УДК 629.78

ЭКСПЕРИМЕНТЫ НА БОРТУ КА «ФОТОН-М» №3 И НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ МИССИИ

© 2009 В. И. Абрашкин, С. М. Шатохин, Т. Б. Ковалева, С. Л. Сафронов

ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-ПРОГРЕСС», г. Самара

Рассматриваются научные эксперименты, проводимые на борту космического аппарата (КА) «Фотон-М» №3 в рамках полета с 14 по 26 сентября 2007 г. Описан состав и объем научных приборов и экспериментальных установок, а также первые результаты обработки экспериментальных данных.

Эксперимент, технология, материал, космический аппарат, исследование, научная аппаратура, микрогравитация, невесомость.

14 сентября 2007 г. произведен запуск, а 26 сентября успешно завершен полет КА «Фотон-М» №3. Спускаемый аппарат (СА) совершил посадку в 100 км южнее г. Кустаная.

КА «Фотон-М» предназначен для проведения технологических и научных экспериментов, производства материалов и биологических препаратов в интересах различных отраслей промышленности и науки, а также осуществления международного сотрудничества на коммерческой основе. КА позволяет размещать экспериментальные установки и создавать оптимальные условия как по длительности, так и по условиям функционирования экспериментальных устройств. На рис. 1 представлен внешний вид «Фотон-М» №3.

На КА «Фотон-М» №3 проведены многочисленные эксперименты сообщества российских, европейских и американских исследователей, занимающихся вопросами материаловедения, биотехнологии, биологии, физики невесомости, метеоритики.

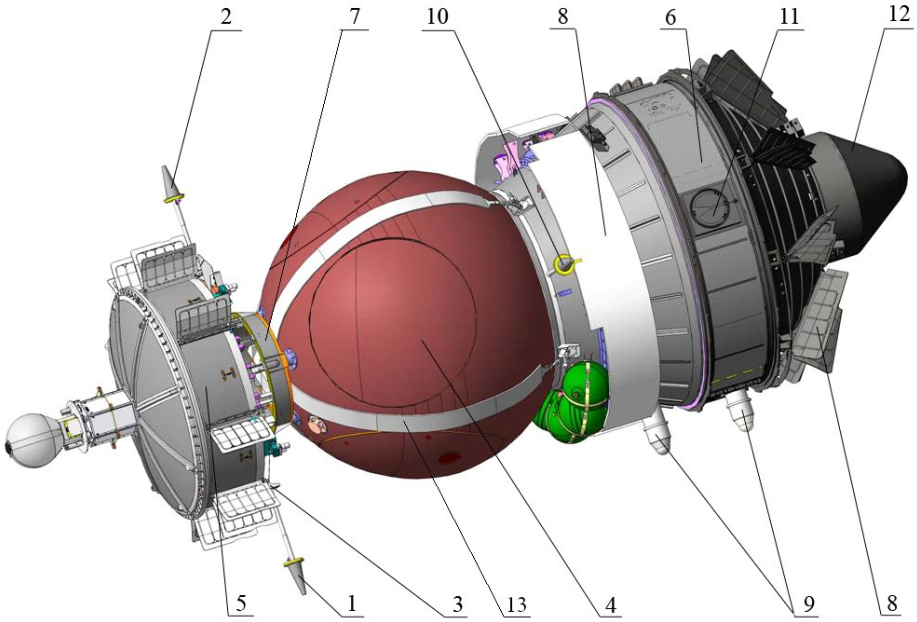


Рис. 1. Внешний вид КА «Фотон-М» № 3
1, 2 - антенны научной аппаратуры (НА) ТЕЛЕСАПОТ; 3 - устройство крепления, раскрытия и фиксации антенн НА ТЕЛЕСАПОТ (2 шт.); 4 - СА; 5 - контейнер химических источников тока (ХИТ); 6 - приборный отсек (ПО); 7 - платформа средств отделения; 8 - радиатор-охладитель; 9 - инфракрасный построитель местной вертикали (2 шт.); 10 - антенна бортовой аппаратуры командно-измерительной системы (2 шт.); 11 - антенна радиотелеметрической системы (2 шт.); 12 - пороховая тормозная двигательная установка (ПТДУ); 13 - стяжная лента (4 шт.)

Эксперименты на борту КА «ФОТОН-М» №3

На КА «Фотон-М» №3 было размещено 27 экспериментальных установок, в том числе 11 российских и 16 иностранных. В ходе полета КА выполнено 105 научных экспериментов, из них – 37 европейских, 61 российских (в том числе - два по контракту с Китаем), 7 – российско-европейских. Общая масса НА составляла 688 кг. Эксперименты с российской стороны разработаны специалистами КБОМ им. В. П. Бармина, ЦНИИМаш, ИМБП РАН, с зарубежной стороны – научными организациями стран-участниц Европейского космического агентства (ЕКА): Бельгии, Германии, Италии, Испании, Нидерландов и Франции, а также Канады и Швеции. Все работы проводились в рамках Федеральной космической программы России и в соответствии с долгосрочными соглашениями между Роскосмосом и ЕКА.

Научная аппаратура

Программируемый инкубатор БИОБОКС - аппаратура для исследований в области биологии клеток в условиях космоса. Аппаратура позволила в полностью автоматическом режиме провести биологические эксперименты с ограниченным числом команд управления.

Научная аппаратура SCCO – это эксперименты с многокомпонентными смесями, представляющими сырую нефть. Эксперименты касаются диффузии жидких гидрокарбидных смесей, стимулируемой перепадом температур (эффект Соре).

В научном оборудовании SCCO размещалось восемнадцать экспериментальных образцов с автоматической обработкой данных по ним на протяжении полета.

В аппаратуре ГРАДФЛЕКС проводились исследования в области физики жидкостей в невесомости (изучение градиентной флуктуации). ГРАДФЛЕКС включает два эксперимента: Сингл (Single) и Миксчер (Mixture). В рамках полета ГРАДФЛЕКС использовались функции видеообработки и передачи данных с помощью аппаратуры ТЕЛЕСАПОТ.

ЭРИСТО/ОСТЕО - биологические инкубаторы для исследований костных тканей. В ЭРИСТО/ОСТЕО использованы «бесстрессовые» условия невесомости, позволяющие испытать и изучить воздействие лекарственных препаратов, а также оценить влияние факторов роста на деятельность клеток костной ткани. Аппаратура позволила изучить клетки на различных этапах эволюции в различных контролируемых условиях окружающей среды.

НА ДИМАК (трехосный акселерометр) предназначена для проведения регистрации микроускорений внутри СА во время орбитального полета в частотном диапазоне от 0,0001 Гц до 200 Гц. ДИМАК дополнил комплект высокоточных акселерометров TAS-3, уже разработанных для КА «Фотон-М» № 2, новыми технологическими решениями, основанными на новейших оптических методиках, позволяющих производить измерение постоянной составляющей остаточного ускорения на борту, и обеспечил проведение очень важных для всех постановщиков экспериментов измерений микроускорений и определения пространственной ориентации КА «Фотон-М» № 3 по измеряемым параметрам геомагнитного поля.

АКВАХАБ - биоэксперименты в водной среде (выращивание водных микроорганизмов).

АКВАХАБ обеспечил водную среду обитания для малых рыб. Наблюдение за клетками Euglena gracilis и поведением малых цихловых рыб (Oreochromis mossambicus) осуществлялось при помощи двух видеокамер. После посадки на основе видеозаписей, сделанных во время полета с помощью аппаратуры ТЕЛЕСАПОТ, проводится анализ движения рыб.

ГРАНАДА - малоразмерный автоматический эксперимент по выращиванию кристаллов протеина несложным и эффективным способом.

Для выращивания кристаллов в капиллярных пробирках с тремя слоями химических соединений (а именно: слоя осаждающего вещества, буферного слоя и протеинового слоя) был использован метод контрдиффузии. В условиях невесомости во время полета КА «Фотон-М» № 3 конвективные движения тщательно подавлялись при одновременном

строгом контроле температур внутри инкубатора ГРАНАДА.

ФРЕКБОУН – эксперимент по исследованию эффективности контрмер по исключению потерь массы костной ткани во время космического полета.

Поддержанию удовлетворительного уровня целостности костных тканей способствуют механические нагрузки, как правило применяемые в процессе повседневной деятельности астронавтов. В аппаратуре ФРЕКБОУН управляемая компьютером система позволила программировать нагрузки, имитирующие движения при ходьбе, беге, прыжках и других видах деятельности, а также регулярные колебания. Система создания нагрузки состояла из набора пьезоэлектрических кристаллов, расширением и сжатием которых управляло приложенное напряжение.

В аппаратуре БИОПАН проходили исследования влияния космического пространства на биообразцы и конструкционные материалы. БИОПАН представляет собой обновленную модель той же конструкции контейнера, которая была изготовлена для КА «Фотон-М» № 2, с некоторыми внутренними изменениями, учитывающими старение и сроки службы некоторых его компонентов. В БИОПАН-6 были размещены эксперименты, связанные с воздействием космической среды и радиации на биологические образцы и образцы материалов.

С помощью НА СТОУН проводились исследования, посвященные изучению физических и химических изменений осадочных пород при прохождении СА атмосферы на участке спуска. Эти исследования явились продолжением исследовательских работ, проводившихся в ходе предыдущих полетов КА «Фотон». Земные микроорганизмы и органические молекулы, залегающие в кусках камня, были зафиксированы на внешней поверхности СА и подвергнуты на этапе завершения полета условиям входа в атмосферу, которые сравнимы с условиями падающих метеоритов.

БАТАРЕЯ ЕКА (источник питания) обеспечила электропитанием НА БИОБОКС, ЭРИСТО/ОСТЕО, АКВАХАБ, ГРАНАДА, ФРЕКБОУН, начиная с момента включения пороховой тормозной двигательной установки КА до извлечения научной аппаратуры из СА на месте посадки.

Проверены в условиях микрогравитации проектные решения новых тепловых труб в эксперименте ТЕПЛО, разработки Бельгии совместно с ЕКА.

Аппаратура ТЕЛЕСАПОТ обеспечила канал связи и обслуживания НА путем передачи научной информации по специальной линии на наземную станцию ЕКА.

ТЕЛЕСАПОТ обеспечивал работу экспериментов: ГРАДФЛЕКС, БИОБОКС, ЭРИСТО/ОСТЕО, АКВАХАБ, ДИМАК, ФРЕКБОУН, YES-2, и SCCO.

Параллельно указанный прибор имел возможность передавать на полезные нагрузки набор параметров, которые могут изменять граничные условия проведения экспериментов.

Наземные станции находились в г. Кируна (Швеция).

Аппаратура ПОЛИЗОН – установка по выращиванию кристаллов полупроводниковых материалов.

Результаты 11-ти экспериментов в области космического материаловедения, проведенных на российской установке ПОЛИЗОН-М, позволят серьезно продвинуться в понимании тонкостей технологий выращивания ряда перспективных полупроводниковых материалов, получения сплавов. В этих экспериментах наряду с Россией участвовали еще Европа и Китай.

НА ВИБРОКОН-М - отечественная установка, предназначенная для изучения влияния управляемых вибраций на тепломассоперенос в жидкой фазе при моделировании направленной кристаллизации, процессов растворения в многофазных средах и др., в условиях микрогравитации.

Эксперименты, проведенные на установке ВИБРОКОН-М, позволят получить знания, необходимые для углубления понимания процессов ТЕПЛО и массопереноса в многокомпонентных и многофазных средах, что даст возможность правильной интерпретации как особенностей ранее проведенных материаловедческих экспериментов, так и деталей многих наземных технологических

процессов в выращивании полупроводниковых материалов, в литейном производстве, найдет приложение и в метрологии.

Эксперименты в области космической биотехнологии проведены на российской аппаратуре БИОКОНТ-М. Воздействию факторов космического полета – микрогравитации и проникающих космических излучений – подвергались бактерии из международной коллекции штаммов микроорганизмов, что позволит провести детальные генетические исследования последствий орбитальных полетов. Продолжены успешно начатые ранее, во время полета КА «Фотон-М» № 2, эксперименты по получению из экспонированных в ходе полета штаммов микроорганизмов новых разновидностей биодеградантов нефти, а также новых биологических стимуляторов роста растений на основе совершивших космический полет грибков.

На российской установке КОНТУР-Л проведен полет группы из двенадцати грызунов – монгольских песчанок. После полета их подвергли всесторонним исследованиям, направленным на выяснение особенностей влияния полета на костно-мышечные ткани млекопитающих, на изменение физиологии органов и тканей, на водный обмен. В исследованиях задействована большая кооперация, состоящая как из российских, так и из американских ученых.

В небольших по массово-габаритным характеристикам российских биологических контейнерах воздействию факторов космического полета подвергались виноградные улитки, иглистые тритоны и гекконы. В экспериментах приняли участие специалисты России и США.

Также проведены эксперименты образовательной программы, в которой приняли участие студенты-младшекурсники из Воронежа и московские школьники: отобранные ими биологические объекты (тараканы, куколки бабочек, тутовый шелкопряд, семена арахиса) совершили космический полет в малых мягких укладках.

Особо выделялся по сложности задач студенческий космический тросовый эксперимент YES2, целью которого стало возвращение маленькой капсулы из космоса на Землю с помощью тридцатикилометрового троса.

К сожалению, он был лишь частично успешным – не был получен сигнал от передатчика, установленного в спускаемой капсюле, поэтому не установлено ее место приземления. Тем не менее, накоплены ценные сведения о динамике тросовой системы в условиях космического полета.

НА SSAU-YES2 предназначена для высокоточной пространственно-временной привязки движения космического аппарата во время проведения эксперимента YES2. Особенностью данной аппаратуры являлось решение задачи спутниковой радионавигации в условиях ограниченной видимости навигационных спутников. Результаты измерений, обработанные совместно с данными, полученными от аналогичного навигационного приемника, размещенного в отделяемом на тросе контейнере (блок MASS), дали возможность с высокой точностью восстановить динамику и профиль развертываемой тридцатикилометровой тросовой системы.

В настоящее время НА находится у своих разработчиков, и идет дальнейшая обработка полученных результатов.

EXPERIMENTS ABOARD THE SPACE VEHICLE “PHOTON-M” NO. 3 AND SOME RESEELTS OF THE MISSION

© 2009 V. I. Abrashkin, S. M. Shatokhin, T. B. Kovalyova, S. L. Safronov

Samara Space Rocket Centre “TsSKB-Progress”

The paper deals with scientific experiments carried out aboard the space vehicle “Photon-M” No. 3 in the framework of the flight, September 14 through 26, 2007. The makeup and bulk of devices and experimental installations used as well as the first results of experimental data processing are described.

Experiment, technology, material, space vehicle, analysis, experimental gear, microgravity, zero-gravity state.

Информация об авторах

Абрашкин Валерий Иванович, кандидат технических наук, доцент, начальник отдела, ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс», e-mail: abrashkin@cskb1-1.ssau.ru. Область научных интересов: исследования в области микрогравитации и производства КА.

Шатохин Сергей Михайлович, зам. начальника отдела, ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс», e-mail: mail@progress.samara.ru. Область научных интересов: производство КА, технологические и научные эксперименты.

Ковалева Тамара Борисовна, ведущий инженер-конструктор, ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс», e-mail: mail@progress.samara.ru. Область научных интересов: производство КА, технологические и научные эксперименты.

Сафронов Сергей Львович, начальник сектора, ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс», e-mail: csdb@mail.samtel.ru. Область научных интересов: проектирование и производство КА, микрогравитация.

Abrashkin Valery Ivanovitch, candidate of technical science, associate professor, Samara Space Rocket Centre “TsSKB-Progress”, e-mail: abrashkin@cskb1-1.ssau.ru. Area of research: investigations in the area of microgravitation and production of space vehicles.

Shatokhin Sergey Mikhailovitch, deputy head of department, Samara Space Rocket Centre “TsSKB-Progress”, e-mail: mail@progress.samara.ru. Area of research: production of space vehicles, technological and scientific experiments.

Kovalyova Tamara Borisovna, leading design engineer, Samara Space Rocket Centre “TsSKB-Progress”, e-mail: mail@progress.samara.ru. Area of research: production of space vehicles, technological and scientific experiments.

Safronov Sergey Lvovitch, head of sector, Samara Space Rocket Centre “TsSKB-Progress”, e-mail: csdb@mail.samtel.ru. Area of research: design and production of space vehicles, microgravitation.