ МГУ), который регистрирует сигналы в рентгеновском и гамма-диапазонах. За время работы он передал на Землю сообщения о 4704 событиях, в их числе — несколько сотен записанных по триггеру РЧА. Для них были построены амплитудные и частотные распределения. Как сообщил **Андрей Богомолов** (НИИЯФ МГУ), сейчас идёт процесс обработки полученных данных. Кроме этого, А. Богомолов подчеркнул, что в дальнейших приборах такого рода следует ввести возможность точной привязки сигнала по времени, что очень важно для соотнесения сигналов от разных приборов, а также предусмотреть защиту от помех, которые в приборе могут создавать тяжелые заряженные частицы.

Комплекс МВК (разработки Львовского центра ИКИ НАНУ/НКАУ и Университета Этвёша, Венгрия) предназначен для изучения того, как грозы влияют на параметры околоземной плазмы в ионосфере. Он также способен проводить коррелированные измерения с детектором РЧА, принимая его триггер. К сожалению, как рассказал **С. Беляев** (ЛЦ ИКИ НАНУ/НКАУ), в процессе работы комплекса оказалось, что антенны МВА находятся очень близко к корпусу самого микроспутника, так что уровень бортовых помех становится очень высоким. После их анализа были разработаны методы и алгоритмы фильтрации помех, и работа с ними показала, что методы достаточно эффективны. К настоящему времени уже был проведен анализ данных об очень низкочастотных волнах, которые генерируются молниями в ионосфере.

Итак, главным итогом годовой работы спутника стали достаточно большой массив данных, собранных приборами, и, не в меньшей степени, опыт работы с ними. В планах участников проекта, кроме анализа собранной информации, — корреляция спутниковых наблюдений с наземными (на геофизических обсерваториях), а также с мировой сетью определения местоположения гроз WWLLN (World Wide Lightning Location Network).

Дополнительная информация:

Страница проекта «Чибис-М»

<http://chibis.cosmos.ru/>